

Editores:

MARÍA DIEZ OJEDA

MIGUEL ÁNGEL QUEIRUGA DIOS

PENSAR MÁS ALLÁ EN EDUCACIÓN
THINKING OUTSIDE THE BOX
IN EDUCATION



LA ESTACIÓN
DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

PENSAR MÁS ALLÁ EN EDUCACIÓN
THINKING OUTSIDE THE BOX
IN EDUCATION

EDITORES:

MARÍA DIEZ OJEDA
MIGUEL ÁNGEL QUEIRUGA DIOS

PENSAR MÁS ALLÁ EN EDUCACIÓN
THINKING OUTSIDE THE BOX
IN EDUCATION

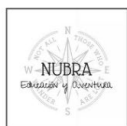


**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

2024

(CONGRESOS Y CURSOS, 83)

I Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM
(Universidad de Burgos, 12 - 15 abril de 2023)



The papers/chapters published in this book are exclusive responsibility of the authors.

Please use the following format to cite material from this book:

Author(s). (2024). Title of Chapter. In Diez-Ojeda & M. Queiruga-Dios, M.A. (Eds.), *Thinking outside the box in education* (pp. Page numbers). Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional UNIVERSIDAD DE BURGOS.

The authors of this book and the organization of the I International Congress of STEAM educational experiences, none of them, accept any responsibility for any use of the information contained in this book.

© LOS AUTORES

© UNIVERSIDAD DE BURGOS

Edita: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional
UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edificio de Administración y Servicios
C/ Don Juan de Austria, 1, 09001 BURGOS - ESPAÑA

ISBN: 978-84-18465-94-9

DOI: <https://doi.org/10.36443/9788418465949>

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
[Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Honorary President:

Manuel Pérez Mateos, The Rector at University of Burgos

Honorary Committee

Manuel Pérez Mateos, The Rector at University of Burgos

Daniel de la Rosa Villahoz, Mayor of the city of Burgos

Chairperson

María Diez Ojeda, University of Burgos, Spain

Miguel Ángel Queiruga Dios, University of Burgos, Spain

Organizing Committee

Altamira López Gallego

Álvaro Tobes Aguilar

Andrés González Santa Olalla

Ángela Varela Neila

Antonio Jesús Canepa Oneto

Bárbara de Aymerich Vadillo

Bogdan Toma

David Rojo Francés

Eva María López Perea

Fernando Muñoz Cifuentes

Isabel Soto Muñoz

Jesús Meneses Villagrà

Jordi Rovira Carballido

María Diez Ojeda

Marta Alarcón Orozco

Mercedes Saiz Ruiz

Miguel Ángel Queiruga Dios

Mónica Baños Ayala

Olga Segundo Mendoza

Patricia De La Fuente Gamero

Sergio Ortiz Barcina

Sonia Rodríguez Cano

Susana Jorge Villar

Vanesa Baños Martínez

Yara Arnaiz Martín

Scientific Committee

Benito Vázquez Dorrío, Universidade de Vigo, España.
Dana Mandikova, Charles University, Czech Republic.
Diego Armando Retana Alvarado, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
Emilia López Iniesta, Universitat de València
Juan Paulo Jiménez Pavez, Universidad de Talca, Chile
Katherine Acosta García, Universidad de Tarapacá, Chile
Kseniia Minakova, National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute, Ukraine
Lee Saw Im, Seri Bintang Utara High School, Malaysia
Luis Pedro García San Segundo Jiménez, UNED, España
Manuel Filipe Costa, University of Minho, Portugal
María Díez Ojeda, Universidad de Burgos, España
Marián Kires, Institute of Physics Faculty of Science UPJŠ in Košice, Slovakia
Miguel Ángel Queiruga Dios, Universidad de Burgos, España
Norihito Sugimoto, Stray Cats Group, Japan
Pedro Membiela, Universidade de Vigo, España
Ramón Vitoria Raymundo, Universidad de Burgos, España
Susana Alexandre dos Reis, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal
Verónica Tricio Gómez, Universidad de Burgos, España
Zdenek Drozd, Charles University, Czech Republic

Technical Team

Diego González Iglesias
Fernando Muñoz Cifuentes
Mónica Baños Ayala
Sergio Rodríguez Blanco

ÍNDICE

PRÓLOGO	17
BLOQUE DE PLENARIAS	21
Comunicaciones plenarias. Plenary communications	
ASTRONOMIA NA ESCOLA: DA MEDIÇÃO DE SOMBRAS E LUZ, AO USO DE TELESCÓPIOS ROBÓTICOS	23
A FOLHAS	
CONSIDERACIONES ESTRATÉGICAS A PARTIR DE LA <i>NUEVA AGENDA EUROPEA DE INNOVACIÓN</i>	31
DRA. MARÍA BEGOÑA PEÑA-LANG, DR. FRANCISCO JAVIER FERNÁNDEZ CURTIELLA	
EDUCACIÓN STEAM EN REPÚBLICA DOMINICANA: EL CASO DEL LICEO CIENTÍFICO DR. MIGUEL CANELA LÁZARO	41
E BERMEJO MALUMBRES, G PEÑA ASCACÍBAR, C CLEMENTE	
EMPOWERING STUDENT’S 4C SKILLS THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING DURING LOCKDOWN COVID-19 WITH “HELP TO SOLVE GLOBAL PLASTIC PROBLEMS!”	45
SAW IM LEE	
DETERMINING FOCAL LENGTHS IN A VIRTUAL OPTICS LAB	51
NA CORDERO	
THE ROLE OF STEAM EDUCATION IN CURRICULUM 5.0	57
R LAMPOU	
EXPERIENCIAS EDUCATIVAS EN ENERGÍAS RENOVABLES.....	65
V TRICIO-GÓMEZ, R VILORIA-RAYMUNDO	
BLOQUE 1	73
Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza STEAM. Innovative teaching strategies for STEAM teaching	
LA LÍNEA DE LA VIDA: UN PROYECTO DE DIGNIFICACIÓN DE LA MUJER EN LOS CASTILLOS (MEXICO)	75
AINHOA SEGURA ZARIQUEGUI	
SITUACIÓN DE APRENDIZAJE: FLUIDOS, EFECTOS Y FÓRMULA 1.....	79
Á GARCÍA PÉREZ	
LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y STEAM EN EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA.....	87
GM GÓMEZ ALEXANDRE, C ESCUDERO CLIMENT, A DE LA HOZ SERRANO, MÁ DURÁN VINAGRE, S SÁNCHEZ HERRERA, J CUBERO JUÁNEZ	
LA METODOLOGÍA STEAM EN EL DISEÑO CURRICULAR DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA.....	91
C BILBAO CONTRERAS	
LA CREACIÓN DE APPLETS COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE.....	95
D SAURA LÓPEZ	

ROBÓTICA EDUCATIVA: DISEÑO DE UNA PROPUESTA STEAM PARA LA ENSEÑANZA CIENTÍFICA DEL AGUA	101
A DE LA HOZ SERRANO, M Á DURÁN VINAGRE, C ESCUDERO CLIMENT, G M GÓMEZ ALEXANDRE, S SÁNCHEZ HERRERA, F CAÑADA CAÑADA, A ÁLVAREZ MURILLO, L VIVIANA MELO NIÑO, J CUBERO JUÁNEZ	
ARSTEAMAPP. RESHAPING THE FUTURE OF TEACHING	107
E M HRECIUC, H KÎRMACI	
RECURSOS CIENTÍFICOS BURGALESES EN LA ENSEÑANZA STEAM: SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA SECUNDARIA BASADA EN LA DATACIÓN DE UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO.....	113
E M SÁNCHEZ-MORENO, S E JORGE-VILLAR, A MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, A MARCOS REGUERO	
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS CONSTRUCTIVISTAS Y MOTORES GRÁFICOS DE VIDEOJUEGOS	119
FJ FRAILE-FERNÁNDEZ, R MARTÍNEZ- GARCÍA, C PALENCIA, J DE PRADO-GIL	
AVALIAÇÃO FORMATIVA E A TECNOLOGIA DIGITAL.....	125
F ASSIS SILVA	
O ENSINO DE TERMODINÂMICA COM A MEDIAÇÃO DA TECNOLOGIA E DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA.....	129
F IVANILDO DE SOUSA, T V OLIVER GONÇALVES	
PROYECTO ERASMUS+: GENERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN, RESILIENCIA, LIDERAZGO Y SOSTENIBILIDAD.....	133
A QUEIRUGA-DIOS, MJ SANTOS SÁNCHEZ	
LA ESCUELA DE TEATRO Y CINE MUDIC COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS STEAM	139
MC PEREA, J SERNA, MC RIQUELME, R MARTÍNEZ, J PARRES	
EDUCACIÓN STEAM MEDIANTE JUEGOS DE MESA PARA EL GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA.....	143
C HUIDOBRO, A TORRALBA-BURRIAL, JM MONTEJO BERNARDO	
TECH-GAMES-ART-NATURE INTEGRATION: A NOVEL APPROACH TO ENHANCING MATHEMATICS LEARNING IN THE CLASSROOM.....	149
I C UDRESCU	
EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN Y EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS.....	155
J. SAN MACARIO ÁLVAREZ	
POLIMATÍA CREATIVA EN TIEMPOS DE CRISIS	159
J GONZÁLEZ GARCÍA	
#JUGAR ES DIVERTIDO PERO #INVENTAR_JUEGOS #MOLA_MAS.....	165
JL ANLLO NAVEIRAS	
FYQVS: FÍSICA Y QUÍMICA VIVAZ EN SECUNDARIA: AULA-MUSEO Y CENTRO INTERACTIVO DE LA CULTURA CIENTÍFICA	169
J PEREA-LÓPEZ, S PEREA-PUENTE	
EL IMPACTO DE LA COMPRESIÓN DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA EN EL APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA.....	173
JP JIMÉNEZ PÁVEZ	

FOMENTO DE LA COMPETENCIA DIGITAL Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LAS FAKE NEWS	179
E. LÓPEZ-IÑESTA, M.Á. QUEIRUGA-DIOS, M.T. SANZ, A. FORTE, D. GARCÍA-COSTA, D. HERREROS-TORRES, C. BOTELLA-MASCARELL, S. RUEDA, L. MONSALVE-LORENTE, E. ÁLVAREZ-GARCÍA, F. GRIMALDO	
METODOLOGÍA STEAM EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS SOCIALES.....	183
ME LÓPEZ NIETO, E SANZ DOMÍNGUEZ,	
HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA.....	189
M GARCÍA-VALVERDE, R QUESADA, NA CORDERO	
“MISE IN PLACE” COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA	193
M ALEXANDRE FRANCO, S SÁNCHEZ HERRERA, GM GÓMEZ ALEXANDRE, M ADAME PEREIRA, C FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, C ESCUDERO CLIMENT, C RODRÍGUEZ RASERO, EM CUERDA CORREA	
LA PUESTA EN PRÁCTICA DE STEAM.....	199
M VICENTE GÓMEZ	
LA OBSERVACIÓN: CLAVE PARA LA COMPRESIÓN DE LA CIENCIA.PRIMERA LEY DE NEWTON.....	203
S RODRÍGUEZ ANTÓN, A BOL ARREBA	
LA EDUCACIÓN Y LA GESTIÓN EMOCIONAL COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA	207
T ALONSO DEL HIERRO	
DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN JUEGO DE MESA SERIO CON APRENDIZAJE AUTORREGULADO	211
Y ARNAIZ MARTÍN	
BLOQUE 2.....	215
Experiencias educativas STEAM en diferentes etapas educativas: Infantil, Primaria, Secundaria y Universidad. STEAM educational experiences in different educational stages: Infant, Primary, Secondary and University	
ARDUINO APPLICATION FOR MONITORING PLANT GROWTH.....	217
A RAREŞ GEORGE, C GEORGIA, DA MARIA, EM HRECIUC	
ABP PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CLAVE STEM	223
A REY LÓPEZ, A TOBES AGUILAR, A VARELA NEILA, C MARQUÍNEZ PÉREZ, D ROJO FRANCÉS, GA GUERRERO FLORES, Y ARNAIZ MARTÍN.	
GLOBE: UN PROYECTO STEAM PARA LA ALFABETIZACIÓN DIGITAL Y LA LUCHA CONTRA LA DESINFORMACIÓN DESDE EL AULA	227
AA LÓPEZ GALLEGO, A GONZÁLEZ SANTA OLALLA, BAÑOS-MARTÍNEZ	
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA STEAM EN CONTEXTOS EDUCATIVOS DESFAVORECIDOS.....	231
A TOBES AGUILAR, A REY LÓPEZ, A VARELA NEILA, C MARQUÍNEZ PÉREZ, D ROJO FRANCÉS, GA GUERRERO FLORES, Y ARNAIZ MARTÍN	
QUIERO SER INGENIER@ SOSTENIBLE.....	235
AB ESPINOSA, J MANSO-MORATO, N HURTADO-ALONSO, V REVILLA-CUESTA, M SKAF, V ORTEGA-LÓPEZ, JM MANSO	
PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN EL AGUA EMBOTELLADA.....	241
AB YUSTE MARTÍNEZ	

EXPERIENCIA STEAM PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO MAGNITUDINAL-MEDIDA EN EDUCACIÓN INFANTIL	247
JA ANTEQUERA-BARROSO, M CARDENAL DOMÍNGUEZ, E CARMONA MEDEIRO	
PROYECTO MEDIOAMBIENTAL ASOCIATIVO: “EL MAR COMIENZA EN MI BARRIO”	253
A TROMPETA CARPINTERO	
LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA EN LOS ESTUDIOS DE ARTE Y DE DISEÑO	257
ARACELI GIMÉNEZ LORENTE	
DESARROLLO DE COMPETENCIAS STEAM EN ALUMNADO CON DISCAPACIDAD MOTRIZ A TRAVÉS DE LOS OJOS	261
PL SANCHEZ ORTEGA, BF NÚÑEZ ANGULO, RM SANTAMARÍA CONDE	
DESIGNING A GARDEN: A STEM LEARNING SITUATION	267
B RUBIO	
EXPERIENCIA STEAM EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA. CREACIÓN AUDIOVISUAL COLABORATIVA A TRAVÉS DEL SISTEMA SOUNDCOOL	273
C MORALES VALLEJO, L PÉREZ RODRÍGUEZ, P. M. ASTASIO MOLINA	
PROGRAMANDO EL FUTURO: UNA EXPERIENCIA STEAM CON ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDUCACIÓN INFANTIL PARA POTENCIAR HABILIDADES COGNITIVAS	279
D ÁLVAREZ-IBÁÑEZ	
APRENDIENDO INFORMÁTICA BÁSICA A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL	285
D CHECA	
APRENDIZAJE A TRAVÉS DE RETOS DE ECONOMÍA CIRCULAR.....	289
D QUEIRUGA, P MONTAÑÉS MURO, DAVID CENICEROS ARANSAY	
INCORPORACIÓN DE LA NARRATIVA COMO HILO CONDUCTOR PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN BAJO UN ENFOQUE STEAM INTEGRADO EN EDUCACIÓN INFANTIL	293
E DEL OLMO SÁNCHEZ	
TEACHING SCIENCE THROUGH FAIRY TALES: “THE STEADFAST TIN SOLDIER”	301
JE ANGULO GONZÁLEZ	
LA PREPARACIÓN EN LA UNIVERSIDAD PARA LA INDUSTRIA 4.0 A TRAVÉS DE COBOTS	307
EM LÓPEZ-PEREA, MÁ MARISCAL, S GARCÍA, S ORTIZ BARCINA	
SOS WATER.....	311
F DELGADO CECILIA	
LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO HERRAMIENTA DEL ENFOQUE STEAM PARA CONTRIBUIR EN EL APRENDIZAJE	317
GA GUERRERO FLORES	
PROPUESTA DIDÁCTICA “APARCANDO ESTEREOTIPOS”	321
G MORENO FONTIVEROS, H DURÁN CÁDIZ, PJ LABELLA MONTES, A JURADO MORENO, N MARTÍNEZ COBO, J RUÍZ LATORRE	
UN MÉTODO GRÁFICO PARA MEJORAR LA INTERPRETACIÓN DE ENUNCIADOS Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	327
FRANCISCO GRIMALDO, MARÍA T. SANZ, DANIEL GARCIA-COSTA, CARLOS VALENZUELA, ALEJANDRO GUERRA, NICANDRO CRUZ, DIANA HERREROS-TORRES, ARIADNA GÓMEZESCOBAR, MARÍA SANTÁGUEDA-VILLANUEVA, EMILIA LÓPEZ-IÑESTA	

PROPUESTA METODOLÓGICA BASADA EN EL MODELO DIDÁCTICO SELFIE PARA EL AULA BILINGÜE DE PRIMARIA: SU IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN	333
I DÍEZ CASTRILLO, E SANZ DE LA CAL	
TENSEGRIDAD: TENSIONES Y COMPRESIONES EN UN ESPACIO 3D	337
I CAMARERO SANZ	
DISEÑANDO PROYECTOS STEM EN CONTEXTOS RELEVANTES UTILIZANDO PRÁCTICAS CIENTÍFICAS DE INDAGACIÓN, ARGUMENTACIÓN O MODELACIÓN.....	341
JR GIRÓN-GAMBERO, T LUPIÓN-COBOS	
ARQUITECTOS EN LA CIUDAD	345
A COLLANTES LUIS, J GARCÍA BARRIGA, G GARCÍA GAGO, M GIL ESTEBAN	
LA UTILIZACIÓN DEL MICROSCOPIO DIGITAL EN EL AULA.....	349
JL OLMO RÍSQUEZ	
TRAVEL AGENCY: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MEJORA DE UN PROYECTO STEAM....	353
JJ SANTAENGRACIA, B PALOP	
PEQUEÑOS STEAMERS.....	357
LP GIL RAMOS	
SITUACIONES DE APRENDIZAJE STEAM BASADAS EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA: ESTRATEGIAS Y RECURSOS PARA EL AULA	361
L MORENO MARTÍNEZ	
EXPERIENCIAS MANIPULATIVAS PARA TRABAJAR LOS CONTENIDOS DE FÍSICA Y QUÍMICA EN SECUNDARIA.....	365
L BLANCO GAYO, MA CABRERA CAMARGO, M ORTEGA CASTRO	
HOW TO MOTIVATE MATH CLASS AND NOT DIE TRYING	369
MA MATEOS CAMACHO	
IMPLEMENTACIÓN DE EXPERIENCIAS EDUCATIVAS STEM EN EDUCACIÓN PRIMARIA: ANÁLISIS DE BENEFICIOS COGNITIVOS Y AFECTIVOS	373
G MARTÍNEZ BORREGUERO, FL NARANJO CORREA, M MATEOS NÚÑEZ, T ALGABA ALISEDA	
INTEGRACIÓN DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA OBLIGATORIA. UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE Y SERVICIO	377
MARTA MIGUEL BORGE, BEATRIZ PÉREZ LONGO, HERNÁN GONZALO-ORDEN	
MATEMÁTICAS, TECNOLOGÍA Y APRENDIZAJE-SERVICIO: UNA EXPERIENCIA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA UTILIZANDO EL DISEÑO E IMPRESIÓN 3D	381
MA FUERTES-PIETO, BM ALONSO-RUANO, MM RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, D RODRÍGUEZ-MUELAS, M ÁLVAREZ-DÍEZ	
ABORDANDO LA CIENCIA DE MANERA REAL EN EDUCACIÓN SECUNDARIA: APRENDIENDO A DESARROLLAR UNA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.....	387
O SEGUNDO-MENDOZA, BJ ALMARÁN-ALARCÓN, A MACÍAS-GARCÍA, M SAIZ-MIGUEL	
TALLERES STEM EN LA EXPOCIENCIA UNILEON. UNA EXPERIENCIA DE ÉXITO	393
C PALENCIA, J DE-PRADO-GIL, R MARTÍNEZ-GARCÍA, P GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, FJ FRAILE-FERNÁNDEZ	
INICIATIVAS PARA NIÑOS Y NIÑAS EN MATERIAS STEAM: CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	399
R ARROYO, S GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, L ALAMEDA CUENCA-ROMERO, A RODRIGO-BRAVO, V CALDERÓN	
EL LABORATORIO DE LAS EMOCIONES. EXPERIENCIA STEAM EN CIENCIAS SOCIALES DESDE UNA PERSPECTIVA CUANTITATIVA	403
MP RÍOS-DE-DEUS, ML RODICIO-GARCÍA	

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE Y SERVICIO EN EL MÁSTER DEL PROFESORADO.....	409
R ABAJO ATANES	
EL LABORATORIO DE LAS EMOCIONES. EXPERIENCIA STEAM EN CIENCIAS SOCIALES DESDE UNA PERSPECTIVA CUALITATIVA	413
ML RODICIO-GARCÍA, MP RÍOS-DE-DEUS	
APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA.....	419
S GONZÁLEZ PÉREZ, A GODED MERINO, AM EFF-DARWICH PEÑA, MB DÍAZ LEÓN, J MARRERO VERDE	
BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN STEAM EN LOS PROYECTOS DE AULA	423
J CERVANTES CLEMENTE, S ESTEVE DE LA PASIÓN	
SEVILLA SONORA: UNA PROPUESTA STEAM PARA LA EDUCACIÓN ARTÍSTICA.....	429
A SORIA-VÍLCHEZ, L MONDÉJAR MUÑOZ	
MÁS ALLÁ DE ADA	435
S CARRERA CUADRADO	
WHAT ABOUT QUALITY IN STEM PROYECTS? ERASMUS+ PROJECT: READY TO INNOVATE: MATHS&SPORTS4ALL	439
V BAÑOS-MARTÍNEZ, AA LÓPEZ GALLEGO, A GONZÁLEZ SANTA OLALLA	
SOUND CREATION WITH SOUND COOL AND TRANSVERSAL COMPETENCES IN TEACHER TRAINING: A STEAM EXPERIENCE	445
Y BLANCO GARCÍA, P COCA JIMÉNEZ, J SASTRE MARTÍNEZ, A GÓMEZ ANDRÉS, N CORTÉS MELERO	
BLOQUE 3.....	449
La formación y el desarrollo profesional docente en el ámbito de la educación STEAM. Teacher training and professional development in the field of STEAM education	
FORMACIÓN PERMANENTE DEL PROFESORADO STEAM QUE SE OFRECE DESDE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN ESPAÑA	451
A MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, A SANTAMARÍA-HERRERA	
EL PAPEL DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL. BÚSQUEDA DE RESPUESTAS, ANÁLISIS Y CONCIENCIACIÓN EFECTIVA.....	455
A GODED MERINO, S GONZÁLEZ PÉREZ, A EFF-DARWICH PEÑA	
ECONOMÍA CIRCULAR CON ÓPTICA STEAM PARA LA FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO NO UNIVERSITARIO EN CASTILLA Y LEÓN.....	461
A HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ	
RECURSOS DE ÁMBITO INTERNACIONAL PARA EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y QUÍMICA EN SECUNDARIA.....	467
D AGUIRRE MOLINA	
FORMACIÓN DOCENTE DE LA ENSEÑANZA STEAM EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA REVISIÓN DESCRIPTIVA	471
MÁ DURÁN VINAGRE, A DE LA HOZ SERRANO, GM GÓMEZ ALEXANDRE, C ESCUDERO CLIMENT, S SÁNCHEZ HERRERA, J CUBERO JUÁNEZ	
A DIFFERENT WAY OF ORGANISING A SCIENCE TEACHING COURSE FOR PROSPECTIVE PRIMARY SCHOOL TEACHERS	475
A EFF-DARWICH, S GONZÁLEZ PÉREZ, A GODED MERINO, B DÍAZ LEÓN, J MARRERO VERDE	
THE USE OF OPENSOURCE TOOLS TO DEVELOPE AND PUBLISH DIGITAL INTERACTIVE OPEN EDUCATIONAL RESOURCES (OER)	479
I ALI GAGO	

¿QUÉ CAPACIDAD DE DETECCIÓN DE UNA “FAKENEW” TIENEN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES MOVILIZANDO SUS CONOCIMIENTOS STEM?.....	483
JR GIRÓN-GAMBERO, J OLEA ARIZA, E SAN ANDRÉS SERRANO	
LA COMPETENCIA EN ARGUMENTACIÓN EN EL MARCO DE LA EDUCACIÓN STE(A)M: UNA PROPUESTA PARA SU DESARROLLO EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE LA ESPECIALIDAD EN PROCESOS SANITARIOS	487
JI CRESPO-GÓMEZ, C GARCÍA-RUIZ, T LUPIÓN-COBOS	
LA COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE DEL PROFESORADO DE LAS ÁREAS STEAM.....	493
JF ÁLVAREZ-HERRERO	
FOMENTO DE LA COMPETENCIA DIGITAL Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LAS FAKE NEWS	497
E LÓPEZ-IÑESTA, MÁ QUEIRUGA-DIOS, MT SANZ, A FORTE, D GARCÍA-COSTA, D HERREROS, BOTELLA-MASCARELL, S RUEDA, L. MONSALVE-LORENTE, E ÁLVAREZ-GARCÍA, F GRIMALDO	
TEACHING STEAM BY EXAMPLE. INTEGRATING THE TEACHERS TO INTEGRATE THE DISCIPLINES.....	501
B PALOP, M.A. LÓPEZ-LUENGO	
EVOLUCIÓN DE VARIABLES COGNITIVAS Y AFECTIVAS DE MAESTROS EN FORMACIÓN: DISEÑO DE TALLERES PRÁCTICOS BASADOS EN LA INTEGRACIÓN STEM	507
M MATEOS NÚÑEZ, G MARTÍNEZ BORREGUERO, FL NARANJO CORREA	
INNOVATION IN TEACHER TRAINING IN ITALY: THE INNOVAMENTI INITIATIVE	511
MIRKO LABBRI	
COMPETENCIAS STEAM PARA UNA SOCIEDAD TECNOLÓGICAMENTE AVANZADA: UNA VISIÓN DESDE CASTILLA Y LEÓN.....	515
R BAELO ÁLVAREZ, MÁ TURRADO SEVILLA, E GÓMEZ MUÑOZ, R CAÑÓN RODRÍGUEZ, S GARCÍA MARTÍN, RE VALLE FLÓREZ, M GRANDE DE PRADO, A NATAL DELGADO, D VÁZQUEZ BLANCO, LM LORENZANA GARCÍA, J FERRERO GONZÁLEZ, FM GARCÍA RODRÍGUEZ, J MARRODÁN GIRONÉS, JM CAMINERO MELERO	
ENSEÑANZA MAYÉUTICA Y ENSEÑANZA BANCARIA: ¿DÓNDE SE SITÚA LA ENSEÑANZA STEAM?	519
S LÓPEZ-PÉREZ	
LA INSPECCIÓN EDUCATIVA COMO FACTOR CLAVE EN LA PUESTA EN MARCHA DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA STEAM EN LOS CENTROS EDUCATIVOS.....	523
MÁ TURRADO SEVILLA, R BAELO ÁLVAREZ, A NATAL DELGADO, D VÁZQUEZ BLANCO, LM LORENZANA GARCÍA, J FERRERO GONZÁLEZ, FM GARCÍA RODRÍGUEZ, J MARRODÁN GIRONÉS, JM CAMINERO MELERO, E GÓMEZ MUÑOZ, R CAÑÓN RODRÍGUEZ, S GARCÍA MARTÍN, RE VALLE FLÓREZ, M GRANDE DE PRADO	
PRINCIPALES DESAFÍOS IDENTIFICADOS POR EL PROFESORADO EN LA PUESTA EN PRÁCTICA DE PROYECTOS STEAM	527
RE VALLE FLÓREZ, MÁ TURRADO SEVILLA, R BAELO ÁLVAREZ, E GÓMEZ MUÑOZ, R CAÑÓN RODRÍGUEZ, S GARCÍA MARTÍN, M GRANDE DE PRADO, A NATAL DELGADO, D VÁZQUEZ BLANCO, LM LORENZANA GARCÍA, J FERRERO GONZÁLEZ, FM GARCÍA RODRÍGUEZ, J MARRODÁN GIRONÉS, JM CAMINERO MELERO	

Prólogo

La educación es y será siempre un tema de actualidad, debate y reflexión, por lo que siempre es necesario crear foros de comunicación que permitan que el profesorado genere conexiones con el objetivo de compartir ideas, recursos, experiencias, buenas prácticas de innovación educativa o reflexiones. En particular, estos puntos de encuentro se hacen especialmente necesarios en momentos, como el actual estamos viviendo, en el que se están produciendo cambios en el enfoque de los currículos. Así, podemos ver que los currículos se están orientando a construirse en torno al desarrollo competencial del alumnado y orientan la enseñanza al logro de perfiles de salida competenciales, a la vez que apuestan por la integración de las disciplinas. Aunque esta integración de las disciplinas no es un concepto nuevo, más recientemente han surgido los enfoques educativos STEM (acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y STEAM (acrónimo de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en los que el desarrollo de las tecnologías puede favorecer esa integración disciplinar y, además, favorecer el logro de las competencias en el alumnado.

En este contexto, por lo tanto, es necesario pensar más allá en educación, *Thinking outside the box in education*, y diseñar nuevos contextos y nuevas formas de abordar los nuevos retos de la enseñanza y orientarla, a su vez, hacia el dotar de herramientas a nuestro alumnado para afrontar los retos personales y sociales, así como los desafíos del siglo XXI trabajando alineados a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible. Entre otros elementos, requiere la interconexión entre el profesorado de todas las etapas educativas, las comunidades, las instituciones y todas las organizaciones interesadas en la educación y en su mejora.

Así pues, los capítulos que aquí se presentan surgen de las comunicaciones presentadas en el I Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM, celebrado en La Estación de la Ciencia y Tecnología, en Burgos, del 12 al 15 de abril de 2023. Entre los objetivos del congreso se destaca precisamente el servir de foro de comunicación y el crear un espacio de reflexión e intercambio entre docentes de todas las disciplinas y etapas educativas, participando, por tanto, profesorado desde Educación Infantil hasta Universidad, además de otros agentes representantes de organizaciones e instituciones interesadas en la educación. Así pues, estas conexiones enriquecen al público participante a partir de la visión desde múltiples perspectivas. Otro de los objetivos, igualmente importante y orientado principalmente al público asistente, profesorado también de todas las etapas educativas y que han seguido el congreso presencialmente o su retransmisión en directo, o a través de las sesiones de videoconferencias en el caso de la modalidad online, ha sido el mostrar que otra forma de hacer es posible. Mostrar que docentes de todo el mundo ya están embarcados, algunas y algunos desde hace mucho tiempo, en ese camino de mejorar la educación, y mostrando también que mejorar la educación es posible. Mostrando a la sociedad que no existe una dicotomía entre el aprendizaje de conceptos y el desarrollo de competencias, de forma que se puede educar al alumnado trabajando todos los aspectos necesarios para su desarrollo social, académico y profesional. No hay que olvidar otro de los objetivos perseguidos en este congreso: invitar a la participación a alumnado de Educación o en general alumnado que está desarrollando algún proyecto educativo, de forma que pueda también enriquecer y enriquecerse con los trabajos y estudios intercambiados y que, al mismo tiempo, le sirva como toma de contacto con este tipo de eventos tan necesarios. Por último, indicar también el objetivo de dar a conocer este espacio de celebración, La Estación de la Ciencia y la Tecnología, unas instalaciones a disposición del profesorado y de la ciudadanía en general que tiene a su vez el fin de servir de espacio de conexión y generación de cultura.

Solo resta agradecer a las personas que participaron con sus comunicaciones y a los asistentes. También, a las personas de los comités científico y organizativo, y al personal técnico, y, por supuesto, al personal de La Estación de la Ciencia y la Tecnología. Y, particularmente, al personal de la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Burgos por todo el apoyo prestado.

Nos emplazamos, entonces, al II Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM, en el que estamos ya trabajando con ilusión y con el que esperamos seguir creando sinergias y favoreciendo la creación de sinergias entre personas e instituciones interesadas en la enseñanza.

¡Hasta pronto!

María Diez Ojeda
Miguel Ángel Queiruga Dios
Presidenta y presidente del congreso

Foreword

Education is and always will be a current topic, debate and reflection, so it is always necessary to create discussion forums that allow teachers to generate connections with the aim of sharing ideas, resources, experiences, good practices in educational innovation or reflections. In particular, these meeting points are especially necessary at times, like the current one we are experiencing, in which changes are taking place in the focus of the curricula. Thus, we can see that the curricula are being oriented to be built around the competence development of the students and guide teaching towards the achievement of their competence output profiles, at the same time that curriculums are committed to the integration of the disciplines. Although this integration of disciplines is not a new concept, more recently STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) and STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) educational approaches have emerged in which the development of technologies can favor this disciplinary integration and, in addition, favor the achievement of the competences in the students.

In this context, therefore, it is necessary to think further in education, *Thinking outside the box in education*, and design new contexts and new ways of addressing the new challenges of teaching and guide it, in turn, towards providing tools our students to face personal and social challenges, as well as the challenges of the 21st century, working in line with the Sustainable Development Goals. Among other elements, it requires the interconnection between teachers of all educational stages, communities, institutions and all organizations interested in education and its improvement.

Thus, the chapters presented here arise from the communications presented at the I International Congress of STEAM educational experiences, held at La Estación de la Ciencia y Tecnología (*The Science and Technology Station*), in Burgos, from April 12 to 15, 2023. Among the objectives of the congress stands out precisely for serving as a communication forum and creating a space for reflection and exchange between teachers of all disciplines and all educational stages, therefore participating teachers from Early Childhood Education to University, as well as other agents representing organizations and institutions. interested in education. Thus, these connections enrich the participating public from the vision from multiple perspectives. Another of the objectives, equally important and aimed mainly at the attending public, teachers also from all educational stages and who have followed the congress in person or its live broadcast, or through videoconference sessions in the case of the online modality, has been to show that another way of doing things is possible. Show that teachers from all over the world are already embarked, some and some for a long time, on this path of improving education, and also showing that improving education is possible. Showing society that there is no dichotomy between the learning of concepts and the development of skills, so that students can be educated by working on all aspects necessary for their social, academic and professional development. We must not forget another of the objectives pursued in this congress: to invite the participation of Education students or students in general who are developing an educational project, so that they can also enrich themselves with the work and studies exchanged and that at the same time will serve as a contact with this type of much-needed event. Finally, also indicate the objective of publicizing this space for celebration, La Estación de la Ciencia y Tecnología, facilities available to teachers and the general public that in turn have the purpose of serving as a connection space and generation of culture.

It only remains to thank the people who participated with their communications and the attendees. Also, to the people of the scientific and organizational committees, and to the technical staff, and, of course, to the staff of The Science and Technology Station. And, especially, to the staff of the Scientific Culture Unit of the University of Burgos for all the support provided.

So, we are summoned to the II International Congress of STEAM educational experiences, in which we are already working with enthusiasm and with which we hope to continue creating synergies and favoring the creation of synergies between people and institutions interested in teaching.

See you soon!

María Díez Ojeda
Miguel Ángel Queiruga Dios
Chairperson

BLOQUE DE PLENARIAS

**Comunicaciones plenarias.
Plenary communications**

ASTRONOMIA NA ESCOLA: DA MEDIÇÃO DE SOMBRAS E LUZ, AO USO DE TELESCÓPIOS ROBÓTICOS

A FOLHAS

NUCLIO- Núcleo Interativo de Astronomia e Inovação em Educação. Lisboa; Portugal;

CITEUC-Centro de Investigação da Terra e do Espaço da Universidade de Coimbra; Coimbra; Portugal.

alvaro.folhas@gmail.com

Abstract

A astronomia está presente nas nossas vidas desde o dia em que nascemos, e é conhecido o fascínio que desperta em pessoas de todas as idades. Permitindo percorrer conceitos de diferentes domínios do conhecimento, proporciona atividades e experiências interdisciplinares de baixo custo, mas de elevado potencial didático. Recorrendo a estas atividades com astronomia, consolidam-se aprendizagens criando uma visão interdisciplinar holística, fundamental para interpretar a realidade e construção de aprendizagens significativas. Acresce ainda que estas atividades estimulam a observação, registo de dados e análise dos fenómenos que a envolvem, proporcionando condições para o desenvolvimento de competências científicas e *soft skills*.

Keywords

Astronomia; Didática; Educação; Telescópios robóticos; Tamanho das sombras; Interdisciplinaridade. .

1. INTRODUÇÃO

A OCDE, preocupada com o futuro das nações, elaborou o plano “**Educação 2030: O Futuro da Educação e Competências**” (OECD *Future of Education and Skills 2030*, 2021) levanta questões sobre que conhecimentos, atitudes, valores e competências devem ser trabalhadas nas escolas de modo a preparar os nossos jovens alunos, nomeadamente em matéria de emprego, ambiente, ou problemas sociais. Para que esta intenção se concretize é necessário, antes de mais, envolver os alunos na Ciência, ajudando-os a adquirir conhecimentos e a desenvolver atitudes e competências que possam responder aos desafios do futuro. Mas como motivar e mobilizar os alunos para o conhecimento?

Trazer a Astronomia para a Escola pode ser uma estratégia. As manifestações do Universo e das leis que o regem estão presentes em todos os minutos da nossa vida, seja na sucessão dos dias e das noites, estações do ano, fases da lua, movimento aparente do Sol, marés, entre tantas outras que integram o nosso quotidiano. Além disso, a Astronomia percorre conceitos que vão da ciência fundamental à ciência aplicada de vanguarda, enquadradas de forma interdisciplinar. Acresce dizer ainda que são muitas as evidências da literatura que a Astronomia exerce um enorme fascínio em pessoas de qualquer idade, o que do ponto de vista motivacional é de extrema relevância. Trata-se de uma Ciência que nos leva aos limites, do infinitamente grande ao infinitamente pequeno, das mais altas temperaturas ao quase zero absoluto (Hansmeier, 2023). Proporciona experiências que fomentam o desenvolvimento de uma larga variedade de competências e habilidades fundamentais para os desafios do futuro (Trumper, 2006). Permite ainda abraçar a dimensão filosófica sobre valores relacionados com a nossa existência no planeta Terra, a análise das fronteiras políticas vistas do Espaço e a ideia ecológica da preservação do ambiente.

2. A ASTRONOMIA E A INTERDISCIPLINARIDADE

Contrariamente ao que muitos possam pensar, a exploração didática da Astronomia não requer necessariamente saber manejar telescópios, nem ter um profundo conhecimento sobre o céu profundo e a localização de cada objeto astronómico. Essa perspetiva da Astronomia intimida os professores que, na sua maioria, apresentam um enorme défice de formação de base nesta área do conhecimento (Kiroglu, 2015, Langhi & Nardi, 2005). Assim, importa apresentar algumas sugestões de atividades que permitam ajudar os docentes neste domínio, proporcionando condições para consolidação de conceitos de diferentes áreas disciplinares, estabelecendo ao mesmo tempo pontes de interdisciplinaridade entre elas, capazes de ajudarem os alunos a construir

uma melhor interpretação do mundo em redor, produzindo aprendizagens significativas, e promovendo o desenvolvimento de múltiplas competências.

3. DAS SOMBRAS AO CONHECIMENTO

O primeiro conjunto de atividades recorre apenas ao uso de sombras para ensinar a medir, registar dados e determinar informação. Para o desenvolvimento destas atividades precisamos apenas de um parafuso comprido de cabeça plana, que desempenhará o papel de gnómon, um relógio e uma folha de papel milimétrico. Acresce ainda utilizar alguns instrumentos de medida como um nível de bolha, um paquímetro, e uma régua.

3.1. Altura do Sol, meio-dia solar e orientação geográfica

O objetivo é avaliar o tamanho e orientação da sombra do gnómon durante um período de tempo que contemple o meio-dia solar. Este processo deve ser desenvolvido afirmando a necessidade do rigor na medição e no processo. Por essa razão, importa questionar o aluno sobre a importância do plano ser perfeitamente horizontal para a medição da sombra, tendo em conta os objetivos da experiência previamente discutidos. A espessura do parafuso também deve ser discutida e equacionada, de modo a minimizar os erros na dimensão da sombra. Os registos devem ser feitos em intervalos de tempo regulares, para reforçar a importância do método no trabalho científico. Assim, o aluno apercebe-se se há ou não regularidade na alteração, quer do comprimento, quer da direção das sombras, podendo estimar com mais rigor, o momento em que acontece o meio-dia solar, e o comprimento da respetiva sombra, mesmo que este não coincida com uma das leituras diretas realizadas. Todo este processo ajudará o aluno a entender a importância de usar o método sistemático em Ciência, adquirindo desta forma, e neste processo, variadas competências científicas aplicáveis em todos os domínios da Ciência.

Mas, voltando ao propósito da experiência, o aluno, determinando o tamanho da sombra do gnómon ao meio-dia solar, pode agora determinar a altura máxima do Sol na abóbada celeste e a orientação geográfica da sombra. Todo este processo envolverá pensamento abstrato a partir da observação dos factos. O grau de elaboração dependerá do nível de ensino em que se aplica a experiência, envolvendo diferentes conceitos de diferentes áreas, de modo que a exploração da experiência seja o mais rica possível na sua consolidação. Como exemplo disso, apliquei esta experiência no ensino secundário (15-16 anos), recorrendo a análise digital de vídeo para determinação do tamanho mínimo da sombra, criando para o efeito uma variável d , obtida a partir da dimensão das respetivas componentes horizontal e vertical, no referencial do papel milimétrico, usando o Teorema de Pitágoras.



Figura 1. Utilização do Tracker para determinação da sombra mínima.

Sabendo o tamanho da sombra e do gnómon, determina-se algebricamente a altura do Sol através do conceito trigonométrico de tangente. Contudo, para os alunos mais novos, temos que usar uma abordagem mais simplista, mas igualmente rigorosa. Começaria por discutir e salientar alguns cuidados prévios na realização da experiência, nomeadamente ter o papel bem fixo no suporte e não alterar a posição desse suporte durante a experiência. Neste contexto, poderiam fazer as medições diretas das sombras com uma régua, registando os respetivos tempos de observação. Desta forma, unindo os pontos de sombra máxima, determinam, nesta linha, o menor dos comprimentos, estimando a respetiva hora (meio-dia solar), e obtendo também a orientação da sombra - a direção Norte, a qual teria que ser fruto de discussão e análise relativamente ao conhecimento da posição aparente do Sol, recorrendo, por exemplo, ao Stellarium. Estes alunos mais novos, mesmo sem terem

aprendido trigonometria, podem determinar a altura do Sol, bastando para isso representarem numa folha de papel, de forma proporcional, o triângulo retângulo definido pelo gnômon e pela respetiva sombra, medindo posteriormente o ângulo com um transferidor.

3.2. Latitude e Longitude

Para determinar a Latitude no hemisfério Norte, podemos improvisar um quadrante com um simples transferidor, uma palhinha de refresco, um fio com uma massa numa extremidade, e fita-cola para unir estes elementos. O aluno, recorrendo a um esquema, facilmente irá perceber que o ângulo formado entre o prumo (vertical) e a palhinha que aponta a Polaris, representa a Latitude do lugar. Mais do que uma linha no planisfério ou no globo, a Latitude passa a ter um significado físico, obtido pelo próprio aluno por análise dos conceitos geométricos associados ao esquema que se inscreve na experiência que realizou. Este mesmo processo pode ser depois explorado noutros contextos como na determinação da altura de um edifício ou de uma árvore.

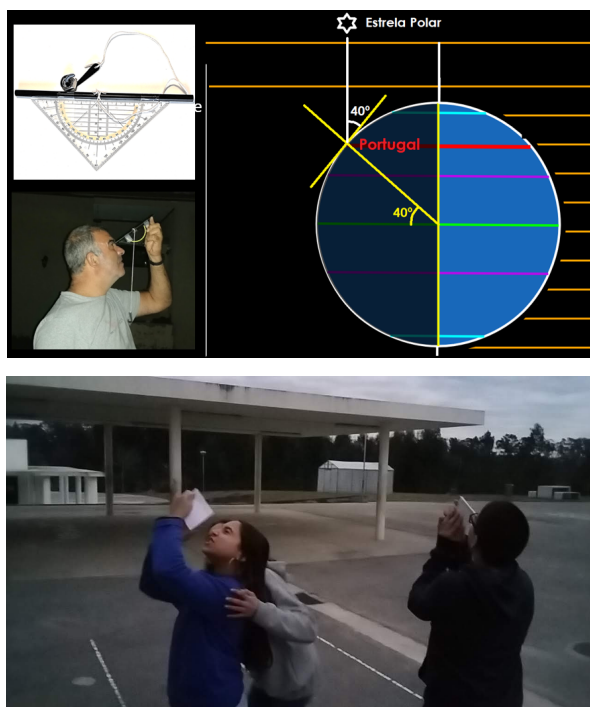


Figura 2a. imagem do instrumento e sua utilização, e esquema evidenciando o conceito.

Figura 2b. Utilização pelos alunos em contexto.

Podemos também explorar a Latitude a partir da experiência anterior, recorrendo à sombra do gnômon ao meio-dia solar, num dos Equinócios. Esta análise exploratória passaria pela avaliação do ângulo de incidência dos raios solares no local, e no equador, consolidando conceitos sobre Geometria, Física, Geografia a partir da posição da Terra em relação ao Sol neste momento particular.

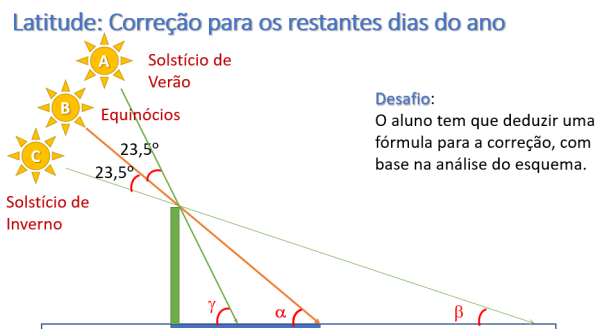


Figura 3. Esquema da variação da altura do Sol e respetivo comportamento das sombras.

Posteriormente poderia ser explorada a variabilidade da altura do Sol entre os Equinócios e os Solstícios de Verão e de Inverno, e as respetivas dimensões das sombras produzidas, desafiando o aluno a construir uma expressão algébrica de correção.

Para explorar o conceito de Longitude podemos socorrer-nos também do Stellarium, comparando o desfasamento de tempo entre o meio-dia solar no local escolhido e em Greenwich (meridiano de referência). Tendo o aluno previamente determinado a duração de tempo para cumprir um grau de rotação da Terra (quatro minutos), este facilmente iria determinar quantos graus separam estas duas localizações, determinando a longitude do observador. Os alunos conseguem deste modo, dar substância ao conceito, ligando melhor a Geografia à Física e à Astronomia, percebendo melhor quer o conceito de Longitude, quer o de fuso horário.

3.3. Eratóstenes e a determinação do Perímetro da Terra

Percebidos os conceitos de Latitude e Longitude, bem como a posição aparente do Sol ao meio-dia solar no Equinócio, é obrigatório explorar, neste contexto, a experiência de Eratóstenes para a determinação do perímetro da Terra. Uma experiência plena de interdisciplinaridade e que oferece diferentes abordagens conforme o nível etário dos alunos envolvidos. Podemos juntar à Astronomia, Física, Matemática e Geografia, também a História, as expressões dramáticas, as expressões visuais, entre outras disciplinas para afirmar a importância da observação e do desenvolvimento do pensamento crítico, da curiosidade e do espírito investigativo dos estudantes.



Figura 4. Realização da experiência de Eratóstenes na Escola Básica de Fermentelos.

A escolha do Equinócio para a experiência não é imperiosa, apenas facilitadora porque temos uma referência conhecida – o Sol, no zénite no equador (mesma longitude e instante). Esta experiência pode ser realizada entre duas escolas distantes entre si, em longitudes semelhantes, determinando os ângulos no mesmo instante e a devida análise exploratória.

4. ILUMINADOS PELA LUZ E PELA IMAGEM

Este conjunto de atividades centra-se na luz para determinações astronómicas tais como os diâmetros solar e lunar, e as distâncias que nos separam. Também aqui se faz uso de materiais simples e disponíveis. Estas atividades seguem um itinerário dentro de um pacote de pequenos ensaios e respetivas análises exploratórias.

4.1. Determinação do diâmetro solar

A primeira experiência deste conjunto tem como propósito a determinação do diâmetro solar a partir da projeção da luz solar num alvo, após a sua passagem num pequeno orifício (*pinhole*).

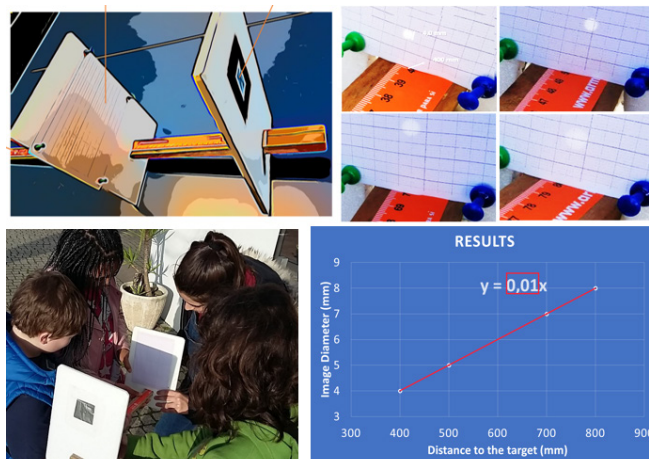


Figura 5. Determinação do diâmetro solar.

Poderia realizar-se esta determinação usando um alvo fixo em relação ao *pinhole*, por proporcionalidade direta. Em vez disso, esta abordagem deslocando o alvo, permite a análise gráfica, tornando a experiência mais rica. Com várias leituras, da proporcionalidade direta, os alunos produzem uma reta (1), conforme apresentado na imagem 6. Assim, esta experiência, para além de permitir a abordagem da Física (ótica), e da Matemática (geometria), passou a permitir explorar a minimização dos erros sistemáticos, a representação gráfica e declive da reta, e a determinação do valor para o diâmetro solar.

$$\frac{D_i}{d_i} = \frac{D_{Sol}}{d_{Sol}} \Leftrightarrow D_i = \frac{D_{Sol}}{d_{Sol}} \times d_i \quad (1)$$

Legenda: D_i - Diâmetro imagem; D_{Sol} - Diâmetro solar;
 d_i - distância do foco à imagem; d_{Sol} - distância do foco ao Sol (150 000 000 km)

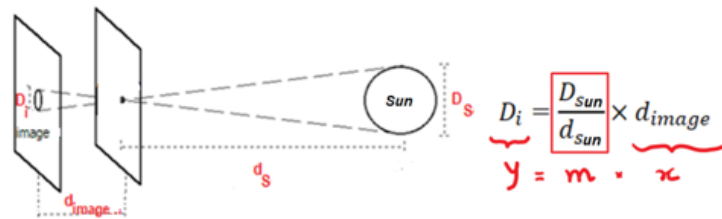


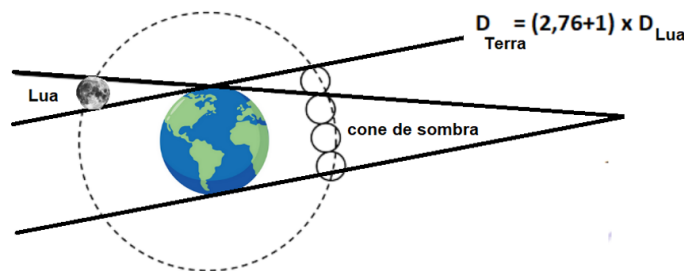
Figura 6. Esquema do instrumento.
 (não está à escala)

4.2. Determinação do diâmetro lunar e da distancia da Terra à Lua

Uma simples imagem pode ser um livro aberto à descoberta. Uma fotografia de um eclipse lunar pode ser o suficiente para estimar o diâmetro lunar (a partir do diâmetro da Terra descoberto antes), e um eclipse solar total mostra que o diâmetro angular aparente da Lua e do Sol são semelhantes, permitindo estabelecer relações capazes de nos permitirem estimar quer o diâmetro da Lua, quer a sua distância à Terra, mais uma vez escolhendo a abordagem didática que se ajusta ao nível etário dos alunos.

Medições com a régua: $D_{Terra} = 13,8$ cm ; $D_{Lua} = 5,0$ cm

$$\frac{D_{Terra}}{D_{Lua}} = \frac{13,8}{5,0} = 2,76 \text{ mas}$$



$$D_{Lua} = \frac{1}{3,76} \times D_{Terra} = 0,266 \times 12800 \text{ km} = 3404 \text{ km}$$

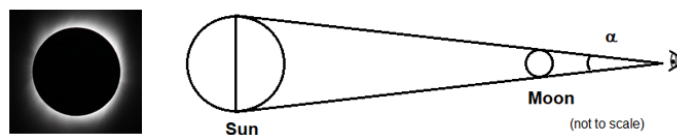


Figura 7. Esquemas para determinação do diâmetro lunar e distância Terra-Lua.

5. PESQUISA DE ASTEROIDES E TELESCÓPIOS ROBÓTICOS NA ESCOLA

A utilização dos telescópios robóticos em contexto educativo tem-se apresentado em projetos desenvolvidos para as escolas, pode representar uma alavanca motivacional, ainda que seja ainda pouco expressivo

o número de escolas que se socorrem destes tipo de recursos, pelo que a transformação educacional esperada do uso dessa tecnologia ainda não foi alcançada, pelo menos na escala compatível com os avanços técnicos disponíveis (Gomez & Fitzgerald, 2017). Importa por isso explorar estes recursos criando, a partir deles, atividades educativas capazes de ensinar Ciência fazendo Ciência, e preparando os alunos com as competências necessárias aos desafios do futuro.

5.1. Pesquisa de asteroides

O Programa *International Astronomical Search Collaboration (IASC)* é um programa de ciência cidadã que fornece dados astronómicos de alta qualidade para as Escolas de todo o mundo. Em traços gerais, este Programa organiza um conjunto de campanhas de pesquisa de asteroides ao longo do ano, em colaboração com entidades em cada país que fazem a divulgação e gestão do processo junto das escolas participantes, organizando a respetiva campanha e constituindo um suporte de apoio, quer na interface com a equipa IASC, quer no apoio ao desenvolvimento da atividade, nomeadamente na utilização do software *Astrometrica* disponibilizado aos participantes. Em Portugal, cabe ao NUCLIO (Núcleo Interativo de Astronomia e Inovação em Educação) esta missão desde 2007, tendo proporcionado mais de 60 campanhas a escolas numa média de 20 equipas por campanha. Até à data, foram registados milhares de descobertas de objetos preliminares, dos quais 188 foram já verificadas e reconhecidas como descobertas provisórias de asteroides pelo *Minor Planet Center (MPC)*, aguardando-se, num período de três a cinco anos novas deteções destes mesmos objetos. Se tal acontecer, estas descobertas passarão a definitivas, ficando bem definidas as respetivas trajetórias, e passando então a integrar a lista de objetos conhecidos no Sistema Solar, cabendo aos autores da descoberta a atribuição do nome pelo qual ficarão conhecidos. Exemplos de asteroides que já concluíram este processo, e estão consolidados como objetos do Sistema Solar temos o Lusitano (https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html#/?sstr=500170) e o Fado (https://ssd.jpl.nasa.gov/tools/sbdb_lookup.html#/?sstr=541741), nomes atribuídos pelos alunos portugueses responsáveis pelas descobertas. Além das escolas que participam regularmente nas nossas campanhas de pesquisa de asteroides, temos agora uma equipa formada por alunos de diferentes idades, oriundos de escolas de todo o país, que gostam particularmente de astronomia, mas não têm nas respetivas escolas quem os acompanhe em atividades desta área do conhecimento.

5.2. Utilização de Telescópios robóticos

Já foi salientada a importância de utilizar na sala de aula telescópios situados em diferentes pontos do globo, proporcionando aos alunos a experiência de explorar a noite noutra lugar enquanto decorre o seu período diurno escolar. A rede de telescópios do *Las Cumbres Observatory (LCO)* disponibiliza tempo de utilização de telescópios em tempo real, permitindo assim a recolha de fôdes que atravessaram o Universo, nalguns casos durante milhões de anos, e que escolhemos, na aula, recolher e explorar. Só por si, este facto é acolhido pelos alunos com enorme entusiasmo, despertando neles a curiosidade e motivação. Mas podemos potenciar este efeito se explorarmos o assunto de forma interdisciplinar, abordando designadamente o fuso horário, as características da localização do observatório face à função que desenvolvem, a opacidade da atmosfera a determinados comprimentos de onda, a perceção visual da cor, as características e as causas das emissões luminosas oriundas dos gases das nebulosas, entre tantos outros assuntos que abraçam varias áreas do saber. O posterior processamento das imagens de nebulosas, galáxias, enxames estelares e outras estruturas do Universo, abre caminhos de entusiasmo, podendo ser materializadas depois em exposições na Escola, ou mesmo o desenvolvimento de estudos científicos sobre supernovas, exoplanetas, estádios da vida das estrelas, entre tantos outros desafios.

6. CONCLUSÃO

Vivemos tempos que requerem a formação de jovens com uma sólida formação científica que possam assegurar no futuro as respostas às necessidades da sociedade. Assim, há que reunir condições “(...) tanto para a preparação de futuros cientistas, como para a formação de cidadãos suscetíveis de participar na tomada fundamentada de decisões em torno de problemas sócio-científicos e sócio-tecnológicos cada vez mais complexos” (Cachapuz *et al.*, 2005). Este desafio só pode ter sucesso se promovermos abordagens didáticas e temas capazes de suscitar o interesse dos alunos, despertar o gosto pela Ciência, e produzir significados que estejam relacionados com a sua experiência quotidiana. Sendo a Astronomia uma área do conhecimento que congrega interdisciplinarmente inúmeras áreas do saber, ao mesmo tempo que exerce fascínio em todas as idades, im-

porta explorar este caminho na construção de significados unificadores do saber global e do desenvolvimento de uma sociedade informada e responsável.

A Astronomia proporciona uma enorme variedade de experiências de elevado interesse didático e valiosas para do desenvolvimento de competências e habilidades tão necessárias aos nossos alunos. É uma área científica que estabelece pontes da interdisciplinaridade tornando “o todo muito maior do que a soma das partes”, permitindo ainda explorar a Terra numa dimensão ecológica e holística, olhando-a como um todo, onde, por milagre, aconteceu Vida, não se conhecendo, em toda a imensidão do Universo, um local semelhante a este que importa preservar. Esta visão da Terra, vista de fora, ajuda a criar a visão de um mundo sem barreiras políticas, ideológicas ou culturais onde não caiba a discriminação. Cria um sentido de pertença ao mundo em vez do mundo que nos pertence. Pode abrir caminho para a identidade de uma nova geração de “**cosmopolitanos**”, no sentido de cidadãos do Cosmos, neste pequeno e fascinante ponto azul suspenso no Universo.

7. AGRADECIMENTOS

Agradeço à organização deste Congresso Internacional o convite que me endereçaram para participar, abrindo esta sessão plenária. Agradeço ainda ao NUCLIO todas as fantásticas experiências que me têm proporcionado ao longo dos anos, e a todos quantos têm colaborado comigo proporcionando-me condições e uma nova visão da Escola. Agradeço aos professores e alunos cujo entusiasmo na participação nas atividades que desenvolvo em Astronomia servem de tónico para continuar este caminho. Um agradecimento especial aos meus orientadores de doutoramento da Universidade de Coimbra (Prof. Dr. Piedade Vaz Rebelo e Prof. Dr. João Fernandes) pelo muito que aprendi com eles no desenvolvimento de estudos nesta área.

A todos o meu obrigado.

8. REFERENCIAS (Y NOTAS)

- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. de, Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Fourez, G. (2016). Crise no ensino de ciências? *Investigações em ensino de ciências*, 8(2), Artigo 2.
- Gomez, E. L., & Fitzgerald, M. T. (2017). Robotic telescopes in education. *Astronomical Review*, 13(1), 28–68.
- Hanslmeier, A. (2023). *Fascination Astronomy: A cutting-edge introduction for all those interested in the natural sciences*. Springer Nature.
- Kiroglu, K. (2015). Students Are Not Highly Familiar with Astronomy Concepts—But What about the Teachers?. *Journal of Education and Training Studies*, 3(4), 31–41.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2005). Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 2, 75–91.
- OECD *Future of Education and Skills 2030—OECD Future of Education and Skills 2030*. (2021, julho 14). <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers basic astronomy concepts—Sun-Earth-Moon relative movements—at a time of reform in science education. *Research in Science & Technological Education*, 24(1), 85–109.

CONSIDERACIONES ESTRATÉGICAS A PARTIR DE LA NUEVA AGENDA EUROPEA DE INNOVACIÓN

DRA. MARÍA BEGOÑA PEÑA-LANG, DR. FRANCISCO JAVIER FERNÁNDEZ CURTIELLA
Universidad del País Vasco UPV/EHU

Resumen

La presente ponencia se propone exponer una línea de investigación que respalda el conjunto de experiencias educativas prácticas desgranadas a lo largo de las cuatro jornadas precedentes del *I Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM*. Esta investigación queda enmarcada en su plano teórico en el concepto de competitividad regional, teniendo por objeto evidenciar la importancia estratégica de alinearse con la política europea plasmada en la *Nueva Agenda Europea de Innovación* y sostener la importancia de plantear consideraciones estratégicas que plasmen la política europea en universidades y centros educativos a través de la selección de variables clave como la Innovatividad Organizacional, resultando ello un factor decisivo para el desarrollo y el fortalecimiento de dicha competitividad.

La investigación contiene un estudio empírico para cuya realización se realizaron entrevistas semi-estructuradas y cuestionarios, aplicando la metodología *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA), para conocer respectivamente la visión de los vicerrectores y la de los estudiantes y egresados. Los resultados recogidos a través de esa muestra a nivel nacional, validaron el modelo teórico planteado y permiten ahora extraer una serie de consideraciones estratégicas que dan plena coherencia y valor al hecho de vincular esta línea de investigación con las experiencias educativas presentadas en el *Congreso*.

Palabras clave

Innovación, competitividad regional, Innovatividad Organizacional (IO), educación, estrategia.

De acuerdo con numerosos estudios (Kitson, Martin y Tyler, 2004; Atkinson, 2013; Batrakova, 2021), la competitividad de las regiones se ha convertido en uno de los campos de investigación económica más relevantes de las últimas décadas. Al respecto, Tumenova (2020) señala que tanto el aumento significativo de la competencia observado desde finales del siglo XX a todos los niveles como los procesos de regionalización en marcha exigen la búsqueda de nuevos enfoques para el estudio de la dinámica socioeconómica contemporánea, así como la elaboración de recomendaciones científicas y aplicadas que garanticen en la práctica el desarrollo competitivo de las economías regionales más pertinentes para la economía innovadora. Al respecto, Atkinson (2013) y Tumenova (2020) sostienen que la actual transición hacia un tipo de despliegue innovador se está convirtiendo en una prioridad clave para aumentar la competitividad regional. Al mismo tiempo, se está buscando un nuevo modelo de crecimiento económico y la articulación de métodos más eficaces para crear, implementar y utilizar ventajas competitivas basadas en la potenciación de las actividades innovadoras, convirtiendo así la innovación en un factor crítico permanente de éxito.

La Unión Europea se ha propuesto liderar la innovación en el ámbito de la tecnología, aprovechando mejor el estímulo que suponen las nuevas iniciativas empresariales en auge (*start-ups*) y respaldando decididamente las transiciones digital y ecológica, como piezas básicas de la política europea para el período 2021-2027. La visión de la Comisaria Mariya Gabriel al respecto sitúa la innovación en el núcleo mismo de las expectativas de crecimiento, alentando la competitividad, el progreso económico y la prosperidad de Europa. Según afirmaba en 2022: «Se acerca una nueva oleada de innovación: la innovación tecnológica profunda», que habrá de estar cimentada en la ciencia, la tecnología y la ingeniería de vanguardia, siendo transversal en ámbitos como el físico, el biológico o el digital, y explotando todo su potencial para ofrecer soluciones transformadoras frente a los grandes retos mundiales.

Consciente de esa necesidad urgente de impulsar la innovación, el 5 de julio de 2022 la Comisión Europea publica una Comunicación titulada *Nueva Agenda Europea de Innovación*¹, cuya finalidad es-

¹ COM(2022) 332

tratégica es fijar una política de innovación en el actual contexto geopolítico que pueda impulsar una recuperación sostenible y resiliente, acelerar la doble transición ecológica y digital, y asegurar la soberanía tecnológica de Europa. Esta *Nueva Agenda*, punto de inflexión respecto al modo como se hace la innovación en Europa, pretende desplegar veinticinco acciones específicas distribuidas en cinco pilares. Junto a la financiación para la expansión de las empresas emergentes de tecnología profunda, a la promoción de espacios controlados de experimentación, a la elaboración de políticas de innovación a todos los niveles coordinadas a través del Consejo Europeo de Innovación, y a la atracción y retención del talento en el campo tecnológico, se halla la creación de los denominados *Innovation Ecosystems* (IE). De acuerdo con Asheim y Gertler (2006), éstos se definen como aquellas infraestructuras institucionales de apoyo a la innovación dentro de la estructura productiva de una región. Más allá de los debates suscitados por el término (Thomas y Autio, 2019; Granstrand y Holgersson, 2020), así como de las críticas que su utilización ha recibido en lo que respecta al calificativo «eco», de inspiración biológica, y su analogía con los ecosistemas naturales, lo cierto es que este pilar se está plasmando en la paulatina creación de los denominados *valles regionales de innovación*, destinados a facilitar el desarrollo de proyectos interregionales concretos. Esta iniciativa emblemática supone un respaldo a las prioridades clave de la UE y tiene por objeto acelerar la innovación a través de diversas herramientas y hacer aflorar la excelencia en toda la UE, particularmente en aquellas regiones que presentan peores resultados en materia de innovación, aprovechando siempre las áreas estratégicas de fortaleza y especialización regional.

En coherencia con lo planteado, la UE ha puesto de manifiesto la conveniencia de volver a evaluar la manera en que se ha estado invirtiendo en innovación con el fin de adaptarse a esa nueva ola de innovación mediante el impulso a las innovaciones de tecnología profunda, basadas en las tecnologías avanzadas, a los progresos científicos y a la ingeniería. Para ello, la UE dispone del *European Innovation Scoreboard* (EIS), que facilita una evaluación de carácter comparativo entre los resultados que en materia de investigación e innovación presentan los Estados miembros de la UE y los que presentan terceros países seleccionados, reflejando los puntos fuertes y débiles vinculados a sus respectivos sistemas de investigación e innovación.

Esta evaluación está concebida para ayudar a los diversos países a considerar aquellas áreas concretas en las que urge concentrar esfuerzos para fomentar la innovación y potenciar su competitividad. La edición 2023 muestra en general una mejora de los Estados miembros y de sus regiones en el ámbito de la innovación, a pesar de las recientes crisis. Dentro de la escala que establece el informe para diferenciar entre países emergentes, moderados, fuertes y líderes desde el punto de vista de la innovación, se indica lo siguiente en relación a los resultados que arroja España: «Innovador Moderado con un rendimiento del 89,2% de la media de la UE. Los resultados están por encima de la media de los Innovadores moderados. Los resultados aumentan a un ritmo superior al de la UE (8,5% puntos). La diferencia de rendimiento del país con respecto a la UE es cada vez menor, aunque se halla aún por debajo de la media europea (Figura 1).

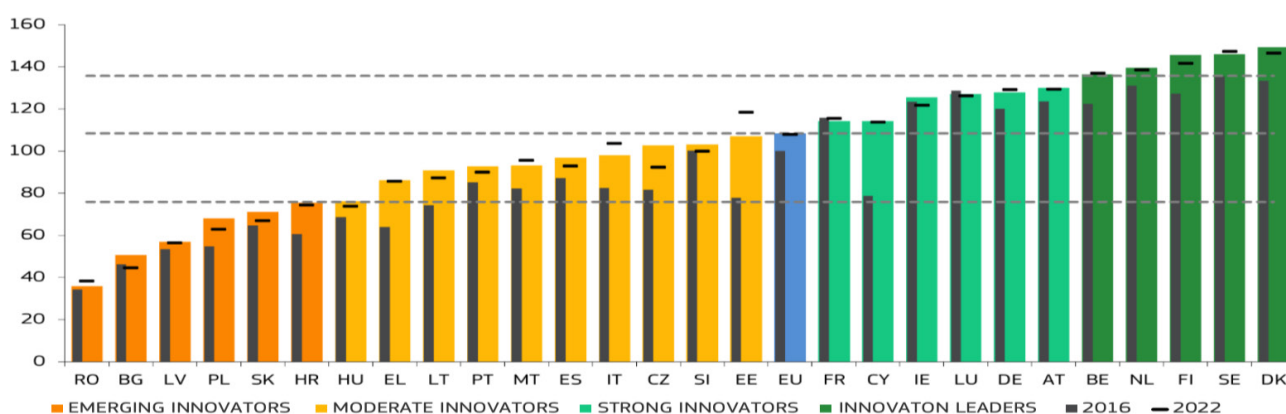


Figura 1.

Fuente: *European Innovation Scoreboard 2023 – Executive summary*. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/572275>

La conclusión que cabe extraer es que es momento de acelerar las medidas y acciones si queremos situarnos por encima de la media europea. En la línea de lo que señalan diversos autores (Arundel y

² European Commission (2023)

Hollanders, 2008; Hollanders, 2023), frente a la competencia mundial, el acelerado progreso tecnológico y la escasez de recursos, el desarrollo y aplicación de innovaciones se ha convertido en una condición necesaria para la mejora de la competitividad. En consecuencia, el apoyo a la innovación sigue siendo el principal reto para los gestores y los gobernantes, mientras que el propio concepto de innovación para las empresas, las regiones y los países es considerado un campo de investigación importante (Bielińska-Dusza y Hamerska, 2021).

Estrechamente ligado al EIS, se halla el *Regional Competitiveness Index* (RCI), elaborado por la Comisión Europea cada tres años desde 2010 con el propósito de contrastar la capacidad de las regiones para ofrecer un entorno atractivo y sostenible para empresas y ciudadanos. Este Índice, según explica la propia Comisión Europea, mide, utilizando un extenso conjunto de indicadores, los principales factores de competitividad de todas las regiones de la UE. Las herramientas de visualización que ofrece la Comisión³ permiten comprobar que las regiones españolas no presentan buenos resultados y deben mejorar si quieren situarse en la media europea (Figura 2). Como se ha sugerido (Arancegui, 2009; Ohetal., 2016; Pidorycheva *et al.*, 2020), las regiones se entienden cada vez más como aglomeraciones ecosistémicas de entidades organizativas, instituciones o agentes interesados con objetivos, prioridades, expectativas y comportamientos socio-técnicos, socio-económicos y socio-políticos que persiguen a través de acciones, reacciones e interacciones el desarrollo empresarial de las regiones.

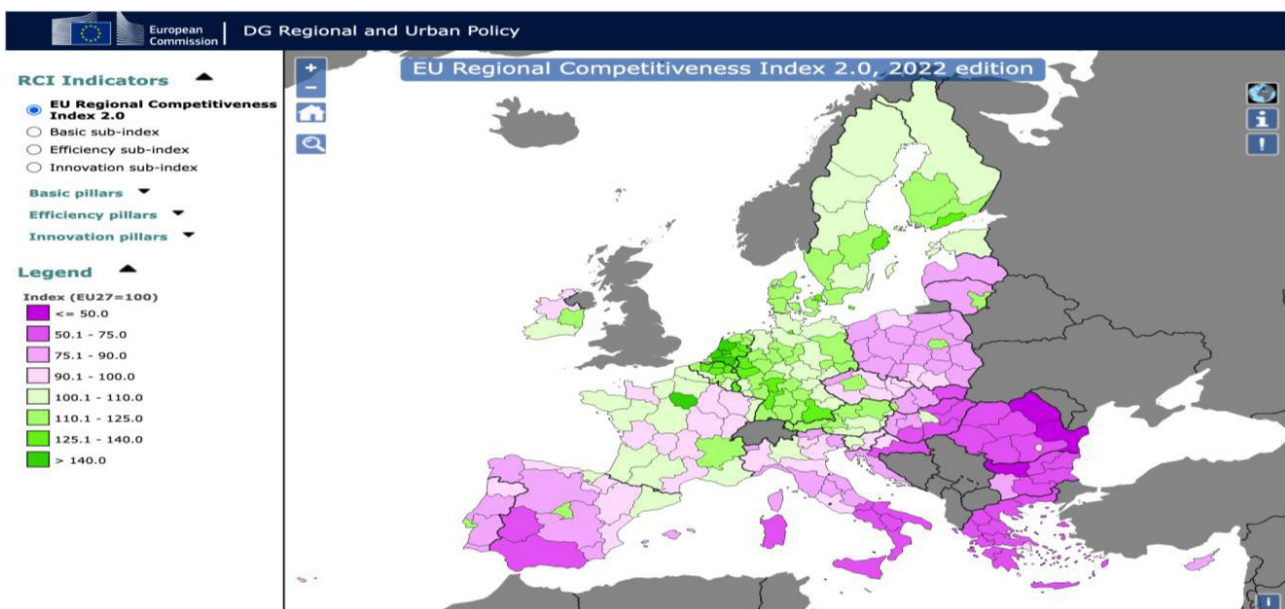


Figura 2.

Fuente: https://ec.europa.eu/regional_policy/information-sources/maps/regional-competitiveness_en

Conforme a estos parámetros, la investigación pretende explorar y perfilar la naturaleza y la dinámica del modelo o sistema de innovación de la Triple Hélice, como facilitador y promotor de los ecosistemas empresariales colaborativos regionales que conceptualizamos como figuraciones fractales y multinivel, de activo s dinámicos tangibles e intangibles dentro de la visión basada en los recursos y en la Teoría General de Sistemas (TGS).

Por consiguiente, la investigación se fija como objetivo principal la indagación sobre el alcance de la visión ecosistémica para proporcionar un marco teórico a los ecosistemas fractales regionales de innovación dentro de un contexto de Triple Hélice (Figura 3), entendido como una aglomeración de empresas, instituciones y otras partes interesadas que quedan entrelazadas a través de una arquitectura de aprendizaje de orden superior compleja, no lineal y fractal (Etzkowitiz 2002; Etzkowitiz y Klofsten, 2005; Galvao *et al.*, 2019).

³ Consúltense en https://ec.europa.eu/regional_policy/information-sources/maps/regional-competitiveness_en

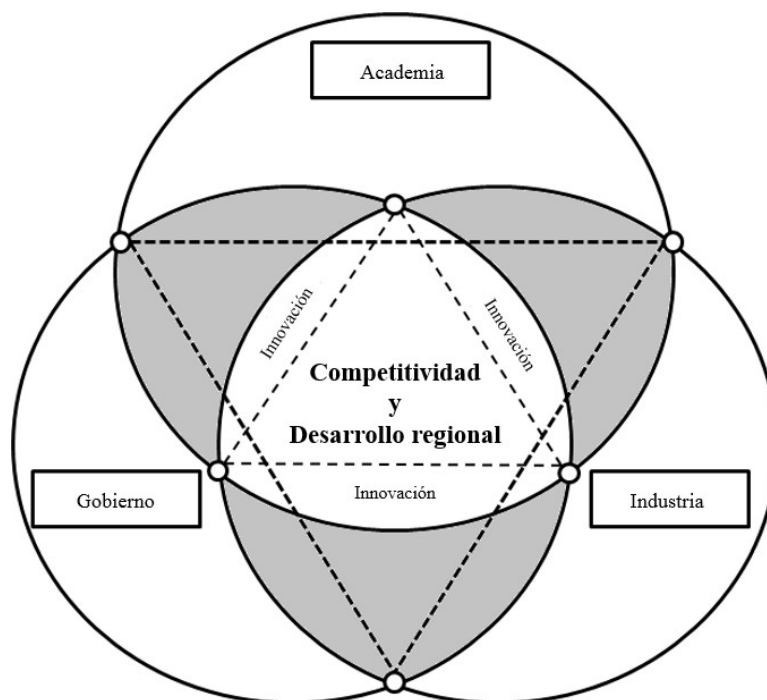


Figura 3.

Fuente: Farinha&Ferreira (2013) a partir de Etzkowitz&Leydesdorff, 1995.

Así, los sistemas pueden ser entendidos como compuestos de «elementos», ligados entre sí mediante una «lógica propia» (Gibbons, 2003). Para el caso de la innovación, con frecuencia se toman en consideración las agrupaciones (*clusters*) y redes de innovación. Se aplican, por tanto, conceptos propios de la TGS a la innovación, implementando relaciones entre los elementos de un sistema y los *clusters* (clusters de innovación), así como la auto-justificación de un sistema y la de las *redes de innovación* (Hessels y Van Lente, 2008; Carayannis, Campbell y Rehman, 2016; Carayannis y Campbell, 2019).

Se estima conveniente en este punto realizar algunas consideraciones acerca de la aplicación de este modelo a la investigación. Por una parte, hay que señalar que la vinculación del sistema político (Gobierno) con los otros dos sistemas, el educativo (Academia) y el económico (Industria), se traduce en la presencia de la investigación y la innovación en el proceso de convergencia europeo que conduce a la *Agenda de Innovación Estratégica*⁴.

En este sentido, si Europa quiere seguir trabajando por una economía del conocimiento dentro del proceso de transformación en el que se encuentra, será imprescindible hallar fórmulas innovadoras, analíticas y objetivas que contribuyan a la convergencia de las competencias del individuo en los sistemas educativo y económico; más concretamente, a la convergencia entre las competencias desarrolladas por las universidades y los centros escolares y aquellas que demande el tejido empresarial (Jagannathan, Ra y Maclean, 2019; Blair y Deming, 2020; Qizi, 2020). Subyace aquí el objetivo de lograr finalmente una *cohesión social* sólida en Europa, entendida ésta en términos generales como una característica de la sociedad que tiene que ver con las conexiones y relaciones entre unidades sociales tales como individuos, grupos, asociaciones y unidades territoriales (McCracken, 1998; Bottoni, 2018; Holobiuc y Miron, 2022).

Por otra parte, conviene explicar que a través del análisis del sistema económico se contextualiza una nueva realidad económica dentro del proceso de transformación digital que afronta Europa (Verina y Titko, 2019), lo cual obliga a un serio replanteamiento de las organizaciones, de la industria y de los gobiernos (Matt, Hess y Benlian, 2015; Albukhitan, 2020). En este escenario, la Universidad puede adquirir un papel clave, no solamente como formador del capital humano sino también como agente de crecimiento económico y regional. De este modo, contextualizar la nueva realidad económica deriva en una reflexión sobre la nueva realidad educativa en el marco del Espacio Europeo Educación Superior (EEES), del sistema educativo español y de la propia política de gestión educativa. Para ello, se ha considerado necesario investigar en profundidad las inte-

⁴ European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) of the European Open Science Cloud (EOSC), Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/935288>

racciones existentes entre cada uno de los componentes que puedan afectar a la *Innovatividad Organizacional* (IO) dentro de la Universidad. Este concepto se define como la capacidad para optimizar y explotar todos los beneficios potenciales de una idea novedosa en un determinado ámbito, generando al mismo tiempo transformaciones que aporten valor, tanto económico como social (Buske, 2018; Mamun y Kim, 2018). Cabe inferir, por tanto, que la IO puede llegar a favorecer las capacidades profesionales del territorio (Kalenov y Shavina, 2018; Cai y Etzkowitz, 2020), siendo así que el objetivo de la investigación se ha concretado en el estudio de la competitividad de las regiones a través de su sistema de innovación, explorando el papel que puede desempeñar la IO en la Educación Superior y su influjo en el mercado laboral por medio de las competencias desarrolladas por los estudiantes y egresados.

El estudio empírico ligado a la investigación se ha desplegado en función de los parámetros indicados y contiene entrevistas semi-estructuras y cuestionarios con los que aproximarse respectivamente a la visión de los vicerrectores y la de los estudiantes y egresados. Los resultados obtenidos a partir de esa muestra de vicerrectorados y centros educativos, que han validado satisfactoriamente el modelo teórico planteado en Peña-Lang (2022), permiten en este punto extraer una serie de consideraciones de carácter estratégico con las que dar coherencia y valor al propósito de engarzar la investigación con las experiencias educativas que se han presentado en este *I Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM*. Como reza su lema, hay que «pensar más allá de la educación»; y ese «más allá» implica necesariamente articular estrategias que permitan alcanzar las metas propuestas. Por todo ello, resulta interesante ahora ir enlazando algunas de dichas experiencias, así como las reflexiones que de las mismas cabría extraer, con algunas de las conclusiones obtenidas a partir del análisis empírico de la investigación.

No obstante, para una adecuada comprensión de este ejercicio comparativo y de mutuo enriquecimiento entre experiencias y análisis empírico, es oportuno primeramente exponer que se han investigado vinculaciones alternativas de sistemas de innovación multinivel basadas en la IO (Wang y Ahmed, 2004; Ruvio *et al.*, 2014; Groza, Zmich y Rajabi, 2021; Çoban y Atasoy, 2020) de las universidades desde tres dimensiones. La primera de ellas es la *creatividad*, definida como la capacidad para generar nuevos productos, procesos, servicios o ideas. La segunda es la *apertura*, referida al modo como las organizaciones y sus miembros responden ante las nuevas ideas y cambios, así como a la divergencia de opiniones, a la ambigüedad y al pensamiento no tradicional. La tercera es *orientación*, vinculada a la manera de preparar y posicionar la organización para los futuros cambios, y la *proactividad*, ligada directamente a la búsqueda de alternativas a los servicios o productos que ofrece la organización. Ambas vertientes, remiten a las perspectivas de la organización hacia su futuro; a un atreverse a «pensar fuera de la caja» al simple hecho de preocuparse y pensar en la eficacia de las acciones rutinarias y en posibles alternativas. Esta tercera dimensión es considerada por la literatura como el elemento fundamental para un comportamiento organizativo innovador (Unsworth y Parker, 2003; Pot, 2011), asociado a la implicación activa de directivos y empleados en su puesta en marcha (Jong, 2007; Prieto y Pérez-Santana, 2014).

Con arreglo a lo expuesto, se glosan en seis puntos las líneas principales de confluencia entre las experiencias planteadas en este *Congreso* y las consideraciones estratégicas derivadas del modelo desarrollado en la investigación sobre la competitividad del sistema regional de innovación a través de la interacción de la Universidad y el mercado laboral:

1. La educación debe ser flexible y adaptarse a la variabilidad, pero manteniendo al mismo tiempo una adecuada estabilidad y consistencia que asegure su propia existencia. Los resultados empíricos de la investigación prueban que la apertura al cambio exige estrategias de aprendizaje que faciliten la comprensión de nueva información, la tolerancia al estrés y la resiliencia. Esta primera conclusión está perfectamente alineada con lo que expusieron ya en la apertura del *Congreso* Jordi Rovira (Delegado del Rector UBU), Verónica Calderón (Vicerrectora de Estudiantes-UBU), Miguel Ángel Mariscal (Director de la EPS-UBU) y M^a Díez (Coordinación Congreso-UBU). Del mismo modo, esta primera conclusión se compadece bien con lo que sostenían en este mismo escenario Rania Lampou con su ponencia titulada *The role of STEAM education in curriculum 5.0*, al insistir en que la educación necesita desarrollar nuevos métodos de valoración-evaluación; Palop y López-Luengo con su ponencia *Teaching STEAM by example. Integrating the teachers to integrate disciplines*, subrayando que la educación STEAM debe tener un enfoque verdaderamente transdisciplinar; o San Macario Álvarez con su ponencia *El desarrollo de competencias a través del aprendizaje por indagación y el aprendizaje basado en problemas*, haciendo hincapié en las ventajas de adoptar estrategias innovadoras para la enseñanza.

2. La educación adquiere un papel clave para la adquisición de competencias (Villa y Poblete, 2007; Villa y Poblete, 2011), así como para el crecimiento económico y regional (Hanushek y Wößmann, 2007; Hawkes y Ugur, 2012; Hanushek y Woessmann, 2020). El análisis empírico puso de manifiesto el valor de determinadas competencias, como el razonamiento lógico para la resolución de problemas complejos o las habilidades ligadas a la generación de ideas. Este aspecto quedó reflejado de manera práctica en numerosas ponencias del *Congreso*, como *Desarrollo de competencias STEAM en alumnado con discapacidad motriz a través de los ojos*, de Sánchez Ortega, Núñez Angulo y Santamaría Conde; en *Experiencias manipulativas para trabajar en los contenidos de física y química en secundaria*, de Blanco, Cabrera Camargo y Ortega; en *Creación sonora con Soundcooly competencias transversales en la formación de maestros/as: una experiencia STEAM*, de Blanco, Coca, Sastre, Cortés y Gómez; o en *Implementación de experiencias educativas STEM en Educación Primaria: Análisis de beneficios cognitivos y afectivos*, de Martínez, Naranjo, Mateos y Algaba, por citar sólo unos ejemplos representativos.

3. Una de las capacidades mejor valoradas al analizar los resultados empíricos de la investigación es la creatividad, confirmando con ello en su mayor parte las hipótesis del modelo desarrollado en Peña-Lang (2022), que muestra una relación positiva entre la creatividad y las competencias con mayor demanda en el mercado (Hernández-Torrano y Ibrayeva, 2020; Long *et al.* 2022). A lo largo de las jornadas de este *Congreso* se ha puesto de relieve de manera recurrente la conveniencia de promover en los estudiantes a través de STEAM habilidades clave para afrontar el siglo XXI, como la creatividad o la innovación.

4. La investigación muestra una valoración muy positiva de las medidas orientadas a la mejora de la práctica docente. En este sentido, las innovaciones metodológicas en el aula y vinculadas al desarrollo de competencias transversales obtienen las puntuaciones más elevadas. Una conclusión que entronca con no pocas que pueden ser extraídas de las experiencias y proyectos presentados en el Congreso. Al respecto, se ha afirmado, por ejemplo, que «el objetivo es ayudar a los profesores a inventar escenarios y planes de clase innovadores»; o que «tanto en la vida real como en los centros educativos no solamente estamos hablando sobre matemáticas, sobre lengua, sobre ciencia... sino que todo, al igual que en la vida real, está en un conjunto».

5. Los resultados de la investigación muestran una valoración muy positiva del papel atribuido a la universidad cuando ésta procura potenciar la innovación y la transferencia de conocimiento. Así, se observaron muy favorablemente medidas concretas como establecer relaciones con empresas para la resolución de problemas prácticos, presentarse a proyectos competitivos, organizar jornadas para poner en contacto a los actores externos a la Universidad vinculados al *lifelong-learning* y fomentar la creación de *startups*. Esta conclusión ha estado presente explícita o implícitamente en muchas de las experiencias que han sido relatadas en el Congreso.

En un sentido muy similar se han manifestado en este *Congreso* Elisa María Sánchez, afirmando que «existe una necesidad de crear redes de colaboración entre centros y agentes científico-tecnológicos y empresas» o Beatriz Díez y Pedro Sánchez aseverando que «se necesita más formación interdisciplinaria». Por otra parte, se obtuvo también una respuesta positiva por parte de todas las universidades implicadas en la investigación al plantear la influencia que la Universidad ejerce sobre el territorio. En este punto detallaron la conveniencia de entender la Universidades como un agente facilitador del proceso de innovación, que contribuye significativamente a la mejora de SRI y al desarrollo económico del territorio. Este planteamiento concuerda con algunas tesis que se han mantenido también en este Congreso; por ejemplo con la que defendía Ismail Ali Gago, refiriéndose de manera específica a la utilización de herramientas de código abierto para desarrollar y publicar Recursos Educativos Abiertos (REA) interactivos en formato digital, al señalar que «para apoyar el acceso universal a información y conocimiento y transformar economías y sociedades, es importante innovar» y que «se pueden potenciar las inversiones gubernamentales e institucionales para el crecimiento socioeconómico accediendo a una variedad de opciones pedagógicas innovadoras». Ciertamente, el análisis empírico realizado permite sostener la necesidad de fortalecer las capacidades y competencias del individuo a fin de estimular y fortalecer a su vez el desarrollo económico, si bien revela al mismo tiempo que para desempeñar ese rol las propias organizaciones educativas han de innovar.

Una valoración igual de favorable en los resultados de la investigación reciben los centros escolares con proyectos innovadores implantados de la mano del profesorado. De acuerdo con la literatura, es un hecho que los centros educativos en España sienten en la actualidad la urgencia de desarrollar propuestas de innovación educativa (Trujillo *et al.*, 2020; De la Cueva *et al.*, 2022). A esta urgencia, que procede tanto desde la

esfera política como desde distintas instituciones públicas y privadas, se está dando respuesta con múltiples modificaciones de las prácticas docentes con el fin de obtener mejores resultados de aprendizaje (Blanco, 2006; Akyeampong, 2019). Un impulso que busca no únicamente mejorar las calificaciones sino también otras vertientes del ámbito educativo, como el clima de convivencia dentro de los centros o el desarrollo de las competencias del alumnado, plasmándose el mismo en medidas y procedimientos de diversa índole para ajustar, renovar o transformar lo existente (Trujillo *et al.*, 2020). Todo ello queda englobado bajo el rótulo de *innovación educativa* y no dista del significado e importancia que tiene este *Congreso*.

Ponencias e intervenciones como las de López Nieto y Sanz Domínguez (*Metodologías STEAM en el desarrollo de competencias sociales*), Ortiz-Huerta, Lara Palma, Santamaría Vázquez, Hernando-Marcos, Brotóns Cano (*Videojuegos como herramienta de aprendizaje en el desarrollo de programas de rehabilitación*), Rodríguez, Díez y Queiruga (*Storytelling y STEAM como herramienta para trabajar los ODS en la etapa de primaria*), Rubio Blanco (*El diseño de un jardín: situación de aprendizaje*), González Pérez (*Aprendizaje Basado en Juegos para la Enseñanza de la Composición Química de la Materia*), Fuertes Prieto, Alonso Ruano, Rodríguez Sánchez, Rodríguez Muelas o Álvarez Díez (*Matemáticas, tecnología y aprendizaje-servicio: una experiencia en Educación Secundaria utilizando el diseño e impresión 3D*), entre tantos otros, son acaso un estupendo reflejo de cómo la comunidad educativa está percibiendo esa urgencia y necesidad de innovación educativa.

Estos seis puntos son únicamente una síntesis de las múltiples consideraciones estratégicas que cabe extraer a partir de la vertiente empírica de nuestra investigación. Una síntesis que reconoce una concordancia satisfactoria con los temas que han vertebrado la celebración del *I Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM*, y que no olvida que el vertiente más importante de la innovación son los innovadores, aquellos que se atreven con los retos, a los que esta ponencia ha procurado dar su respaldo a través de la investigación.

1. BIBLIOGRAFÍA

- Akyeampong, K. (2019). Improving teaching and learning. Global Partnership of Education. Recuperado de <https://www.globalpartnership.org/sites/default/files/2019-07-kix-tl-final-english.pdf>
- Albukhitan, S. (2020). Developing digital transformation strategy for manufacturing. *Procedia computer science*, 170, 664-671
- Arundel, A., & Hollanders, H. (2008). Innovation scoreboards: indicators and policy use
- Arancegui, M. N. (2009). Los sistemas regionales de innovación. Una revisión crítica. *EKONOMIAZ. Revista vasca de Economía*, 70(01), 25-59.
- Asheim, B. T., & Gertler, M. S. (2006). The geography of innovation: regional innovation systems
- Atkinson, R. D. (2013). Competitiveness, innovation and productivity: Clearing up the confusion. *The Information Technology & Innovation Foundation*, 1(1), 1-7
- Batrakova, L. G. (2021). The competitiveness of the region: methodological problems of research. *Journal of regional and international competitiveness*, (2), 4-4
- Bielińska-Dusza, E., & Hamerska, M. (2021). Methodology for calculating the European innovation scoreboard proposition for modification. *Sustainability*, 13(4), 2199
- Blair, P. Q., & Deming, D. J. (2020, May). Structural increases in demand for skill after the great recession. In *AEA Papers and Proceedings* (Vol. 110, pp. 362-365). 2014 Broadway, Suite 305, Nashville, TN 37203: American Economic Association
- Blanco, R. (2006). La escuela como centro de la innovación educativa. Recuperado de http://cedoc.infed.edu.ar/upload/La_escuela_como_centro_de_innovacion.pdf
- Buske, R. (2018). The principal as a key actor in promoting teachers' innovativeness—analyzing the innovativeness of teaching staff with variance-based partial least square modeling. *School Effectiveness and School Improvement*, 29(2), 262-284
- Cai, Y., & Etzkowitz, H. (2020). Theorizing the Triple Helix model: Past, present, and future. *Triple Helix*, 7(2-3), 189-226
- Carayannis, E. G., Campbell, D. F., & Rehman, S. S. (2016). Mode 3 knowledge production: systems and systems theory, clusters and networks. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 5(1), 1-24

- Carayannis, E. G., Campbell, D. F., Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2019). Mode 1, mode 2, and mode 3: triple helix and quadruple helix. *Smart Quintuple Helix Innovation Systems: How Social Ecology and Environmental Protection are Driving Innovation, Sustainable Development and Economic Growth*, 17-30
- Çoban, Ö., & Atasoy, R. (2020). Relationship between Distributed Leadership, Teacher Collaboration and Organizational Innovativeness. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(4), 903-911
- De la Cueva Constante, R. R., Raza, L. M. M., Simbaña, N. E. T., & Torres, Á. F. R. (2022). El cambio e innovación en los centros educativos. *Domino de las Ciencias*, 8(4), 842-872.
- Doloreux, D., & Parto, S. (2004). Regional innovation systems: a critical review. *Maastricht, Merit*, 190(1), 1-26
- Etzkowitz, Henry, (2002). Networks of Innovation: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*; 2002, 1(1), pp. 7-31
- Etzkowitz, H. & Klofsten, M. (2005). The innovation region: toward a theory of knowledge-based regional development. *R & D Management*; 35(3), pp. 243-255
- European Commission (2023), Directorate-General for Research and Innovation, *European Innovation Scoreboard 2023 – Executive summary*, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/572275>
- European Commission (2022). Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the Regions. A New European Innovation Agenda COM(2022) 332 final
- European Commission, (2022), The Eighth Report on Economic, Social and Territorial Cohesion based on Regional Innovation Scoreboard 2021
- Galvao, A., Mascarenhas, C., Marques, C., Ferreira, J., & Ratten, V. (2019). Triple helix and its evolution: a systematic literature review. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 10(3), 812-833
- Gibbons, M. (2003). A new mode of knowledge production. In *Economic Geography of Higher Education* (pp. 243-257). Routledge
- Granstrand, O., & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90, 102098
- Groza, M. D., Zmich, L. J., & Rajabi, R. (2021). Organizational innovativeness and firm performance: Does sales management matter? *Industrial marketing management*, 97, 10-20
- Hanushek, E. A., & Wößmann, L. (2007). The role of education quality for economic growth. *World Bank policy research working paper*, (4122).
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2020). Education, knowledge capital, and economic growth. *The economics of education*, 171-182
- Hawkes, D., & Ugur, M. (2012). Evidence on the relationship between education, skills and economic growth in low-income countries. *Evidence for Policy and Practice Information and Co-ordinating Centre (EPPI-Centre)*
- Hernández-Torrano, D., & Ibrayeva, L. (2020). Creativity and education: A bibliometric mapping of the research literature (1975–2019). *Thinking skills and creativity*, 35, 100625
- Hessels, L. K., & Van Lente, H. (2008). Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda. *Research policy*, 37(4), 740-760
- Hollanders, H. (2023). 21. A critical assessment of the European Innovation Scoreboard. *Handbook of Innovation Indicators and Measurement*, 391
- Holobiuc, A. M., & Miron, D. (2022). Economic and social cohesion in the European Union: rhetoric and reality. In *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* (Vol. 16, No. 1, pp. 1015-1026)
- Jagannathan, S., Ra, S., & Maclean, R. (2019). Dominant recent trends impacting on jobs and labor markets-An Overview. *International Journal of Training Research*, 17(sup1), 1-11

- Jong, J. P. J. (2007). *Individual Innovation: The connection between leadership and employees' innovative work behavior*. Amsterdam, The Netherlands: EIM
- Kalenov, O., & Shavina, E. (2018). The role of "triple helix" innovative model in regional sustainable development. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 41, p. 04054). EDP Sciences
- Kitson, M., Martin, R., & Tyler, P. (2004). Regional competitiveness: an elusive yet key concept? *Regional studies*, 38(9), 991-999.
- Long, H., Kerr, B. A., Emler, T. E., & Birdnow, M. (2022). A critical review of assessments of creativity in education. *Review of Research in Education*, 46(1), 288-323.
- Mamun, M. R. A., & Kim, D. (2018). The effect of perceived innovativeness of student response systems (SRSS) on classroom engagement
- Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. (2015). Digital transformation strategies. *Business & information systems engineering*, 57, 339-343
- McCracken, M.(1998). Social Cohesion and Macroeconomic Performance. Centre for the Study of Living Standards (CSLS), *Conference: The State of Living Standards and the Quality of Life*, October 30-31, Ottawa, Ontario/Canada
- Michurina, O., Dubinina, N., & Barmina, E. (2018, May). Elements of the "new economy" and innovative development as strategic priorities for strengthening the competitive position of the regions. In *International Scientific Conference "Competitive, Sustainable and Secure Development of the Regional Economy: Response to Global Challenges" (CSSDRE 2018)* (pp. 169-173). Atlantis Press
- Mueller, P. (2006). Exploring the knowledge filter: How entrepreneurship and university–industry relationships drive economic growth. *Research policy*, 35(10), 1499-1508
- Oh, D. S., Phillips, F., Park, S., & Lee, E. (2016). Innovation ecosystems: A critical examination. *Technovation*, 54, 1-6
- Peña-Lang, M. B. (2022). *Análisis de la competitividad del sistema regional de innovación a través de la interacción de la Universidad y el mercado laboral* (Doctoral dissertation, Universidad de Deusto).
- Pidorycheva, I., Shevtsova, H., Antonyuk, V., Shvets, N., & Pchelynska, H. (2020). A conceptual framework for developing of regional innovation ecosystems. *European Journal of Sustainable Development*, 9(3), 626-626
- Pot, F. (2011). Workplace innovation for better jobs and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(4), 404-415
- Prieto, I. M., & Pérez-Santana, M. P. (2014). Managing innovative work behavior: the role of human resource practices. *Personnel Review*, 43(2), 184-208
- Qizi, K. N. U. (2020). Soft skills development in higher education. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1916-1925
- Ruvio, A. A., Shoham, A., Vigoda- Gadot, E., & Schwabsky, N. (2014). Organizational innovativeness: construct development and cross- cultural validation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(5), 1004-1022
- Thomas, L. D., & Autio, E. (2019). Innovation ecosystems. *Available at SSRN 3476925*
- Trujillo Sáez, F., Segura Robles, A., & González Vázquez, A. (2020). Claves de la innovación educativa en España desde la perspectiva de los centros innovadores: una investigación cualitativa. *Participación educativa*.
- Tumenova, S. A. (2020, March). Regional competitiveness: the search for effective solutions in the field of innovative development. In *International Scientific Conference "Far East Con"(ISCFEC 2020)* (pp. 2573-2579). Atlantis Press
- Unsworth, K. L., & Parker, S. K. (2003). Proactivity and innovation: Promoting a new workforce for the new workplace. *The new workplace: A guide to the human impact of modern working practices*, 175- 196
- Verina, N., & Titko, J. (2019, May). Digital transformation: conceptual framework. In *Proc. of the Int. Scientific Conference "Contemporary Issues in Business, Management and Economics Engineering* (pp. 9-10)

- Villa Sánchez, A., & Poblete Ruiz, M. (2011). Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones. *Bordón: Revista de pedagogía*
- Villa, A., & Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas.
- Wang, C. L., & Ahmed, P. K. (2004). The development and validation of the organisational innovativeness construct using confirmatory factor analysis. *European journal of innovation management*, 7(4), 303-313

EDUCACIÓN STEAM EN REPÚBLICA DOMINICANA: EL CASO DEL LICEO CIENTÍFICO DR. MIGUEL CANELA LÁZARO

E BERMEJO MALUMBRES¹, G PEÑA ASCACÍBAR², C CLEMENTE

¹Universidad de Zaragoza, España

²Universidad Complutense de Madrid, España

Università degli Studi di Roma Tre, Italia

eloy.bermejo@gmail.com

Abstract

Desde el año 2013 el Liceo Científico Dr. Miguel Canela Lázaro, ubicado en un territorio rural de República Dominicana, aplica a su proyecto la educación STEAM. Una década después, se considera idóneo realizar un análisis cualitativo y cuantitativo del alcance del enfoque STEAM y compararlo con el conjunto de centros de la provincia Hermanas Mirabal. Con ello queremos explorar el contexto educativo dominicano, la innovación que representa el proyecto del Liceo Científico y observar si la educación STEAM constituye un elemento diferencial, teniendo en cuenta los resultados de las pruebas previas al acceso universitario de los últimos años académicos.

Keywords

Innovación educativa, proyecto educativo, República Dominicana, STEAM

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances que se han registrado en el ámbito educativo de América Latina y el Caribe, que engloban diferentes medidas tendentes a garantizar el acceso formativo, la extensión de la obligatoriedad escolar, la mayor colaboración público-privada, el aumento de la financiación y la necesidad de formación docente, así como un compendio de propuestas y estrategias encaminadas a mejorar la calidad educativa en determinados territorios de la región, sigue habiendo problemáticas persistentes como el abandono escolar, mucho más perceptible en las áreas rurales, fruto de desigualdades estructurales tanto sociales como económicas (Poggi, 2010; Murillo & Carrillo, 2021; Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina [SITEAL], 2021).

En el caso de estudio, República Dominicana, se vienen realizando un conjunto de reformas educativas desde la década de los noventa del siglo XX, encaminadas a transformar las grandes debilidades que habían sido detectadas en el país. A pesar de la amplia gama de planes redactados, los cuales recogen una serie de estrategias exitosas de reformas educativas de varias partes del mundo, su aplicación práctica no ha conseguido implementarse completamente (Acción Empresarial por la Educación [EDUCA], 2015, p. 8; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2017).

No obstante, existen casos particulares que han apostado por incorporar nuevos enfoques educativos como la educación STEAM, un modelo que ha adquirido notable relevancia en los últimos años y que busca desarrollar las habilidades y las competencias fomentando la práctica pedagógica integral en los diferentes contenidos curriculares más allá de las clases magistrales tradicionales (Connor et al. 2015; Yakman, 2008; Yakman & Lee, 2012).

El caso concreto que queremos analizar es el Liceo Científico Dr. Miguel Canela Lázaro, centro público de educación secundaria que se encuentra en la provincia Hermanas Mirabal (en la carretera que conecta los municipios de Salcedo y Villa Tapia), que aplica la educación STEAM desde su creación y que es fruto de la colaboración entre varios y numerosos sectores civiles e institucionales durante décadas para dar respuesta a las necesidades educativas y socioeconómicas que demandaba el entorno rural en el que se ubica.

Al igual que sucede con otros centros educativos de la región latinoamericana que están situados en zonas alejadas de los grandes centros urbanos (Galván-Mora, 2020), en el Liceo Científico se están llevando a cabo una serie de acciones encaminadas a que la educación trascienda el ámbito local y se proyecte a nivel nacional e internacional.

2. EL LICEO CIENTÍFICO A TRAVÉS DE SU MODELO Y ORGANIZACIÓN EDUCATIVA

En esta parte del trabajo, centrada en la dimensión cualitativa, se realizará un estudio del Liceo Científico Dr. Miguel Canela Lázaro a partir de dos apartados: el modelo educativo y el organizativo.

Los orígenes del Liceo Científico se remontan a los años noventa, cuando se inicia la formulación del Plan de Desarrollo Provincial Hermanas Mirabal por parte de la Oficina Técnica Provincial (OTP) con el apoyo de la Oficina Nacional de Planificación (ONAPLAN).

El Liceo Científico sigue el diseño curricular del nivel secundario en su modalidad académica, cuyo itinerario permite continuar el proceso formativo del alumnado en educación superior, enriqueciéndose con aspectos propios de la educación STEAM. Además de introducir nuevas materias como Ingeniería y Arquitectura, que se desarrollan junto a Tecnología, las propuestas didácticas del centro giran en torno al aprendizaje basado en proyectos o la resolución de problemas realizando observaciones de los procesos y fenómenos del entorno, desarrollando competencias, obteniendo datos y llegando a conclusiones.

Todo ello se genera creando conexiones entre las diferentes disciplinas y entre los integrantes de la comunidad educativa, así como con agentes externos que puedan estar involucrados en los diferentes proyectos, como centros de investigación, artistas o científicos/as.

El Liceo Científico cuenta con personal nacional e internacional, el cual es seleccionado por el equipo directivo y el órgano regente del centro tras un exhaustivo análisis del currículum vitae y varias entrevistas, que ofrece a la comunidad y al alumnado un contexto multicultural.

En relación con ello, el centro organiza diferentes eventos formativos a lo largo del año escolar para actualizar y fortalecer las competencias del profesorado en el enfoque metodológico STEAM, tanto a nivel interno como con personal externo experto. Además, se identifican docentes que asumen el rol de coordinación de las diferentes áreas mencionadas y un/a coordinador/a STEAM que pueda dar seguimiento transversal a las iniciativas y proyectos llevados a cabo.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL LICEO CIENTÍFICO

Después de la dimensión cualitativa en cuanto al modelo educativo del Liceo Científico, el análisis se vertebra también a partir del trazado de una comparativa de datos cuantitativos de las medias de calificaciones en las pruebas nacionales de los centros educativos de la provincia Hermanas Mirabal mediante el registro de resultados obtenido del Ministerio de Educación.

En estas pruebas se evalúan los logros de aprendizaje del alumnado en relación con el currículo educativo (Viceministerio de Supervisión, Evaluación y Control de la Calidad de la Educación, 2022) en las cuatro materias básicas (Lengua y Literatura, Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales). Se llevan a cabo al finalizar el nivel educativo, centrándonos en las que tienen lugar tras el Sexto Grado en el ámbito de educación secundaria como modo de acceso a la etapa universitaria.

De esta forma, podremos valorar si existen diferencias entre el modelo de educación STEAM del Liceo Científico y el tradicional del resto de centros de la provincia Hermanas Mirabal.

Para no quedarnos en el límite coyuntural que pudiera suponer analizar las cifras correspondientes únicamente a un año, hemos examinado las estadísticas del Liceo Científico desde 2016, que es el primer curso que su alumnado realiza las pruebas nacionales, elaborando así su evolución completa y la hemos cruzado con la media de los diecisiete centros restantes de la provincia. Con este fin, hemos sumado el volumen de puntuación total de las cuatro pruebas.



Figura 1. Comparación de la evolución del promedio de calificaciones en las pruebas nacionales entre el Liceo Científico y el conjunto de centros educativos de la provincia Hermanas Mirabal. Nota: elaboración propia.

Tal y como se puede ver en el gráfico, la diferencia detectada en 2022 no es un elemento puntual, sino que se mantiene a lo largo de la trayectoria histórica. Ya desde la primera promoción de egresados/as del Liceo Científico en el año 2016 se observa una distancia notoria respecto al resto de centros con 15 puntos más, lo cual revela claves diferenciales en la implementación formativa y metodológica.

Seguidamente, en 2017 tiene lugar la mayor brecha de distancia entre el Liceo y la media de la provincia con 23 puntos de diferencia (89,2 frente a 66,2), indicando con ello una progresión y consolidación en los resultados. Si bien eso se acorta en el siguiente curso, en 2019 se vuelve a ampliar alcanzando los 22 puntos de distancia y con el Liceo en su bagaje más alto con 91,2 puntos.

En estas variaciones pueden influir diferentes aspectos como el alumnado, el profesorado, los contenidos o las pruebas, como lo hizo la pandemia en la realización de las últimas en 2022, ya que en 2020 y 2021 se suspendieron. En ellas podemos detectar un registro parecido al de entre los años 2017 y 2018, debido a que el Liceo reduce su puntuación en casi tres puntos hasta los 88,3 mientras que la media provincial se sitúa en sus mejores cifras con 71,1.

Más allá de los picos máximos y mínimos de cada una de las partes analizadas, se puede observar, en definitiva, cómo se mantiene la constancia en el Liceo con una puntuación comprendida entre los 80 y 90 puntos, mientras que en el resto de los centros de la provincia se sitúan en torno a los 70. Estas tendencias revelan efectivamente factores estructurales.

4. CONCLUSIONES

República Dominicana ha impulsado a lo largo de los últimos años una gran serie de avances en el ámbito educativo, si bien no podemos decir que la aplicación de las medidas contempladas en los diversos planes de actuación y leyes se haya desarrollado de manera completa e integral.

Mientras, el proyecto del Liceo Científico Dr. Miguel Canela Lázaro, concebido para que los/as jóvenes de la provincia rural Hermanas Mirabal pudieran seguir desarrollando su formación desde una óptica local y transformadora, ha implementado un modelo innovador al abordar los elementos del currículo dominicano y enriquecerlos con aspectos propios del enfoque STEAM y su apuesta decidida por los idiomas.

Entre los apartados que hemos analizado, conviene destacar cómo, a pesar de que el sistema nacional dominicano evalúa la adquisición de aprendizajes en el nivel secundario a través de una metodología tradicional, como son las pruebas nacionales, los resultados obtenidos por el Liceo y su educación STEAM son notablemente más altos que los del resto de centros educativos de la provincia.

Si bien el Liceo Científico Dr. Miguel Canela Lázaro debe abordar los esfuerzos que todavía quedan por realizar (y que pueden ser analizados posteriormente con lo que aquí hemos planteado) para ofrecer una educación de alta calidad y accesible a toda la juventud de la provincia, su modelo educativo es una experiencia valiosa y exitosa para la provincia Hermanas Mirabal.

Además, también puede ser extrapolable a otros entornos rurales, tal y como ya se ha puesto en marcha en el nivel educativo básico en la Escuela Hermanas Mirabal de Ojo de Agua, donde la implementación de prácticas STEAM está comenzando a dar sus primeros frutos y favoreciendo la conexión formativa que posteriormente se desarrolla en el Liceo.

5. REFERENCIAS

- Acción Empresarial por la Educación (2015). *Informe de Progreso Educativo. ¡Decididos a Mejorar!* <https://bit.ly/3C4kWOA>
- Connor, A.M., Karmokar, S. & Whittington, C. (2015). From STEM to STEAM: Strategies for enhancing engineering & technology education. *International Journal of Engineering Pedagogies*, 5(2), 37-47. <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/4458>
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (2017). *Niños y niñas fuera de la escuela en República Dominicana*. <https://www.unicef.org/dominicanrepublic/>
- Galván-Mora, L. (2020). Educación rural en América Latina Escenarios, tendencias y horizontes de investigación. *Márgenes Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 1(2), 48-69. <https://doi.org/10.24310/mgnmar.v1i2.8598>

- Murillo, F.J., & Carrillo, S. (2021). El desafío de la segregación escolar en República Dominicana. Un estudio por nivel socioeconómico en el nivel de primaria. *Perfiles educativos*, 43(174),10-25. <http://bit.ly/3xYldka>
- Poggi, M. (2010). Radiografía de la educación en América Latina. Desafíos para las políticas educativas. *Presente y futuro de la educación iberoamericana*, 7, 3-26. <https://www.fundacioncarolina.es/presente-y-futuro-de-la-educacion-iberoamericana/>
- Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (2021). *Indicadores estadísticos*. <https://siteal.iiep.unesco.org/indicadores>
- Viceministerio de Supervisión, Evaluación, y Control de la Calidad de la Educación (2022). *Estrategia de familiarización para las pruebas nacionales 2022*. <https://bit.ly/3rqPtRC>
- Yakman, G. (2008). STΣ@M education: An overview of creating a model of integrative education. En M. J. de Vries (Ed.) *PATT-17 and PATT-19 Proceedings* (pp.335-358). ITEEA. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>
- Yakman, G., & Lee, Y. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of Korea Association Science Education*, 32(6), 1072-1086, <https://bit.ly/3ZrsaGb>

EMPOWERING STUDENT'S 4C SKILLS THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING DURING LOCKDOWN COVID-19 WITH "HELP TO SOLVE GLOBAL PLASTIC PROBLEMS!"

SAW IM LEE

Dr. ChM. SMK Seri Bintang Utara, Kuala Lumpur, Malaysia

Sawim27@gmail.com

Abstract

The Movement Control Order 2020 was enforced in Malaysia starting March 16, 2020, due to the coronavirus pandemic infection (Covid-19) and all learning had to be online. I have carried out a problem-based learning (PBL) "Help to solve the global plastic problem!" in online class to enhance student's critical thinking, creative thinking, communicating, and collaborating in chemistry fun learning. This study involved 48 students. Students work in team to design a tool or robot using technology to solve the global plastic problem in six weeks. The result shows 100% students successfully participate, 14 ideas and designs were made.

Keywords

4C skills, Covid-19, global plastic problems, problem-based learning.

1. INTRODUCTION

The closure of educational institutions to curb the spread of the COVID-19 epidemic has affected more than 60% of the world's student population (UNESCO, 2020). An estimated 1.25 billion students are affected, posing a serious challenge to the achievement of Quality Education Goal 4 of the SDGs (UNESCO, 2020). In addition to education, plastic pollution is a global problem that needs to be addressed sustainably. Malaysia always promotes sustainable development by balancing economic growth with environmental protection. This situation has raised my concern about how to get students interested in conducting effective and enjoyable chemistry lessons. Adaptation of teaching-learning needs to be made in this new norm. Online learning is the newest and most popular form of distance education today. (Joshua Stern, Ph.D.). To implement the lessons during the lockdown, I have chosen problem-based learning.

2. LITERATURE REVIEW

Problem-based learning (PBL) as a teaching strategy has recently become quite widespread in especially chemistry classes (Yildizay, 2017). Problem-based learning (PBL) is a learning approach where problems are the starting point in the learning process. (Graaff and Kolmos, 2003). I have planned a PBL for Form 4 students where the students have been given an issue about plastic waste disposal as PBL. They work together virtually to discuss this issue within a period of two months. Next, come up with ideas for creating robots or tools using technological ideas that can collect plastic waste.

3. TARGET GROUP

A total of 48 from 4SA and 4SG.

4. PROBLEM REVIEW

Prior to the next steps taken in conducting this study, a survey of the identified problems was made with the aim of understanding the problem in more depth. The survey was conducted using Google Forms to gather information on Internet achievements and skills using technology applications such as digital applications such as Google Drive, Power Point, Sway, Google Slides, Google Drawing, Google Meet, Tinkercad, Meet Now and MS Team to help them run projects. Observations are conducted on the behaviour of students during the teaching and learning process takes place to see their curiosity and interest in chemistry.

5. INITIAL OBSERVATION

I have made observations on student behaviour during the teaching and learning process taking place before and after the study. Prior to the study, students lacked interest and low self-esteem to follow online classes. They do not have the opportunity to talk to friends like physical before.

6. ACTIONS PERFORMED

Based on the initial survey, it was found that all students have Internet access in their homes. Therefore, I took this advantage to implement a problem-based learning entitled “Help to solve the global plastic problem!” in groups with a maximum of 5 people.

7. METHODS

7.1. Implementation of Action and Observation

This project-based learning is divided into three phases and takes six weeks. These phases are exploration, collaboration and sharing. All activities are carried out virtually and in small groups involving a maximum of five members in each group. Pupils are given autonomy to select their members due to lockdown constraints.

7.2. Stage One: Exploration

After briefing by teacher, students set up task force, search and gather information and explore the topic about what is plastics waste and how they can help to solve the global plastic problem. They also discussed how to choose the appropriate digital tools to use to prepare folios, presentations, and prototypes to clean plastic waste.

7.3. Stage Two: Collaboration

Team members collaborate virtually using technology platform such Google Meet, Zoom and Teams to discuss, find solution and create their product. They also hold discussions and presentation of proposals to seek guidance from teachers.

7.4. Stage Three: Sharing

All teams share their research and design through Google Meet. Evaluation based on folio, design and presentation is done by teacher. After sharing and get comments by teacher and other teams, all teams modify their design to produce the best one.

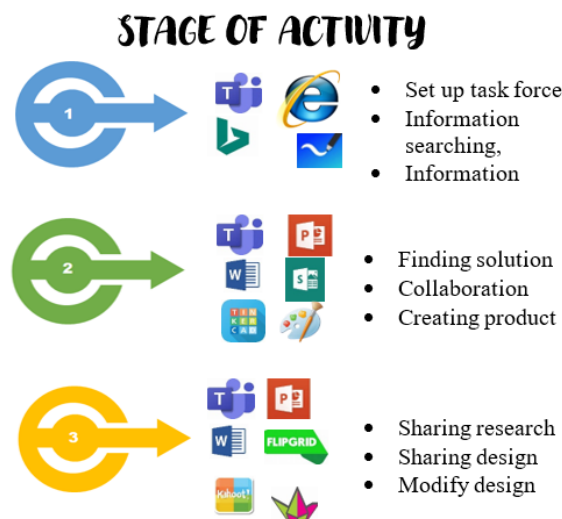


Figure 1. The Stages of Activities in PBL.

8. OBSERVATION

Students can learn about the use and effect of global plastic waste problem. Based on observations from this activity, PBL can enhance fun learning and student’s awareness of the environment such avoid plastics bags to keep the oceans clean.

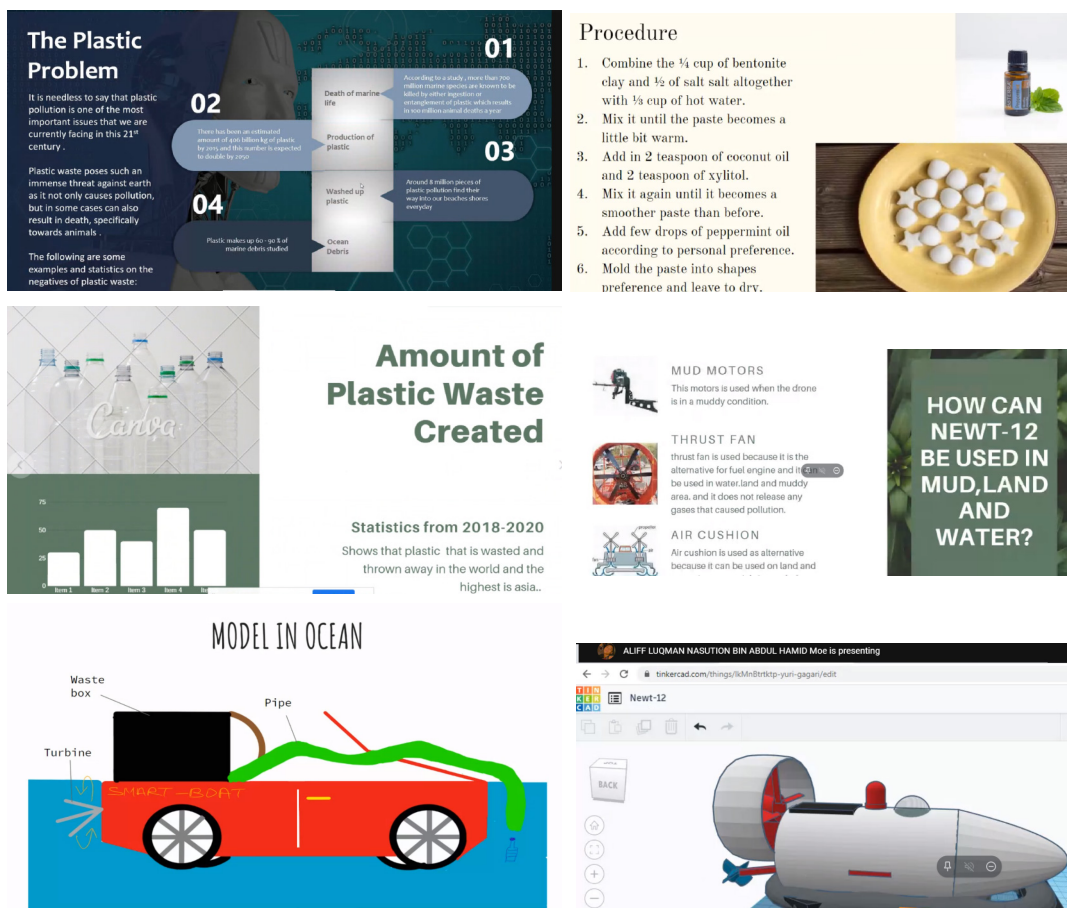


Figure 2. Student PBL work results.

9. FINDINGS OF THE STUDY

A total of 48 people from 4SA and 4SG classes have formed 14 groups. They worked together for six weeks and a total of 14 ideas and designs for cleaning plastic waste were presented. According to the findings, it shows that 36 (75.0%) of students can explain concepts and models related to Science Concepts that, exceeds expectations, followed by 75.8% and 87.5% of students were able to conduct research and present their exceeds expectations. The lowest score for all criteria is meets expectations.

Table 1. Folio and Presentation Scores.

Criteria	Below Expectation	Approaching Expectation	Meets Expectation	Exceeds Expectation	Total
Explanation of Concepts	0	0	12 (25.0%)	36 (75.0%)	48
Research	0	0	14 (29.2%)	34 (75.8%)	48
Model related to Science Concepts	0	0	12 (25.0%)	36 (75.0%)	48
Construction, creativity, neatness	0	0	14 (29.2%)	34 (75.8%)	48
Presentation	0	0	6 (12.5%)	42 (87.5%)	48

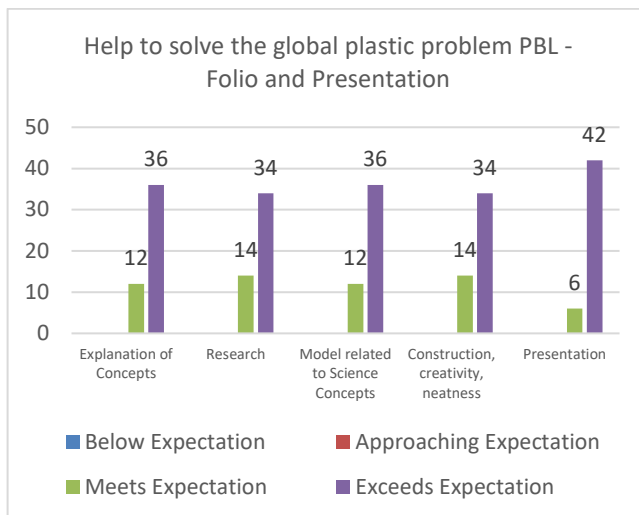


Figure 3. Folio and Presentation Scores.

According to the findings, it shows that 6 teams were able to produce excellent prototypes, followed by medium 6 teams while fair 2 teams as shown in Table 2.

Table 2. Prototype Score for 14 Teams.

Criteria	Poor	Fair	Good	Excellent	Total
Design	0	2	8	4	14
Process	0	2	8	4	14
Application	0	2	8	4	14
Knowledge	0	2	6	6	14
ICT	0	2	8	4	14

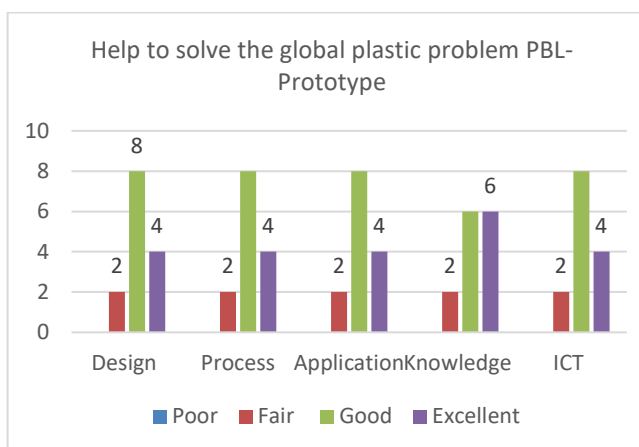


Figure 4. Prototype Score for 14 Teams.

Four outstanding teams have successfully submitted reports and videos to the BIEA 2020 International STEM Youth Innovation Competition and the results are as in Table 3.

Table 3. BIEA 2020 International STEM Innovation Competition Achievement.

Team	Achievement
Knights of Aquatic	Participation
PEH	Best Video Award
ERE	Rising Star Award
Rigel Kentaurus	Best Report Award

Students have answered the questionnaire on the implementation of PBL “Help to solve the global plastic problem!” as shown in Table 4. According to the findings, it shows that 42 (87.5%) respondents were agreed that they really liked it while 6 (12.5%) liked about PBL, followed by 45 (93.8%) students strongly agree they are easier to communicate and like digital, followed by 43 (89.6%) love nature more and 38 (79.2%) become more creative after PBL.

Table 4. Feedback on PBL “Help to solve the global plastic problem!”

Statements	Do not agree	Agree	Strongly agree	Total
I like project-based learning (PBL) activities	0	6	42	48
I find it easier to communicate with people after PBL	0	3	45	48
I love digital learning	0	3	45	48
I love nature more after PBL	0	5	43	48
I am more creative after PBL	0	10	38	48

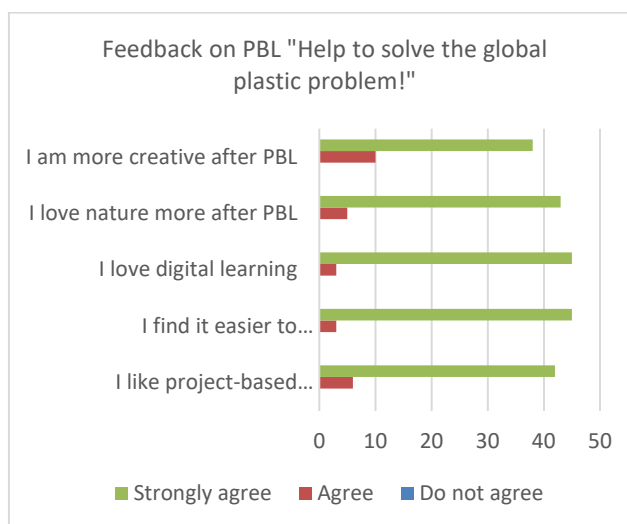


Figure 5. Feedback on PBL “Help to solve the global plastic problem!”

10.DISCUSSION

By conducting this PBL, I was very excited that my students were very active and involved in this learning. 87.5% of them stated that they strongly like PBL. 93.75% strongly agree that they easily communicate with friends after PBL activities and like digital technology. 70.18% of students strongly agree that they became more creative after this PBL. They can present a good idea and design to help solve the global plastics waste problem. They have shown interest in studying chemistry. The ICT skills of the students also improved after this PBL. Three of their projects have received international recognition by BIEA!

11.STUDENT REFLECTION

“I learned how plastic can cause effects not only for us but for the marine life too. We must all try to make a change even though it is small.” Puteri.

“Our product is a multi-terrain vehicle which is fitted with many designs each with their own specific purpose. In a nutshell, it sucks in the plastic waste on shores such as plastic bottles and plastic bags while filtering out sand and avoiding small faunas around it.” Ryan

Proposals for the future of PBL can be continued to give students the opportunity to produce materials that involve daily activities such as food packaging and chemicals at home. This project can provide more thinking and creativity space and easier for students to find materials around them.

12. CONCLUSION

The variation of teaching and learning style has a big impact because students show a very high interest and learning spirit during and after carried out this PBL. The response and involvement of students is very good about this PBL. 4C skills and the value of environmental love have been successfully nurtured among students. This project lead knowledge construction, real-world problem-solving, self-regulation, communication, collaboration, and the use of ICT which will embark the 21st century students. For future studies, I plan to maintain this method for Manufactured Substances in Industry to bring fun learning in Chemistry!

13. ACKNOWLEDGEMENTS

I am also grateful to my students for their cooperation and participation. Thanks should also go to their parents, who moral support, and impacted me.

14. REFERENCES

- Education Policy Planning and Research Division, Ministry of Education Malaysia (2006). Action Research Manual. Kuala Lumpur: Education Policy Planning and Research Division
- Meyers, C. & Jones, T. (1993). *Promoting active learning: Strategies for the college classroom*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Joseph S. Krajcik and Phyllis C. Blumenfeld (2006), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press
- Suzie Boss and Jane Krauss (2007), *Reinventing Project-Based Learning: Your Field Guide to Real-World Projects in the Digital Age*. Eugene, OR, ISTE
- Joshua Stern, Ph.D. Introduction to Online Teaching and Learning.
- Yilday Ayyildiz and Leman Tarhan (2017), *Problem-based learning in teaching chemistry: enthalpy changes in systems*. Research In Science & Technological Education
- UNESCO, 2020. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373718>
- MESTECC, 2018. https://www.moe.gov.my/images/KPM/UKK/2019/06_Jun/Malaysia-Roadmap-Towards-Zero-Single-Use-Plastics-2018-2030.pdf
- AUTODESK Tinkercard. <https://www.tinkercad.com/>

DETERMINING FOCAL LENGTHS IN A VIRTUAL OPTICS LAB

NA CORDERO

Physics Department, Universidad de Burgos, Spain

ncordero@ubu.es

Abstract

We present an applet that simulates the image of an object created by a converging lens on a screen. The height of the object can be changed, as well as the distance between the object and the screen, and the position of the lens. The applet is so realistic that it can be used to determine the focal length of a lens using the same lab manual used in a physical laboratory. The applet is available in both Spanish and English.

Keywords

Bessel's method, Mathematica, optics, virtual lab.

1. INTRODUCTION

The so-called thin lens equation can be used to study the real image of an object formed on a screen by a convergent thin lens within the paraxial ray approximation (Hetch, 1987):

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} , (1)$$

where s is the distance from the object to the lens, s' is the distance from the screen to the lens, and f' is the focal length of the lens.

In this case, the lateral magnification is given by

$$\beta' = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} , (2)$$

where y' is the height of the image formed on the screen and y is the height of the object.

Friedrich Wilhelm Bessel devised a simple method to determine the focal length of a lens using the thin lens formula. He considered (see Fig. 1) an object Y and a screen P separated by a distance D . If D was large enough and he placed a thin convergent lens in between, there were only two positions (labelled A and B in the figure) for the lens so that the image of the object was clearly seen on the screen. These two positions were a distance d apart.

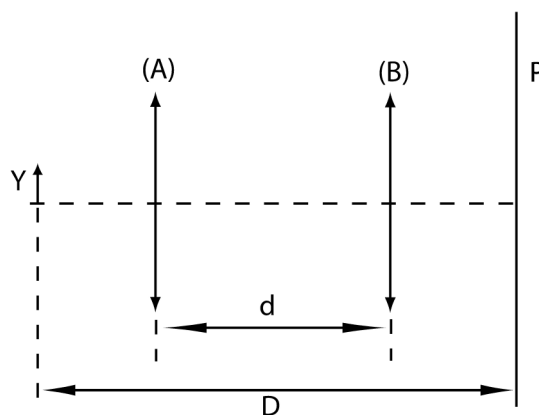


Figure 1. Bessel's method to determine the focal length of a convergent lens.

He proved that there was a simple equation giving the focal length of the lens (Bessel, 1840):

$$f' = \frac{D^2 - d^2}{4D} \quad . \quad (3)$$

2. THE APPLET

The applet can be seen in Fig. 2. In order to speed up response times on slow devices, it has two panels. The upper one shows the optical bench setup and the second one displays in real time the image formed on the screen. Both of them include three sliders to change the object height, the distance between the object and the screen, as well as the position of the lens.

We have used Wolfram Language (Mathematica, 2023) to write the applet because it is a very high-level language (that includes commands for image blurring) and allows to easily create intuitive and visually appealing interactive tools that can be run on a variety of devices such as computers, tablets, and smartphones based on different operating systems, namely, MacOS, iOS, Windows and Linux (Wolfram Player, 2023).

This applet can be used as a stand-alone experiment within a virtual laboratory (if you do not have access to a real laboratory, e.g., in distance learning) or as a tool to be used after a physical lab session to complement the knowledge acquired in the laboratory. In the latter case, teachers can change the power of the lens to provide students with different conditions than those experienced in the laboratory.

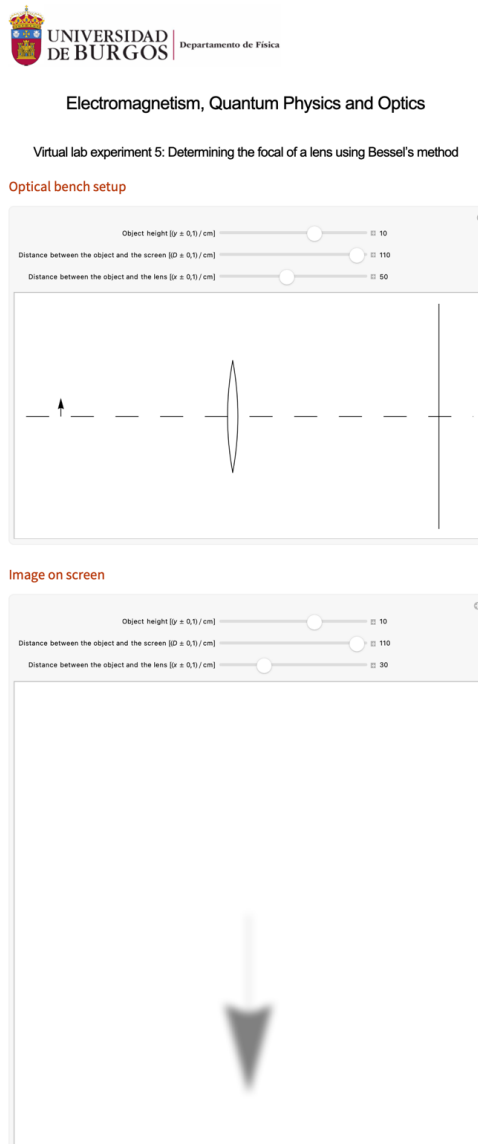


Figure 2. Applet view.

3. RESULTS

We present some examples of the lower panel corresponding to different physical situations. In each case three different positions of the lens have been selected.

In the first case (Fig. 3), $D > 4f'$, and there are two different positions for the lens to create a focussed image on the screen. Both images are inverted with respect to the object and one of them is smaller than the object while the other is bigger.

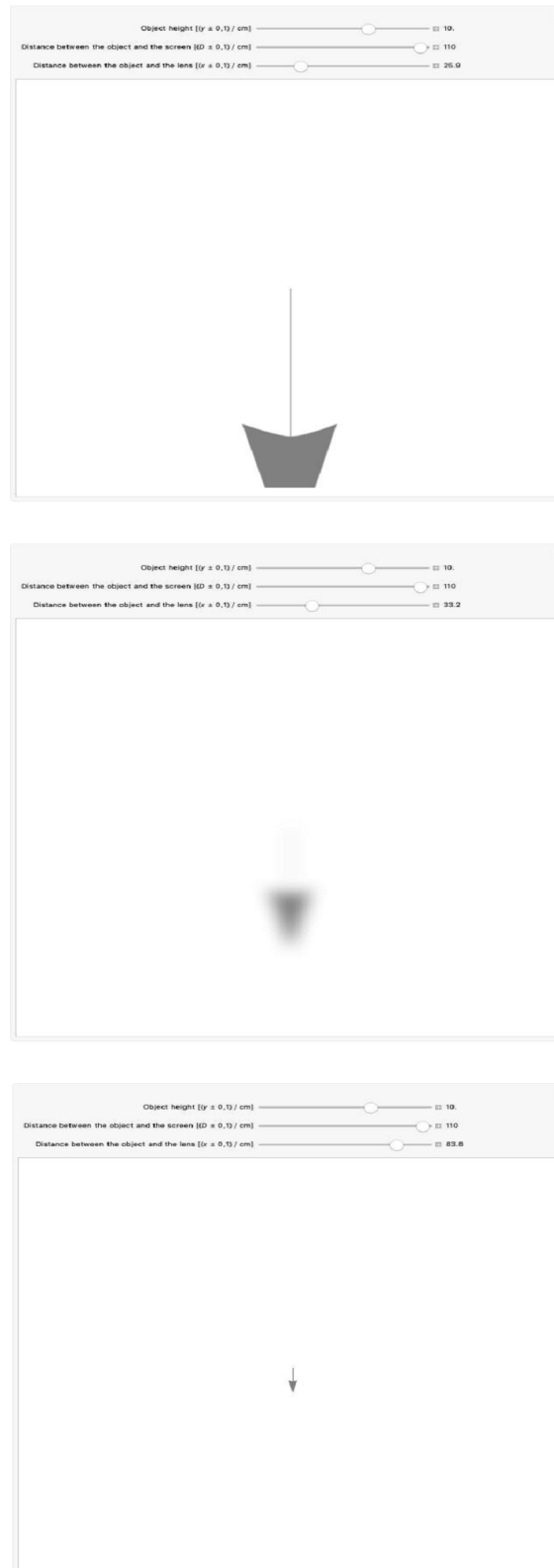


Figure 3. An example with $D > 4f'$

In the second case (Fig. 4), $D = 4f'$, and there is only position for the lens to create a sharp image on the screen. This image is inverted and has the same height as the object.

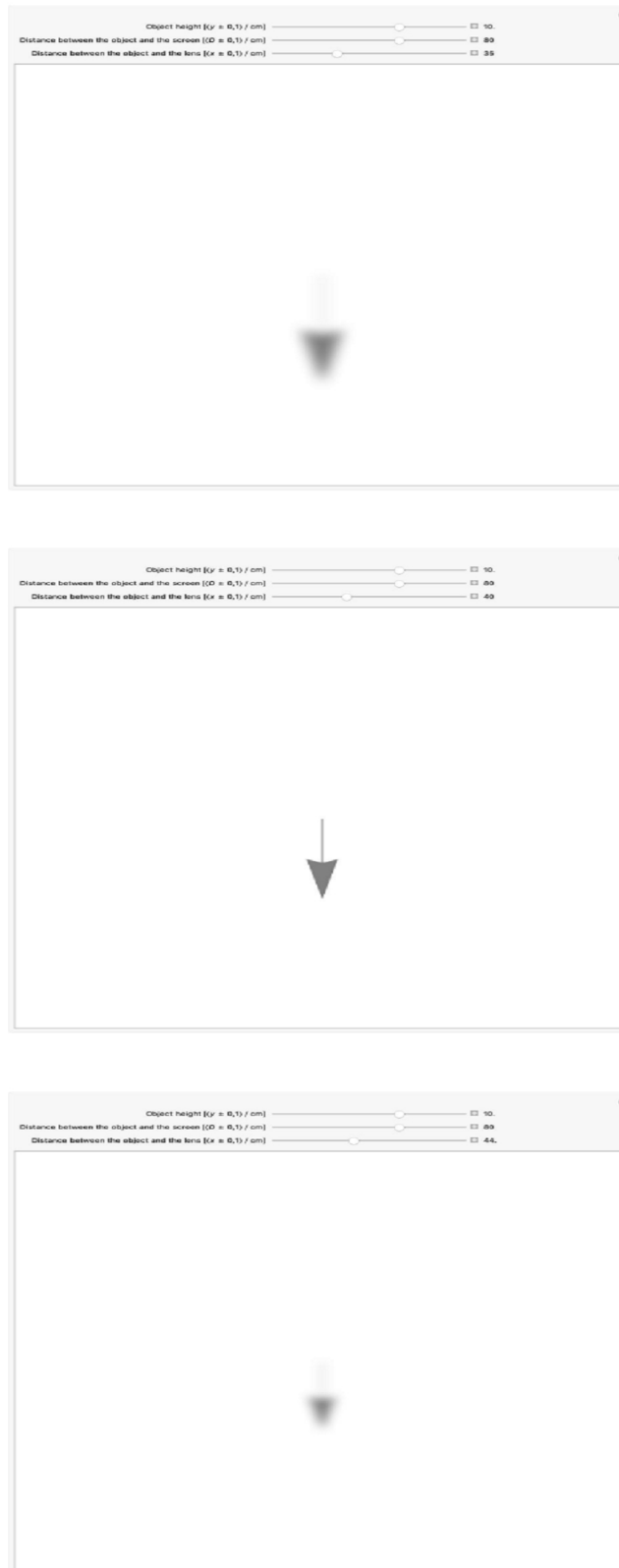


Figure 4. An example with $D = 4f'$

In the third case (Fig. 5), since $D < 4f'$, there is no position for the lens to create a focussed image on the screen. It is only possible to observe fuzzy images.

In the last two cases, Bessel's method cannot be used to determine the optical power of the lens, but there is a simple solution: enlarging the distance between the object and the screen so that $D > 4f'$.



Figure 5. An example with $D < 4f'$

4. REFERENCES

Bessel, F.W. (1840). Über ein Mittel zur Bestimmung der Brennweite des Objectivglases eines Fernrohrs. *Astronomische Nachrichten*, 17(19), 289-291

Hetch, E. (1987). Optics (2nd edition). Addison Wesley

Mathematica (2023), Wolfram Mathematica 13.2. <https://www.wolfram.com/mathematica/>

Wolfram Player (2023), Wolfram Player 13.2. <https://www.wolfram.com/player/>

THE ROLE OF STEAM EDUCATION IN CURRICULUM 5.0

R LAMPOU

Greek Ministry of Education & Religious Affairs, Athens, Greece

rania.lampou@gmail.com

Abstract

At the threshold of the Fifth Industrial Revolution, as the economy shifts to more knowledge-intensive industries, there is an urgent need to develop the skills of students who are the leaders of future technological advancements and therefore redesign the curriculum. It is widely accepted that children get more motivated for learning when they choose a subject at school. Therefore, the teacher's role is to present knowledge in an attractive and interesting way. Inspiring students is crucial for the learning process. This is a difficult problem for STEM education because many primary school teachers do not necessarily have good knowledge of science. Teachers cannot inspire their students when they do not feel enthusiastic about a teaching subject. A CERN pioneering program, "Playing with protons" was created to solve this problem.

Keywords

STEM education, CERN, creativity, curriculum 5.0

1. INTRODUCCIÓN

Industry 5.0 offers many opportunities for academic institutions to advance to the next level. Faculty 5.0 should go along with Curriculum 5.0. In the new curriculum we need to incorporate learning about robotics, internet of things, augmented reality, smart materials but at the same time integrate non-technical subjects (such as project management, communication, arts, etc.) in order to develop transdisciplinary skills. It is also important to focus on questions of ethics, diversity, social inclusion, and sustainability (e.g., teaching the Sustainable Development Goals).

2. STEAM EDUCATION IN CURRICULUM 5.0

In this curriculum, STEM, as transdisciplinary approach, aims to promote research spirit, logical thinking and social skills. Recently, arts have also been incorporated into STEM teaching, making these projects even more creative and interesting. As a result, the STEM acronym is now becoming STEAM (Land, 2013). Emphasis is placed on empirical and exploratory-discovery learning, autonomy and active participation of students, through trial and errors, in a series of interactive projects that incorporate the five fields of STEAM (Maslyk, 2016). The acquisition of basic skills through STEAM projects, prepares young people for the future, as STEAM learning is framed in the daily life of young people outside the classroom (Daugherty, 2013). STEAM Education has as its center the problem solving ideas. Furthermore, STEAM education stimulates students' attention by developing their abilities for expression, creativity, with innovation playing the most significant role (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021).

STEAM can be unplugged or make use of technology. Unplugged activities can be implemented without the use of computers and can be used to engage in computational thinking dimensions, embedding computer science concepts into the curriculum. (Curzon, 2013). It is very important to promote computational thinking in the classroom, which includes abstraction, algorithmic thinking, decomposition and pattern recognition (Hoyles & Noss, 2015). Computational thinking involves solving problems and designing systems, by drawing on the concepts fundamental to computer science (Wing, 2006).

Educational Technologies such as augmented/virtual reality, clickers" or key-pads", cloud computing, and internet of me can promote STEM education, through the adoption of innovative teaching strategies, like hands-on activities, mini- and remote labs, building models, etc.

3. TEACHER TRAINING ON STEAM EDUCATION

Training teachers on STEAM practices is an important issue. A research was conducted in Australia among pre-service primary school teachers by a chief scientist of Australia (Prinsley, Johnston, 2015). The research investigated beliefs regarding STEM in terms of importance, innovation, skills in future, and high-quality specialist teachers to teach in primary schools and there were also questions on understanding concerning attracting high achievers to teaching, including STEM in teacher preparation, professional development, and leadership in primary schools. The questionnaire included questions about intentions to teach STEM focused on the interest connected to daily life, the ability to apply mathematics, the need for primary teachers to be supported by a specialist STEM teacher, the needs for separate subject on STEM in the university for pre-service teachers' university programs, and the teachers' ability in STEM to transform creativity and innovation among children. Future teachers who answered the questionnaires placed emphasis on the fact that their knowledge of science and technology was minimal. However, they had positive intentions to teach STEM since they believed that STEM-related subjects are important for life.

Among the conclusions of the study are the following:

- Pre-service teachers should have experiences in STEM in order to apply their knowledge, their skills and the principles of STEM efficiently.
- Science knowledge and sound pedagogical practices should be integrated in order for teachers to practice STEM teaching in an optimal manner.
- Ongoing professional training in STEM education is necessary for all teachers.
- STEM should include school and non-school experiences in STEM-related activities (Kurup, Li, Powell & Brown, 2019).

Teachers' perception of knowledge, confidence, and efficacy for teaching STEM influences students' learning and classroom practices (Nadelson et al., 2013). Teachers' ability in integrating background knowledge of technological pedagogical content knowledge to a STEM curriculum seems a challenge to pre-service and in-service teachers (Hofer & Grandgenett, 2012). It is also essential for teachers to have a professional development education in STEM that would enable them to integrate disciplines and will provide them an understanding of teaching approaches that combine hands-on activities with the effort to develop twenty-first century competencies. Furthermore, there is a need for policies of STEM that are based on the four-dimensional framework: knowledge, skills, character, meta-learning (Bybee, 2013).

4. PLAYING WITH PROTONS PROGRAM AND ITS GOALS

In most countries, physics is taught in high-schools, in ways that don't motivate students and as a result they make them think that the subject is boring and useless for them. One of the reasons that in most cases science is taught only in high-schools is that there are not specialized science teachers in primary school and since modern physics can be a difficult subject, primary school teachers may lack the confidence and knowledge to perform well in the classroom (Wilkins, 2010). In this manner, they are excluded from the creative world of the modern scientific approaches that extend the boundaries of science in a way that physics can meet philosophy and imagination (Etkina, 2015).

However, according to several studies, the public wants science to be taught early in primary education. The majority of participants in the above-mentioned studies believe that science in primary school will help students to perform well in high-school (Belden, Lien & Nelson-Dusek, 2010).

Eshach and Fried (Eshach & Fried, 2005) posited that even very young children should be exposed to the world of science. Their assertions are as follows: 1. Children normally find pleasure in observing and contemplating nature. 2. The exposure of young students to science results in the development and adoption of a positive attitude towards it. 3. Early exposure to scientific phenomena prompts to better comprehension of the scientific terms studied formally later. 4. The utilization of scientifically informed language at an early age affects the eventual development of scientific concepts in a very positive way. 5. Children can understand scientific concepts and reason scientifically. 6. Science is an efficient means for developing scientific thinking.

"Playing with Protons" is a CERN program that is addressed to primary school students. This idea that the concepts of modern physics and science in general should be taught at an early age represents the added value of the program. This course was initially supported by the CMS and subsequently by the ATLAS experiments

at the Large Hadron Collider (LHC) within the framework of the CREATIONS EU project (CREATIONS EU project website) and now it is supported by the REINFORCE (REINFORCE EU project website) and FRONTIERS (FRONTIERS EU project website) European projects. In CREATIONS, 16 partners from 11 European countries developed creative approaches based on art for an engaging science classroom in order to improve the skills of young people in STEM, raise student's interest and encourage science teachers to innovate. Combining science and art, partners are planning a variety of cultural events in which young people can experience an active and playful role within science and research. "Art@CMS", "Learning Science through Theater" and "Global Science Opera" were three of the programs within the framework of the CREATIONS project (CREATIONS EU project website).

The program focuses on experiments conducted by the students themselves with everyday materials and objects and it results in the students becoming familiar with complicated scientific concepts as well as the latest developments in the field of particle physics research. Naturally, knowledge of modern physics should be explained to young students in a conceptual way rather than a mathematical way and a lot of hands-on activities should be utilized to provide a solid foundation to young students for a deeper understanding of scientific concepts (Alexopoulos & Nantsou, 2017).

The project is combined with training of primary teachers taking place at CERN (Trimoulla, 2016). Ten teachers from Greece and UK are selected in order to participate in the training program that takes place at CERN's facilities. They experiment with simple materials and when they return to their countries they diffuse the knowledge they acquire to their colleagues and to their students. The main goals of the program are to enable primary school teachers to:

- Invent innovative scenarios and lesson plans to motivate their students and enrich the curriculum at the same time.
- Experience technology, science and innovation at CERN, which is the largest particle physics laboratory in the world.
- Get acquainted with new teaching approaches based on hands-on activities and experiments.
- Diffuse the knowledge they acquired at CERN to their colleagues, peers and local communities.
- Feel confident when teaching science.

"Playing with Protons" enables primary teachers to improve their knowledge and teaching practices with creative methods that can attract the attention and get students engaged with science and technology ideas. The visit to CERN enables teachers to transmit first-hand knowledge to students. Experiential learning for teachers ensures experiential learning for students. This is one of the most effective ways to attract the attention of students and to stimulate them. Furthermore, teachers become part of the scientific community and in this way they can transmit the values of collaboration towards common goals that further the progress of human civilization. All the above ensure that students will have a high-quality education experience when they participate in a CERN project.

"Playing with Protons" includes continuing professional development (CPD) courses for primary school teachers, the development of learning resources and communities of interest, and continuous support for schools especially those in remote locations and schools with students who are members of relatively underprivileged communities. (CERN website).

The program allows primary school teachers, specialists in science education and researchers working at CERN to cooperate in order to create new and original approaches that would increase the level of engagement in natural sciences, experimentation and innovation in primary school students. In particular, primary school teachers visit CERN experimental facilities to witness the one of a kind culture of the latest scientific discoveries, state-of-the-art technology and innovation at the largest particle physics laboratory on the planet. They draw inspiration and they become very eager to share the knowledge they have just discovered with peers, students, parents and the larger community. They experiment with new teaching activities focusing on hands-on activities using simple materials to increase their engagement level. Furthermore, they use innovative methods for the development of new educational scenarios and lesson plans that will make the teaching and learning process of physics more engaging and effective (Alexopoulos & Nantsou, 2017).

As a Flexible zone teacher in three Primary schools of Artemida, Athens, I had the opportunity to participate in the program "Playing with Protons". Considering that the main challenge of the program is to cultivate

science, motivation and creativity in primary school students, throughout the program, students in nearly all primary school grades were involved in various creative activities. In particular, students performed artistic activities, constructions and general explorations of objects. They simulated physics experiments; they created collages and digital presentations for natural scientists. In addition, they depicted the CMS detector in multiple ways, using a variety of materials and techniques, including wood, collages, Lego, three-dimensional printing, and organizing an art exhibition at CMS, etc.

5. SELECTED LESSON PLAN

5.1. Session 1 (PowerPoint presentation & videos)

Learn about CERN underground facilities. Engineering challenge: Create and build models and maquettes of CERN premises.

Session 2 (PowerPoint presentation & videos): Learn about the CMS experiment and the science behind the experiment. Engineering challenge: Simulation of the CMS experiment.

Session 3 (PowerPoint presentation & videos): The ATLAS and CMS detectors (learn the physics and engineering of the detectors). Engineering challenge: Construct models of a particle detector, like ATLAS and CMS) (with the use of everyday materials).

5.2. Scientific model

Phase 1: QUESTION: students investigate a scientifically oriented question.

Balance and navigation through dialogue aids teachers and students in creatively navigating educational tensions. Ethics and trusteeship is an important consideration in experimental design and collaborative work, as well as in the initial choice of question.

Phase 2: EVIDENCE: students give priority to evidence.

Risk, immersion and play is crucial in empowering pupils to generate, question and discuss.

Phase 3: ANALYSE: students analyze evidence.

Students analyze evidence, using dialogue with each other and the teacher to support their developing understanding.

Phase 4: EXPLAIN: students formulate an explanation based on evidence.

Students use evidence they have generated and analyzed to consider possibilities for explanations that are original to them. They use argumentation and dialogue.

Phase 5: CONNECT: students connect explanations to scientific knowledge.

Students connect their explanations with scientific knowledge, using different ways of thinking and knowing (“knowing that”, “knowing how”, and “knowing this”).

Phase 6: COMMUNICATE: students communicate and justify explanation.

Communication of possibilities, ideas and justifications through dialogue with other students.

Phase 7: REFLECT: students reflect on the inquiry process and their learning.

Individual, collaborative and community-based reflective activity consolidates learning and enables students and teachers.

5.3. Sessions

School: 4th Primary School of Artemida, Greece, Athens.

Grades: 1st-6th grades of Primary education.

SESSION 1

The Maquette of CERN’s installations (construction, artistic representation).

Duration: 4 lessons X 45’: 3h.

Objectives:

- Learn about CERN underground facilities.
- Engineering challenge: Create and build models and maquettes of CERN premises.

SESSION 2

Simulation of the CMS experiment with Led Flash Circuit and Led Chaser Circuit.**Duration: 4 lessons x 45: 3h.****Objectives**

- Learn about the CMS experiment and the science behind the experiment.
- Engineering challenge: Simulation of the CMS experiment.

SESSION 3**Models of a particle detector (CMS and ATLAS).****Duration: 13h30 approximately.****Objectives:**

- The detectors CMS and ATLAS (learn the physics and engineering of the detectors).
- Construct models of a particle detector (CMS and ATLAS), [use of everyday materials].

SESSION 1 The maquette of CERN's installations (constructions, artistic representations)**SESSION 2** Simulation of the CMS experiment with Led Flash Circuit and Led Chaser Circuit: <https://www.youtube.com/watch?v=nOn4Q7umxrY>

SESSION 3 1. Miniatures of the CMS detector using Lego 2. Wooden representations of the CMS detector 3. a) Paintings about the CMS Detector and Art@CMS Exhibition b) art@CMS. A virtual Gallery-A collection of the best paintings at the art@CMS (CERN) of Michael Hoch, Lindsay Olson, Paco Falco, Chris Henschke, Xavier Cortada, Alison Gill made with the digital tool artsteps. c. The CMS detector was represented in collages (materials such as jewelry, drinking straws, pills, toothpicks, bottle caps and pasta were used). d. Collage of the particle detector CMS using the app Hp Reveal of the Augmented Reality on mobile and tablet. 4. 3D printing models of CERN (the process of printing and assembling the CMS detector lasted 100 hours. Additionally, 100 hours were required for printing the "Globe of science and innovation" and 2 hours for printing and assembling of little models of Higgs bosons). 5. The particle detector CMS dessert (a dessert consisting of butter, chocolate and sugar and weighing three kilograms). 6. "Playing with Particles", Applications for web and portable devices (cross-platform, Android - IOS) "Detecting particles" (CMS, CERN) (30minutes) Level 1 Level 2. It's a part of a complete course (26 applications) on particle physics using Flashcards and Games created with the Cram Web application. In particular, the theory is presented in six thematic units (13 applications) followed by exercises in the form of quizzes, created with the Quizglobal tool, that test and enhance the understanding of the theory (13 applications). 7. Models and Artistic representations of the particle detector ATLAS (CERN) with arts and crafts and using the technique "shadow and light". 8. Models of the Particle Detector CMS (CERN) created by the students made with the digital tool Powtoon. 9. Article on Wikipedia about the CMS experiment. 10. Poems about CERN set to music and visualized (inspired by astrophysics and particle physics). The Freinet technique was used for the creation of small books.

6. CHALLENGES-DIFFICULTIES

The main challenge I had to face was related to the Greek curriculum which does not include modern physics. I had to redesign the syllabus and be innovative and creative. I used materials that motivated my students' creativity, such as Lego, clay, cardboards, etc. My teaching style is creative and innovative. This is the reason why I promoted STEAM literacy in primary students by encouraging them to become out-of-the-box thinkers and creators. Another challenge was that I should teach particle physics to very young children therefore I had to come up with activities suitable for their age and interests. New technologies, such as 3D printers, made a significant contribution. Children were very enthusiastic about science. A great outcome of the above-mentioned activities is the production of original audio-visual and digital material in the form of educational resources about physics and, in particular, particle physics, in collaboration with my students. I think this is a valuable material for a wide range of people. In addition, the context in which I taught the program is a public primary school in an eastern suburb of Athens. The building and the infrastructure are in terrible condition, which made my efforts even more difficult. In addition, I had to deal with underprivileged children of low socio-economic and educational status.

7. EVALUATION OF THE PROGRAM

The follow-up evaluation showed that teachers experienced higher science teaching confidence, higher interest in physics and science in general and increased creativity. A great majority of teachers agreed that they implemented their knowledge and shared it with their peers. (Alexopoulos et al, 2018). The quantitative and qualitative data of tools including questionnaires and student interviews verify the positive acceptance of the program by both the students and the teachers who participated in it as well as by the parents. The contribution of the program to the connection of school knowledge with the needs, age, level and interests of students as well as real social situations was considered to be particularly valuable. Moreover, in this context, the creation of better relationships with all students and especially those with particular learning, cultural and linguistic needs was promoted. In addition, the "Playing with Protons" gave students the opportunity to develop general skills including collaboration, communication, creativity, problem-solving and presentation. Cross-curricular and creative activities broke cultural stereotypes associated with science and scientists and demonstrated the value of learning modern physics and science at an early age. In addition, teachers and students developed initiative actions, cultivated critical and creative thinking through methodologies related to a holistic and interdisciplinary approach to knowledge and the implementation of activities and projects at individual and group level which increased students' aspirations for science-related careers. The educational climate of the schools that implemented the program was positively influenced and this contributed to the promotion of creative cooperation between all involved in the educational process. Students were open and responsive to new and diverse perspectives, they demonstrated originality and inventiveness in work, high order thinking and problem-solving skills and they elaborated original ideas to improve and maximize creative efforts. It is noteworthy to mention that these projects have so far received over 150 International awards and for these projects I was selected among the best 50 teachers in the world with the Global Teacher Prize 2019 (Global Teacher Prize Finalists 2019).

8. CONCLUSIONS

The teaching implementations of the innovative "Playing with protons" program described above have provided students with a variety of opportunities to unravel their latent capabilities and broaden the perspectives through which they perceive the world and science. Designed teaching practices have mainly contributed to the students experimenting, identifying and discovering their strong and weak intelligences, inclinations and talents. At the same time, the use of appropriate digital tools has created the prerequisites for more efficient performance by students during the learning process, since the teaching work tailored to their individual profiles has led to the creative production of works along with the acquisition of self-regulating learning and autonomy skills as well as cooperation and communication. In conclusion, the implementation of the "Playing with Protons" program in primary education could be considered as contributing to the reforming of the teaching approach of various cognitive subjects, to the creation of a multipurpose, experiential learning environment, to the design of rich, polymorphic and multimodal courses and activities and to the selection of flexible techniques and strategies. Through the philosophy on which this innovative program is based, the students become more open towards science and society and the role of the teacher is upgraded, which is the most important factor for the success of any improvement in the education system.

9. REFERENCES

- Aguilera, D., Ortiz-Revilla, J., (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review, *Education Sciences*, 11, 331
- Alexopoulos et al. (2018). "Playing with Protons": a training course for primary school teachers at CERN, *Physics Education*. 54
- Alexopoulos, A. Nantsou, T. (2017). Playing with Protons, CREATIONS-Demonstrator; <http://cds.cern.ch/record/2258255/files/>
- Belden, N., Lien, C., & Nelson-Dusek S., (2010). A Priority for California's Future: Science for Students, Santa Cruz, CA: The Center for the Future of Teaching and Learning
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press
- CERN website, <https://home.cern>
- CREATIONS EU project website <http://creations-project.eu/>

- Curzon, P. (2013) “cs4fn and computational thinking unplugged,” WiPSE’13. Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, pp. 47-50
- Daugherty, M. (2013). The Prospect of an “A” in STEM Education. University of Arkansas. *Journal of STEM Education*, Volume 14, Issue 2 April-June. Retrieved from: <http://www.uastem.com/wp-content/uploads/2012/08/The-Prospect-of-an-A-in-STEM-Education.pdf>
- Eshach, H., Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*. 14(3):315–336
- Etkina, M. (2015). Millikan award lecture: students of physics-listeners, observers, or collaborative participants in physics scientific practices? *Am. J. Phys.* 83 669–79
- FRONTIERS EU project website: <http://www.frontiers-project.eu/team-member/ea/>
- Global Teacher Prize Finalists 2019, Varkey Foundation. <https://globalteacherprize.org/pages/2019-finalists-globalteacherprize>
- Hofer, M., & Grandgenett, N., (2012). TPACK development in teacher education: a longitudinal study of preservice teachers in a secondary M.A.Ed. program. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), 83–106
- Hoyles, C., & Noss, R. (2015). Revisiting programming to enhance mathematics learning. Paper presented at the Math + Coding Symposium, Western University, Canada.
- Kurup, P. M., Li X., Powell G., Brown M. (2019). Building future primary teachers’ capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions, *International Journal of STEM Education*. 6:10
- Land, M. (2013). Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. *Procedia Computer Science* 20, 547 – 552. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913011174>
- Maslyk, J. (2016). *STEAM makers: fostering creativity and innovation in the elementary classroom*. Thousand Oaks, CA: Corwin
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *Journal of Educational Research*, 106(2), 157–168
- Prinsley, R., & Johnston, E. (2015). Transforming STEM teaching in Australian primary schools: everybody’s business. Canberra, Australia: Australian Government. Office of the Chief Scientist
- REINFORCE EU project website <https://www.reinforceeu.eu/>
- Trimoulla, A. (2016). Training course for eighteen teachers at CERN, CERN Document Server, <http://cds.cern.ch/record/2131716>
- Wilkins, J. L. M. (2010). Elementary school teachers’ attitudes toward different subjects *Teach. Educ.* 45 23–36,
- Wing, J. (2006). Computational Thinking, Retrieved from: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS EN ENERGÍAS RENOVABLES

V TRICIO-GÓMEZ, R VILORIA-RAYMUNDO

Dpto. de Física. Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, España

vtricio@ubu.es

Abstract

We present a selection of educational actions developed on renewable energies in higher and secondary education. They show an overview of past, present and future activities in STEAM teaching of renewable energies that are framed in different academic fields, highlighting among them the training of teachers during the master's degree in teaching at the UBU and in training courses for secondary school teachers.

Keywords

Renewable energies, formal and non-formal education, educational experiences, STEAM.

Resumen

Presentamos una selección de acciones educativas desarrolladas sobre energías renovables en las etapas formativas de la educación superior y de la secundaria. En ellas se muestra una panorámica de actividades pasadas, presentes y futuras en la enseñanza STEAM de las energías renovables que se enmarcan en distintos ámbitos académicos, destacando entre ellos la formación de profesores durante el máster de profesorado en la UBU y en cursos formativos para profesores de secundaria.

Palabras clave

Energías renovables, enseñanza formal y no formal, experiencias educativas, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Los temas relacionados con la energía y con el bienestar de los ciudadanos constituyen una de las mayores preocupaciones de los ciudadanos y en la sociedad global de la información en la que estamos inmersos en nuestros países. Todos sabemos que, aún sin tener conocimiento sobre ellas y sus ventajas, hablar sobre las energías renovables (ER) se ha convertido en una conversación habitual entre la ciudadanía.

Pero el consumo energético en España, al igual que sucede en el resto del mundo, se sustenta mayoritariamente en las fuentes de energía de origen fósil, fundamentalmente petróleo y gas natural, por lo que es innegable y reconocida la necesidad de un cambio en el actual modelo de producción de energía con recursos no renovables y perjudiciales para el medio ambiente. En los últimos años se han realizado importantes esfuerzos en tres vertientes: encontrar caminos alternativos de generación energética mediante la investigación y el desarrollo de las energías renovables, mediante el Pacto Verde Europeo que impulsa la cuota de energías renovables en el UE alcanzando el objetivo 55 para lograr la neutralidad climática de aquí a 2050 y mediante las mejoras y esfuerzos que también se manifiestan en el espacio educativo-formativo. En esta comunicación, nuestro interés se centra en esa tercera vertiente, y dentro del bloque temático *experiencias educativas STEAM en diferentes etapas educativas*, el objeto es presentar y difundir diversas actividades formativas y de comunicación/divulgación de las diferentes áreas temáticas de las ER y temas afines, que se vienen realizando desde hace años en distintos ámbitos académicos tanto formales como no formales.

2. ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ENSEÑANZA STEAM

La relación de las enseñanzas de las ER y el enfoque STEAM es directa e implícita, dado que de manera natural en nuestro proceso educativo de enseñanza-aprendizaje de las ER, se ofrece una formación integral y sin barreras entre disciplinas que está en la línea de la metodología STEAM. La enseñanza de ER es multidisciplinar y su aprendizaje se consigue también combinando inevitablemente diferentes materias en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.

En la dilatada trayectoria que tenemos como docentes en ER (Rodríguez Cano & Tricio Gómez, 2002), en el proceso de enseñanza-aprendizaje nuestro enfoque es el de CTSA, (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) como eje principal mediante el cual se abordan numerosas situaciones enmarcadas en la aplicación de conceptos relacionados con las energías renovables o no (energías fósiles y no renovables) y su incidencia en las problemáticas ambientales y sus soluciones actuales de transición energética (Tricio, 2012). La enseñanza de las ER es participativa y centrada en el alumno, de manera que los estudiantes aprenden mediante seminarios, trabajos en grupo, visitas, experimentos, presentaciones orales, entre otras actividades (Tricio Gómez & Valdés Castro, 2022).

3. DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS EXPERIENCIAS

Los siguientes apartados incluyen una selección de tipos de las experiencias que se vienen realizando en distintos ámbitos académicos, tanto formales como no formales.

En el ámbito de formación de alumnos de Máster, y en concreto del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de la Universidad de Burgos (MP), hemos participado desde su implantación con la asignatura *Ciencias en la sociedad del siglo XXI*, con contenidos sobre energías renovables (Tricio, 2010) y utilizando metodologías activas (Queiruga & Tricio, 2017), y con la asignatura *Física para la ES y Bach*. En ellas se desarrolla un tema de Energía y Sostenibilidad, con un contenido relevante de Energías Renovables y abordando los principales problemas de impacto ambiental del uso de la energía. En la Fig. 1 de elaboración propia, se muestra una presentación del curso 2021/22.

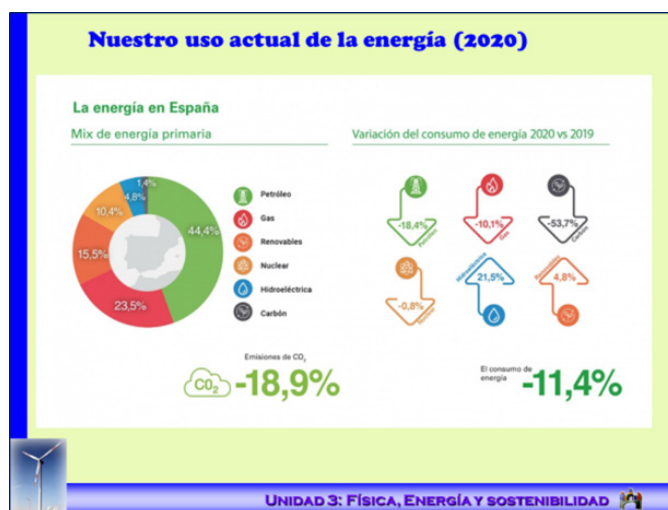


Figura 1. Contenidos de Energías Renovables en el Máster de Profesorado.

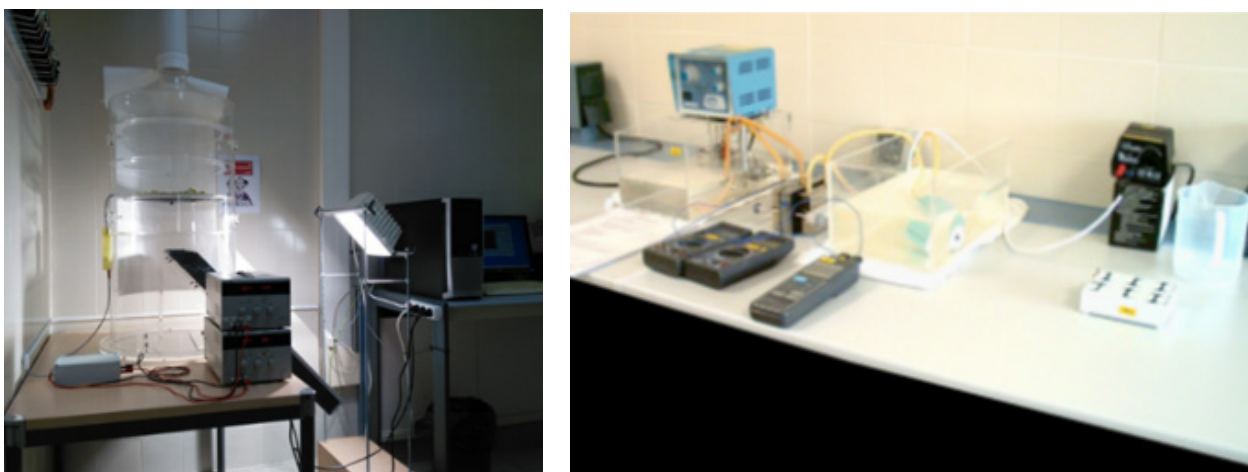
En dicho MP hemos dirigido diversos Trabajos de fin de Máster (TFM) en los que los contenidos de Energías Renovables han jugado un papel destacado o central. Como muestra, se citan el título, el estudiante y el curso que lo defendió de algunos TFM: *Actividades didácticas sobre el concepto de fuerza para diferentes niveles de educación secundaria*, (Gema Calleja Lázaro, 2015/16). *Propuesta de innovación docente sobre el cambio climático*, (José María Zapico Ordóñez, 2015/16). *Propuesta de materiales docentes para la asignatura de cultura científica*, (Virginia Escudero Herrero, 2016/17). *Experiencias de física con smartphones*, (Santiago Collado Cabeza, 2017/18). *Actividades de física sobre energía para un aula de adultos*, (Ángel Delfín Martín Reyes, 2018/19). *Diseño de una propuesta ABP sobre sostenibilidad y energía para favorecer la alfabetización científica*, (Clara Lozano Juárez, 2019/20).

En el ámbito de la investigación educativa, y como resultado de un proyecto sobre biomasa (Arias Ávila & Tricio Gómez, 2022), realizamos actividades de investigación orientada (AIO) para estudiantes de la UBU en España y de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá (UDFJC) en Colombia, desarrolladas en asignaturas optativas del nivel universitario, Energías Alternativas (EA), en la Licenciatura en Física de la UDFJC; y Energías Renovables (ER), en el Grado de Química de la UBU (Tricio Gómez *et al.*, 2013). En la Tabla 1 de elaboración propia, se muestra para cinco tipos de AIO el título de las actividades sobre biomasa que se desarrollan en dichas asignaturas.

Tabla 1. Actividades de investigación orientada.

Tipo de AIO y título de las actividades
Proyecto teórico: *Tecnologías y procesos para la producción de biodiesel a partir de biomasa. *Biomasa: origen y energía de la biomasa. *Cultivos energéticos como fuentes de biomasa. *Biocombustibles de segunda generación.
Proyecto experimental: *Herramienta web de cálculo de recursos de biomasa. *La biomasa en España (y en Castilla y León). *Desarrollo de la biomasa en otros países (Colombia).
Proyecto aplicado: *Aprovechamiento energético de la biomasa forestal. *Evolución de la producción de biodiesel.
Visita programada: *Visita a Biocom Pisuerga (Castrojeriz). *Visita a planta de pellets en Castilla y León.
Proyecto semiexperimental: *Estudio de las plantas pellets a partir de mapas (Mapa de las plantas de pellets en España. Elaborado por AVEBIOM).

En el ámbito de formación de alumnos de Grado, contribuimos a la formación de una forma aplicada, mediante la *experimentación en el aula* como una de las actividades cuya principal ventaja es que los alumnos, (universitarios o no), aprenden haciendo. Si bien, para nosotros es preciso combinar la parte práctica con la teórica, mediante cuestiones de tipo abierto y cerrado en la que se plantean preguntas a los alumnos que han de resolver ante el profesor. La Fig. 2 de elaboración propia, muestra imágenes de dos experimentos de ER con alumnos de 4º curso del Grado de Química.

**Figura 2.** Algunos experimentos de ER realizados en el laboratorio presencial.

En el ámbito de la investigación científica, fueron llevadas a cabo actividades de colaboración científica en Marruecos como desarrollo del Proyecto España-Marruecos de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo, destinadas a investigadores, profesores de física e ingeniería y estudiantes de doctorado de la Universidad de Rabat (Tricio Gómez et al., 2014). Una imagen de la conferencia presentada por V. Tricio sobre secado solar (elaboración propia) se muestra en la Fig. 3.



Figura 3. Imagen de una de las actividades sobre secado solar.

El fin último de este proyecto consistía en favorecer el impulso de tecnologías más acordes con el desarrollo sostenible, la reducción de costos de aplicación y ser una alternativa de las técnicas de secado de plantas en aquellos lugares de producción reducida y que no disponen de red eléctrica.

En el ámbito de difusión de resultados y como consecuencia de un proyecto de investigación educativa, citamos la *Cartilla para la enseñanza de las Energías Renovables*, publicada por la UBU y cuya portada se visualiza en la Fig. 4. Esta monografía, de la que es coautora V. Tricio, está orientada a docentes de secundaria y busca ser una herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje e integra transversalmente buena parte de las asignaturas del programa escolar. Tiene aspectos innovadores, que propician y favorecen un cambio en los enfoques temáticos y metodológicos, respecto a lo habitual (Arias Ávila & Tricio Gómez, 2013).



Figura 4. Portada de la Cartilla.

En el ámbito de cursos de formación resaltamos la Jornada formativa presencial en el ámbito de un proyecto Erasmus+, a invitación del M.A. Queiruga, responsable del proyecto. En el bloque que presentó V. Tricio, de título *Actividades prácticas y recursos sobre Energías Renovables*, se pudo comprobar las numerosas vertientes que tiene la enseñanza de las energías renovables. Se realizaron algunos experimentos que amplían los que ya se suelen hacer en la enseñanza secundaria y mostramos experiencias de tipo casero que estarían a disposición de los profesores para aplicarlas en sus centros de estudio.

En el ámbito de cursos de extensión universitaria deseamos citar la formación de mayores que ofrece la Universidad de Burgos poniendo a disposición de la sociedad una oferta cultural flexible y plural, sin ánimo profesionalizante, que cumple de forma óptima con una de las funciones de la institución académica así expresada en el artículo 1.d) de la Ley Orgánica de Universidades: «la difusión del conocimiento y la cultura a través de la extensión universitaria y la formación a lo largo de la vida». Esta oferta formativa se canaliza a través de dos actuaciones: el Programa Interuniversitario de la Experiencia y la Universidad Abierta a Mayores. En ambos programas hemos colaborado desde hace años.

Respecto de la Universidad Abierta a Mayores, R. Vilorio ha sido el director del curso *Renovables: Las energías que cambiarán el mundo*, con 12 sesiones presenciales en el año académico 2018/19, en Medina de Pomar. En la Fig. 5, de elaboración propia, se muestran contenidos de algunas de sus sesiones.



Figura 5. Contenidos del curso de Energías Renovables de Medina de Pomar.

Respecto de la Universidad de la Experiencia, el curso *Energías Renovables* ha sido impartido por R. Vilorio en el año académico 2018/19, en Burgos, con una amplia participación de asistentes. Se muestra en la Fig. 6 una imagen de la presentación del contenido sobre clima del futuro.

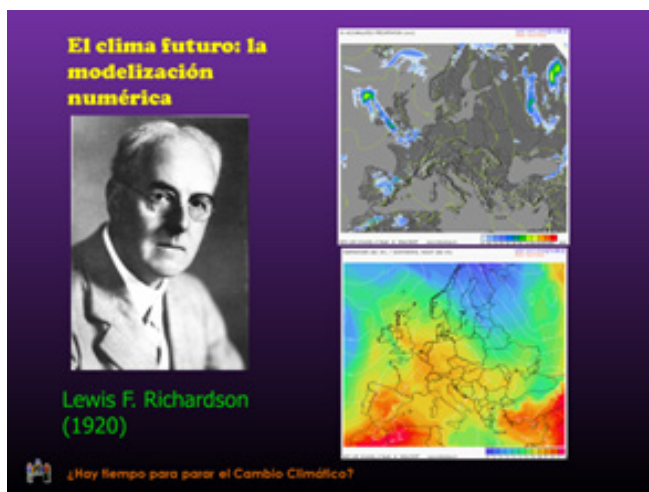


Figura 6. Universidad de la Experiencia. UBU.

Otras colaboraciones se han centrado en el marco de actividades de comunicación a la sociedad y divulgación científica. Es importante que los científicos participen de forma activa en la comunicación con la sociedad, transmitiendo los conocimientos a los ciudadanos; esta comunicación permite a la población acceder y comprender los avances científicos y las nuevas tecnologías, generando así una mayor capacidad de análisis y opinión y fomentando el espíritu crítico. Esta necesidad fue reconocida de manera explícita en la Declaración de la Ciencia y el Uso del Conocimiento Científico, adoptada en la Conferencia Mundial de la Ciencia de 1999, auspiciada por la UNESCO.

En el campo de las Energías Renovables, se ha colaborado con la Oficina UBUVERDE de la Universidad de Burgos, en actividades de laboratorio abiertas, debates o charlas, como la conferencia invitada: *Actualidad del Cambio Climático: El Sexto Informe del IPCC*, a cargo de R. Viloría (Fig. 7). (Viloría, 2022a).

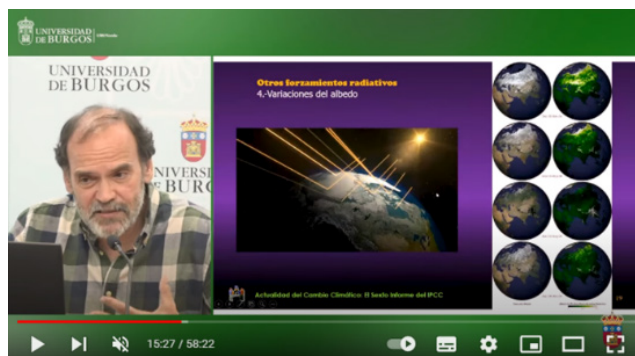


Figura 7. Conferencia Online sobre actualidad del Cambio Climático. Ubuverde-UBU.

Recientemente, se ha colaborado con la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Burgos en su ciclo “Acercando la Ciencia”, con la conferencia *El Cambio de modelo energético, un Reto Ineludible*, impartida por R. Viloría en el Museo de la Evolución Humana el pasado 15 de diciembre de 2022 (Viloría, 2022b). Y también, dentro de la misma dinámica de comunicación a la sociedad y divulgación de las energías renovables, en un momento de enorme interés social por estos temas, se está colaborando con la Unidad de Cultura Científica en la temporada actual del programa de televisión CIEN&CIA.

4. CONCLUSIONES

Ante el reto que supone el cambio de modelo energético al que la sociedad se enfrenta, hoy es más que nunca necesario mirar hacia las Energías Renovables.

En esta comunicación se ha planteado el encuadre de las Energías Renovables y su marcado carácter interdisciplinar, en la enseñanza STEAM en distintos ámbitos académicos; se ha trabajado durante muchos cursos académicos en la formación de alumnos de grado, con especial incidencia en la experimentación en el aula. Otro de los ámbitos que consideramos de especial relevancia es la formación de profesores. En ese campo, hemos participado en el Máster de Profesorado de la UBU, en proyectos de colaboración internacional y en cursos de Formación de Profesores y extensión universitaria. Otras experiencias como la participación en la Formación de Mayores en la UBU han permitido ampliar el ámbito educativo a otros sectores sociales. Se han realizado actividades diversas de comunicación de las Energías Renovables en distintas plataformas de difusión y divulgación.

En síntesis, se ha presentado una panorámica de actividades pasadas, presentes y futuras en la enseñanza STEAM de las Energías Renovables.

5. REFERENCIAS

- Arias Ávila, N., & Tricio Gómez, V. (2022). Propuesta de contenidos científicos sobre biomasa en el contexto de un proyecto multidisciplinar de energías renovables: Proposal of scientific content on biomass in the context of a multidisciplinary renewable energy project. *South Florida Journal of Development*, 3(2), 2870-2884.
- Arias Ávila, N., & Tricio Gómez, V. (2013). Cartilla para la enseñanza de las energías renovables. *Burgos, ES: Editorial Universidad de Burgos*. Recuperado de: <https://www.ubu.es/catalogo-de-publicaciones/cartilla-para-la-ensenanza-de-las-energias-renovables-0>

- Queiruga Miguel A., & Tricio, V. (2017). Formación en metodologías activas a través de proyectos europeos en el Master del Profesorado. Pp. Ed.: *Real Sociedad Española de Física*, 781-782. ISBN 13 978-84-09-01780-5. Libro de Resúmenes de la XXXVI Reunión Bienal de la RSEF.
- Rodríguez Cano, L. R., & Tricio Gómez, V. (2002). Recursos Energéticos y Energías Renovables en estudios de ingeniería. *Energías renovables y desarrollo sostenible*. Editores: A. López, E. López, F. Casares, R. López, 1288-1294.
- Tricio, V. (2010). Hacia una gestión sostenible del planeta en el nuevo Máster de Profesorado. Ed.: *Educación Cubana, UNESCO, IPLAC*. VI Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias, 1-22.
- Tricio, V. (2012). Actividades formativas en sostenibilidad y desarrollo sostenible en el Máster de Profesorado de la Universidad de Burgos. Ed.: J. Fuentes, A. Pérez, O. Calzadilla, 139-149. ISBN: 9789592820968 VI Taller Iberoamericano de la Enseñanza de la Física Universitaria, La Habana.
- Tricio Gómez, V., Viloría Raymundo, R., Arias Ávila, N. (2013). Propuesta para la enseñanza de la biomasa. Una temática en educación de energías renovables. Séptimo congreso mundial de Educación Ambiental - WEEC, Marrakech, Marruecos. En Proceedings of 7th WEEC.
- Tricio Gómez, V., Viloría Raymundo, R., Mounira Lage, Chawki Faiz, San José, M^a L. (2014). Un proyecto España-Marruecos de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo. *Comunicación Técnica en CONAMA 2014*. Recuperado de: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711413.pdf>
- Tricio Gómez, V., & Valdés Castro, R. (2022). Actividades para el estudio de las energías renovables en distintos niveles de formación. *Comunicación Técnica en CONAMA 2022* Recuperado de: <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2022/CT%202022/10008142.pdf>
- Viloría, R. (2022a). Actualidad del Cambio Climático: El sexto informe del IPCC con Ramón Viloría Raymundo (UBU). *Canal Youtube Ubuverde* Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Q-ytjXqBWn4>
- Viloría, R. (2022b). El cambio de modelo energético, un reto ineludible. *Canal Youtube UBUIVESTIGA*, Unidad de Cultura Científica. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=WzXDG5gH4KE>

BLOQUE 1

**Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza STEAM.
Innovative teaching strategies for STEAM teaching**

LA LÍNEA DE LA VIDA: UN PROYECTO DE DIGNIFICACIÓN DE LA MUJER EN LOS CASTILLOS (MEXICO)

AINHOA SEGURA ZARIQUEGUI

Universidad de Burgos. Facultad de Educación, Burgos, España

aszariquegui@ubu.es

Abstract

Este trabajo trata sobre una parte de un taller de escritura creativa para la dignificación de la mujer indígena en el barrio de los Castillos, en la ciudad de León (Guanajuato, México). Se van a señalar las actividades que se han creado para que las mujeres indígenas de esta zona deprimida de México escriban su historia de vida, dándole valor a sus experiencias vitales. Después, se convertirán en un podcast que se encontrará en la página del Centro de Derechos Humanos de Victoria Díez situado en esta misma ciudad.

Keywords

Escritura; creatividad; mujeres; indígenas; México.

1. INTRODUCCIÓN

La acción del Centro de Derechos Humanos Victoria Díez, está basada en un enfoque de derechos humanos de las mujeres y en una perspectiva de género. Mediante procesos socioeducativos y organizativos, se defienden los derechos humanos de las mujeres (muchas de ellas indígenas) que viven en contextos de pobreza, marginación y exclusión en León, Guanajuato, específicamente ubicadas en la zona norte de la ciudad, conocida como Los Castillos:

Según datos del Instituto Nacional de las Mujeres, la población indígena de México forma parte de las clases más pobres y desfavorecidas de nuestra sociedad, con frecuencia, sus niveles de vida están por debajo de los promedios nacionales y regionales, así como de los mínimos de bienestar estipulados internacionalmente (citado en Rivera Ramírez, 2017).

La concepción patriarcal ha construido una sociedad en base a ideas, valores y costumbres en las cuales ha justificado la subordinación de la mujer en función de ciertos roles naturales que le ha atribuido. También, creando el estereotipo de la mujer como un ser inferior y dependiente, además de sumiso (Álvarez, 2018). Como consecuencia, la violencia hacia la mujer se convirtió en un acto admisible para la sociedad. La violencia de género ha sido considerada un problema privado, de esta forma, quedaba oculto y justificado, pero en nuestros días se observa como un asunto público que afecta a toda la sociedad “ya que todas las manifestaciones de la violencia de género representan una flagrante violación a los derechos humanos” (Martínez Garza, 2013, P.23). Un hito esencial se produjo cuando la Organización de las Naciones Unidas marcó una norma en defensa de los derechos de la mujer y el rechazo a la discriminación por cuestiones de género. Respecto al marco jurídico mexicano:

Para prevenir y sancionar la violencia contra la mujer en México se ha desarrollado a partir de las últimas dos décadas gracias al empuje de los organismos internacionales, particularmente la ONU, cuyas Declaraciones y otros Instrumentos han sido adoptados en nuestro país. Sin embargo, la tipología de la violencia contra la mujer no está agotada ante una realidad que oculta otros tipos de conductas agazapados en la educación tradicional y que al no estar legislados, son una puerta abierta al maltrato femenino. En este propósito, es muy importante la comunicación entre países del área con la mira de avanzar en el propósito de lograr una mejor calidad de vida para la mujer (Barragán Cisneros, 2005, p.8-9).

Como señala Barragán Cisneros (2005) existe una realidad más allá de la legislación que oculta tipos de conductas violentas que se hallan en la sociedad como, por ejemplo, la minimización de la mujer y su empequeñecimiento. De ahí que nuestro taller tratara de devolver la dignificación de la mujer y de los temas relacionados directamente con sus pensamientos y sentimientos, así como de la creación artística. Es decir, valorar todos los aspectos de la mujer.

2. OBJETIVOS

- Reencuentro con nuestras vidas y con nosotras.
- Dignificación de la mujer.
- Reconocimiento de la importancia de nuestra vida y logros.

3. METODOLOGÍA O DESARROLLO

Estas actividades que se presentan a continuación forman parte de un taller que se impartió en la sede de los Castillos del centro Victoria Díez en agosto de 2023 a un grupo de 10 mujeres. Dentro de un programa de ayuda a mujeres en contextos de conflicto o violencia, se ofreció este taller de escritura creativa para dar valor y dignificar la vida de las mujeres en general y las indígenas en particular. La metodología está basada en el aprendizaje cooperativo, ya que varias actividades se realizaban a través de grupos que reflexionaban sobre los temas propuestos.

4. SESIÓN DE TRABAJO: ACTIVIDADES

Actividad de presentación: se ofrece una presentación en la que se señala en qué consistirá el taller. Para que se conozcan las participantes, se realizará una actividad que consiste en una dinámica en que se lanza una cuerda o hilo a una de las compañeras y se dice su nombre y, de esta manera, formar una red. Después, se presentarán y nos contarán cómo vienen al taller, qué sienten.

En este primer encuentro se establecen acuerdos de convivencia: hablar de qué nos hace sentir cómodas y cómo hacer sentir bien a los demás. Consecuentemente, pactar acuerdos en torno a ello.

Actividad “Círculo de escucha sobre la escritura”. Esta actividad está enfocada a la realización de un “Círculo de Escucha” gracias al cual serán expresados los miedos y sentimientos de las componentes del grupo. Se pasa a mostrar los pasos. En primer lugar, se colocan los elementos esenciales (tierra, agua, aire y fuego) y se insta a las componentes del taller a que se formen en círculo alrededor de estos elementos. Se trata de guiar esta dinámica, de forma que se impulse a expresar cuestiones respecto a la escritura y a la relación de la misma con su propia vida. Se propone la lectura de un pequeño fragmento de la obra *Fruto* de Daniela Rea Gómez, libro que trata sobre la vida y las relaciones de esta autora indígena mexicana con sus ascendientes y descendientes. Posteriormente, se propone esta batería de preguntas que pueden ser modificadas o transformadas, según sea necesario:

“Yo tuve un hijo cada año, tuve diez en total, pobrecitos de mis hijos, a qué hora los atendía si a todas horas trabajaba. Afortunadamente, era el pueblo donde uno tenía libertad, patios, terrenos libres...Eran un poquito libre. Tenían el agua, los árboles y las descalabradas. A veces pienso, ¿cómo críe a mis hijos? No sé cómo, yo creo por eso sueño mucho a ese niño que se me olvida, que está chiquito, recién nacido, que se me olvida ahí en la cama” (Rea, p. 96).

Preguntas:

- ¿Te sientes identificada con la autora?
- ¿Por qué crees que ella escribe este texto?
- ¿Crees que le puede ayudar en algo? Si la respuesta es sí, ¿de qué manera?
- ¿Crees que le hace feliz escribir sobre sus vivencias? Tanto la respuesta sea sí o no, ¿por qué piensas eso?
- ¿Crees que para la autora es importante hablar sobre su vida? ¿En qué te basas para hacer esta afirmación?
- Entonces, ¿es importante hablar sobre nuestra experiencia vida?
- ¿Qué es lo que te da más miedo de escribir? ¿Sientes que es muy complejo o piensas que no es tan difícil?
- ¿Por qué piensas que las autoras y nosotras escribimos?
- Daniela expresa sus vivencias respecto a la maternidad. Y a ti, ¿qué te gustaría contar sobre tu existencia en tu historia de vida?
- ¿Crees que puede ser liberador el acto de escribir? ¿De qué manera?

- Si alguien escribiera sobre nosotras cuando ya no estaríamos en este mundo, ¿qué nos gustaría que mostraran de nuestra vida?

Actividad “Línea de la vida”. Se entrega una hoja a cada participante y se pide que dibujen una línea en la que coloquen los momentos más importantes de su vida. Pueden escribir o dibujar, como ellas quieran. Las palabras que van surgiendo se unirán unas a otras a través de preposiciones (que habremos escrito en la pizarra) para que formen oraciones. Se unen los elementos en un texto. Para facilitar la creación de metáfora les impulsamos a que describan la primera imagen que llegue a su mente de esos momentos esenciales en su vida. De esta forma, se van creando metáforas. También, les preguntamos. Les pedimos que congelen esa imagen como si de una fotografía se tratara y que se tomen su tiempo para describirla. Después, les preguntamos ¿a qué huele esa experiencia? ¿A qué sabe? ¿Qué color tiene? A través de estas dinámicas se va formando el texto.

5. CONCLUSIONES

El taller de escritura creativa fue un éxito. La creación escrita recordaba a los textos de García Márquez ya que se mezclaba lo real con lo mágico. Varias de estas mujeres confesaron que siempre les había gustado escribir, pero que sentían que su voz “no valía”. La dignificación de la mujer pasa por dar valor a lo que siente, expresa y dice. Este fue el fundamento esencial para la realización de este taller. El talento de muchas de ellas queda patente en el podcast que será colgado en la página web del Centro Victoria Díez en León (<https://www.cdhvictoriadie.com>).

6. REFERENCIAS (y Notas)

- Álvarez González, M. (2018), *Los derechos de las mujeres y su acceso a una vida libre de violencia en México*. Tesis doctoral. UNED.
- Barragán Cisneros, V.P. 2005, *De la violencia contra la mujer en México*. Seminario Permanente de Ciencias Sociales. Facultad de Ciencias Sociales, p.1-18.
- Martínez Garza, M. E. (2013). La violencia en contra de las mujeres: una violación del derecho a la igualdad y al principio universal de no discriminación. Especial referencia a México. Tesis doctoral. UNED.
- Rivera Ramírez, M. (2017), La triple opresión femenina: “Ser pobre, ser mujer y ser indígena”, *Revista Inclusiones*, V.5, N°4, pp.47-56.
- Rea Gómez, D. (2023). *Fruto*, Antílope, México.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE: FLUIDOS, EFECTOS Y FÓRMULA 1

Á GARCÍA PÉREZ

Facultad de Educación. Universidad de Burgos, España

alvarogarcia@gmail.com

Abstract

El nuevo currículum (LOMLOE) organiza lo que el alumnado tiene que aprender en torno a Situaciones de aprendizaje. Estas situaciones de aprendizaje deben estar contextualizadas en escenarios reales que permitan que el alumnado dote de sentido a los contenidos. En este manuscrito se presenta una situación de aprendizaje diseñada para trabajar en el aula los contenidos de física de Secundaria relativos a la presión a partir de experiencias manipulativas y contextualizadas en la Fórmula 1.

Keywords

Ciencia manipulativa, Física, Fórmula 1, Secundaria.

1. INTRODUCCIÓN

La física es una de las disciplinas con menor rendimiento académico en Secundaria debido en gran parte a la gran abstracción de los contenidos científicos. Esta dificultad percibida por el alumnado se hace patente en el desinterés de este hacia proseguir con estudios científico-tecnológicos provocando una fuga que prosigue en estudios avanzados en los que hay contenidos de física. Así, el papel del docente es clave para despertar el interés y acercamiento del alumnado a la materia transmitiendo una actitud favorable hacia el aprendizaje de forma que mejore la motivación hacia la física. De esta forma, la conexión con situaciones cotidianas de interés para el alumnado proponiendo desafíos, problemas y retos, y la implementación en el aula de enfoques investigativos e indagatorios, mejora la visión que tiene el alumnado sobre la física y la motivación hacia su aprendizaje (Diez-Ojeda et al., 2021). En este sentido el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato y Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, define las Situaciones de aprendizaje que invitan a contextualizar los contenidos científicos que el alumnado debe aprender (y las competencias que debe desarrollar) en escenarios reales. Por otro lado, los contextos del mundo del deporte y la competición deportiva, resultan contextos familiares para el alumnado y motivantes. Además, estos contextos permiten el diseño de situaciones para abordar retos de indagación e investigación con el alumnado (Metcalf et al., 2008).

Se presenta en este manuscrito una Situación de aprendizaje para abordar en el aula los contenidos de física relacionados con la presión como vía para explicar el porqué de algunas situaciones habituales en el mundo de la competición de Fórmula 1.

2. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

La situación de aprendizaje Fluidos, efectos y Fórmula 1 permite trabajar en el aula los saberes básicos relacionados con la presión, la densidad, la viscosidad o la velocidad que tiene un fluido al moverse. La mecánica de fluidos es algo sobre lo que apenas se tiene conocimiento, pero, sin embargo, es muy importante y está presente en nuestra vida diaria. es una rama fundamental de la física que estudia el comportamiento de los fluidos, tanto en reposo como en movimiento. Esta disciplina es esencial en numerosos campos de la ingeniería. El conocimiento de la mecánica de fluidos es crucial para el diseño y la optimización de sistemas y procesos que involucran fluidos, como turbinas hidráulicas o motores de combustión. Esta situación de aprendizaje está diseñada para que, a través de tres experiencias con objetos muy sencillos de encontrar, conozcamos el efecto Venturi y el efecto Coandă. Estos efectos son necesarios para entender el comportamiento que tiene un fluido al viajar por una superficie o un conducto. Todo esto será vinculado con el efecto suelo y la importancia que tiene un buen desarrollo aerodinámico en un coche de Fórmula 1.

Cada experiencia se divide en cuatro apartados: materiales, diseño de la experiencia, orientación y explicación del fenómeno. En materiales, se indicarán los materiales que serán necesarios para la realización de la experiencia. En diseño de la experiencia, se hablará de lo que se va a realizar y cómo. En orientación, se pondrán unas preguntas que irán dirigidas al alumnado para que se anticipen a lo que pueda pasar en cada experiencia, y ayudarles en su tarea de indagación. Finalmente, en explicación del fenómeno, se hablará del fundamento teórico de cada experiencia. En definitiva, se trata de un aprendizaje por indagación en el que guiaremos a los alumnos, pero estos serán los protagonistas de su aprendizaje. Nosotros les enseñaremos el camino, pero ellos son los que lo van a recorrer gracias a su investigación.

2.1. Contexto

En cuanto al contexto de esta situación de aprendizaje, los estudiantes a los que está dirigida son de Secundaria y Bachillerato. Es posible que tenga más sentido en la asignatura de Física de 2º de Bachillerato debido al nivel, pero se puede impartir en cualquier otra que esté relacionada, bajando el nivel de la explicación.

2.2. Contenidos

Los contenidos que se van a tratar pertenecen a física y, en concreto, serían: Mecánica de fluidos y efecto Coandă, efecto Venturi y efecto suelo en la Fórmula 1.

2.3. Objetivos

Esta situación de aprendizaje tiene como finalidad la consecución de una serie de objetivos por parte del alumnado. Los más importantes son: Tener un breve acercamiento a la mecánica de fluidos; Conocer algunos de los efectos más comunes que tienen los fluidos en su movimiento; Entender el comportamiento que tiene un fluido al impactar con una superficie; Entender la relación existente entre un fluido, su velocidad, su viscosidad y su presión; y Ver la aplicación que tienen estos conocimientos en el día a día como es el caso de la Fórmula 1.

2.4. Habilidades

Con respecto a las habilidades que serán necesarias desarrollar a la hora de llevar a cabo el trabajo, se destacan: Construcción del conocimiento, Indagación científica, Cuestionamiento, Formulación de hipótesis, Trabajo en equipo, Habilidades comunicativas, Autoevaluación y Pensamiento crítico y solución de problemas.

2.5. Investigación

La base de esta situación de aprendizaje es la investigación por parte del alumnado. En cada una de las tres experiencias están ocurriendo tres fenómenos distintos pero relacionados entre sí. Es necesario que observen que es lo que ven en cada uno de ellos, si existe algo que les llame la atención e intenten discutir con sus compañeros qué es lo que está pasando.

Pueden repetir los experimentos las veces que sean necesarias para analizarlo más en profundidad. El experimento 3 cuesta algo más llevarlo a cabo por lo que seguramente sea necesario repetirlo.

2.6. Evaluación

Procedimiento:

- Informe de la experiencia de indagación.
- Póster de la experiencia de ampliación.
- Participación en el chat o foro de la asignatura.
- Informe de autoevaluación del alumno.

Diseño de rúbricas para evaluar cada procedimiento.

3. EXPERIENCIA 1

3.1. Materiales

Experiencia 1.1: Botella de vidrio o similar; Libro o superficie plana; Vela pequeña.

Experiencia 1.2: Cuchara; Grifo con agua.

3.2. Diseño de la experiencia

Experiencia 1.1: Coloca una vela de pequeñas dimensiones sobre una mesa y préndela. A continuación, coloca delante un libro o un objeto con una superficie plana que no sea excesivamente más ancho que la vela. Sopla fuertemente en dirección al libro y la vela.

Repite el mismo proceso sustituyendo el libro por una botella de vidrio. Como en el caso anterior, es recomendable que no sea muy grande (Fig. 1 y 2).



Figura 1. Diseño de la experiencia 1.1

Experiencia 1.2:

Deja correr el agua del grifo con un flujo medio. Acerca la cuchara por su parte convexa al agua.



Figura 2. Diseño de la experiencia 1.2

3.3. Orientación

Algunos estudiantes pueden tener dificultades para llegar a las conclusiones por ellos mismos; por lo tanto, es fundamental guiarlos a través de preguntas claves, por ejemplo:

Experiencia 1.1: ¿Qué crees que va a pasar cuando soplemos el libro? ¿Y cuándo soplemos la botella? ¿Por qué la vela se apaga con la botella y con el libro no? Intenta explicar por qué el fluido se mueve pegado a la pared de la superficie.

Experiencia 1.2: ¿Qué crees que va a pasar cuando acerquemos la cuchara al chorro de agua? ¿Por qué desvía su trayectoria y va sobre la superficie de la cuchara?

3.4. Explicación del fenómeno

Estas dos experiencias sirven para explicar el efecto Coandă. El efecto Coandă es un fenómeno aerodinámico en la mecánica de fluidos que se refiere a la tendencia de un fluido, como un gas o un líquido, a seguir una superficie curva en lugar de fluir en línea recta. Este efecto se explica gracias a que cuando impacta inicialmente contra un cuerpo de perfil curvo y suave, la viscosidad permite que las partículas permanezcan adheridas temporalmente junto a la superficie del cuerpo sólido. De esta forma, se crea una película uniforme, situada en paralelo a la silueta del cuerpo. Las partículas que impactan a posteriori contra el cuerpo generan nuevas películas sobre la inicial, desviando la trayectoria del fluido de forma progresiva.

El efecto Coandă se puede observar en muchos aspectos de la vida cotidiana, como en el flujo de aire alrededor de un avión o en el flujo de agua alrededor de una curva en un río. También se ha utilizado en ingeniería para crear diversos dispositivos y máquinas, como ventiladores, sistemas de climatización y motores a reacción. En la industria aeronáutica, el efecto Coandă se ha utilizado para mejorar el diseño de las alas de los aviones y mejorar su eficiencia aerodinámica. Al diseñar una superficie curva en las alas, se puede utilizar el efecto Coandă para mantener el flujo de aire pegado a la superficie del ala y reducir la resistencia del aire. Esto permite que el avión vuele con mayor eficiencia y menor consumo de combustible.

Como podemos ver en la primera experiencia, al soplar a la superficie plana, la vela no se apaga debido a que el aire no puede seguir la trayectoria al no ser curva la superficie. Sin embargo, cuando tenemos una botella, el flujo de aire sí puede recorrer la superficie de la botella e impactar con la vela. De manera más visual, podemos apreciar este fenómeno en la experiencia con la cuchara. Aquí se ve claramente como el flujo de agua al impactar con la superficie curva de la cuchara, desvía su trayectoria para permanecer pegado a la propia cuchara (Fig. 3, 4 y 5).



Figura 3. Resultado de la experiencia 1.1



Figura 4. Resultado de la experiencia 1.1



Figura 5. Resultado de la experiencia 1.2

4. EXPERIENCIA 2

4.1. Materiales

Materiales necesarios: Vaso; Pajitas; Tijeras; Celo; Agua.

4.2. Diseño de la experiencia

Recorta una pajita y pégala con celo en la parte interior del vaso. Hazlo de manera que un extremo se acerque al fondo, pero sin tocarlo. Y el otro, sobresalga un poco por encima del borde. Llena el vaso con agua hasta algo menos que el borde. Por ejemplo, 1 cm. Coloca el vaso sobre una mesa. Con otra pajita sopla muy fuerte y de manera perpendicular a la otra pajita. De tal manera que parte del aire soplado entre en la pajita pegada al vaso (Fig. 6).



Figura 6. Diseño de la experiencia 2

4.3. Orientación

¿Qué crees que va a pasar cuando soplemos la pajita? ¿Por qué motivo asciende el agua del vaso a través de la pajita?

4.4. Explicación del fenómeno

La segunda experiencia explica lo que se denomina el efecto Venturi. El efecto Venturi es un fenómeno que se produce cuando un fluido (líquido o gas) fluye a través de una sección de tubo en la que el diámetro se reduce y luego se ensancha nuevamente. El estrechamiento en el tubo produce una zona de alta velocidad y baja presión. El principio del efecto Venturi se basa en la ley de continuidad de la masa, que establece que la masa de un fluido que entra en una sección de tubo debe ser igual a la masa que sale de esa sección de tubo. Dado que la sección de tubo se estrecha, la velocidad del fluido aumenta para mantener la masa constante, lo que resulta en una disminución de la presión en la zona de estrechamiento.

El efecto Venturi tiene aplicaciones prácticas en la ingeniería y la tecnología, como en la medición de caudal de líquidos y gases en tuberías, la mezcla de fluidos y gases, los carburadores de los motores de combustión, y en la creación de sistemas de ventilación y aire acondicionado. También se utiliza en la fabricación de instrumentos musicales de viento, como las flautas, para producir sonidos mediante la manipulación del flujo de aire a través de la boquilla.

Relacionando la teoría con la experiencia, la explicación de lo que sucede con el pulverizador es la siguiente: al soplar aire muy fuerte, parte de ese aire entra en la pajita pegada al vaso y aumenta la velocidad. Este aumento de la velocidad produce una bajada de presión y esta pasa a ser menor que la presión atmosférica. En este punto, la atmósfera realiza una presión sobre el agua del vaso que lo hace ascender por la pajita, que al ser soplado se proyecta como si fuese un pulverizador (Fig. 7 y 8).



Figura 7. Resultado de la experiencia 2

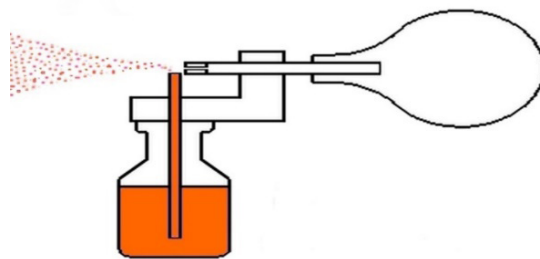


Figura 8. Pulverizador

5. EXPERIENCIA 3

5.1. Materiales

Materiales necesarios: Cuchara; Secador de pelo; Base sobre la que sujetar la cuchara.

5.2. Diseño de la experiencia

Esta experiencia servirá para explicar el efecto suelo que se produce en un coche de Fórmula 1 actual.

Coloca una cuchara sobre una pequeña base de tal manera que la parte del mango quede menos levantada que la cabeza. Conecta el secador y orientalo en dirección a la cabeza de la cuchara de manera que el aire soplado pase por el lado convexo de la cuchara (Fig. 9).



Figura 9. Diseño de la experiencia 3

5.3. Orientación

¿Qué crees que va a pasar cuando soplemos la cuchara? ¿Por qué la cuchara desciende? Intenta razonar la explicación con lo visto en las anteriores experiencias.

5.4. Explicación del fenómeno

En la última experiencia, se van a relacionar los conceptos explicados en las anteriores actividades con el efecto suelo que producen los coches de Fórmula 1. El efecto suelo en la Fórmula 1 se refiere a la técnica utilizada en los coches de carreras para crear más carga aerodinámica para pegar el coche al suelo a medida que aumenta la velocidad. Se logra mediante la generación de un flujo de aire de alta velocidad bajo el chasis del coche, lo que crea una zona de baja presión y una fuerza de succión que ayuda a mantener el coche pegado al suelo (efecto Venturi). Hoy en día, el efecto suelo se logra principalmente mediante la combinación de un fondo plano y canales de Venturi en los laterales del coche. Estos tienen una forma de ala invertida por la que entra el aire y al llegar a un estrechamiento se acelera para posteriormente llegar a una zona de expansión como es la del difusor. Esto permite a los coches de Fórmula 1 mantener una velocidad más alta en las curvas. Es uno de los principios por los que se sustentan los aviones en el aire (Fig. 10 y 11).

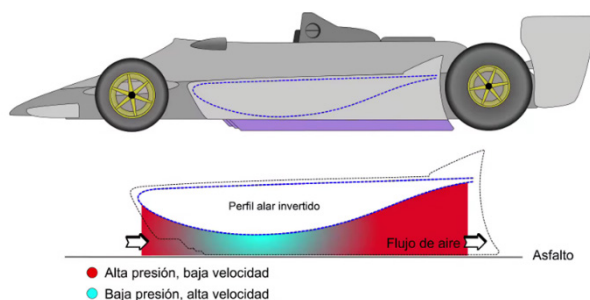


Figura 10. Efecto suelo en un Fórmula 1



Figura 11. Resultado de la experiencia 3

6. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, considero que través de experiencias manipulativas como las mostradas en el manuscrito se pueden trabajar los contenidos de física en Secundaria con un enfoque más motivante a través de la contextualización en situaciones del mundo real que resultan de interés para el alumnado. Es necesario conocer los gustos de los estudiantes y vincularlos con los contenidos de la asignatura para que lo vean como algo más cercano a ellos y que está presente en el día a día. Finalmente, creo que es importante intentar realizar este tipo de experiencias con materiales que no sean difíciles de conseguir para acercar la ciencia a los alumnos.

7. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mi profesor, Miguel Ángel Queiruga, por su dedicación y por haberme animado a participar en esta nueva experiencia.

8. REFERENCIAS

- COCHEHOY.com. (s.f.). *¿Qué es el efecto Coanda?*. <https://cochehoy.com/reportajes/que-es-el-efecto-coanda-155/>
- Diez-Ojeda, M., Queiruga-Dios, M. Á., Velasco-Pérez, N., López-Iñesta, E., y Vázquez-Dorrío, J. B. (2021). Inquiry through Industrial Chemistry in Compulsory Secondary Education for the Achievement of the Development of the 21st Century Skills. *Education Sciences*, 11(9), 475.
- DAZN ES. (2022). *Albert Fàbrega causa furor explicando el porpoising con una cuchara y un aspirador: ¡Espectacular!*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Ckn5nMIWtY4&t=74s>
- fq-experimentos. (2007). *4 Pulverizador*. <https://fq-experimentos.blogspot.com/2007/10/pulverizador.html>
- Metcalf, D., Milrad, M., Cheek, D., Raasch, S., y Hamilton, A. (2008, March). My sports pulse: Increasing student interest in STEM disciplines through sports themes, games and mobile technologies. In *Fifth IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education (wmute 2008)* (pp. 23-30). IEEE.
- Neto, V. (2022). *¿Qué es el efecto suelo de la F1 que vuelve en 2022?*. [motorsport.com. https://es.motorsport.com/fl/news/funcionamiento-consecuencias-efecto-suelo-2022/7332831/](https://es.motorsport.com/fl/news/funcionamiento-consecuencias-efecto-suelo-2022/7332831/)
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. 30 de abril de 2022. BOE. No. 76.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. 6 de abril de 2022. BOE. No. 82.

LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y STEAM EN EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA

GM GÓMEZ ALEXANDRE; C ESCUDERO CLIMENT; A DE LA HOZ SERRANO; MÁ DURÁN VINAGRE;
S SÁNCHEZ HERRERA; J CUBERO JUÁNEZ

Facultad de Educación y Psicología. Universidad de Extremadura, España.

graciagomezalexandre@gmail.com

Abstract

Educational Robotics is increasingly being introduced in Primary Education for STEAM teaching. A bibliometric review aimed to study the interrelationship between STEAM and Educational Robotics. Web of Science (WOS) and Scopus were used as databases from January 2013 to March 2023, and a PRISMA methodology was used with the descriptors: “Primary Education” and “STEAM” and “Robotics”. The results show that the use of Educational Robotics is increasingly integrated in the Primary Education stage, as it allows the development of STEAM disciplines as well as other skills, such as computational thinking, creativity or critical thinking.

Keywords

Educational Robotic, Primary Education, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la educación está en continua transformación debido a la situación de la globalización y la evolución científica tecnológica. Este desarrollo incluye tanto a la estructura que lo sostiene como a la que participa en ella, por lo que se deben modificar las partes en su conjunto para un desarrollo total e integral.

El concepto STEAM engloba cinco disciplinas que corresponden a sus iniciales en inglés: science, technology, engineering, art y mathematics. Bajo este enfoque se intenta aprovechar las similitudes de las cinco materias anteriormente mencionadas. Como explica Sánchez (2019), las ciencias dan una forma de interpretar y observar el medio natural. La tecnología y las ingenierías ofrecen un método para la solución de problemas. La materia arte ha sido introducida recientemente debido a que genera innovación y creatividad a los estudiantes, por último, la materia de matemáticas permite que se desarrolle un pensamiento lógico crítico además de interpretar el medio ofreciendo estrategias y destrezas adecuadas.

Dentro de esta metodología, la robótica en la educación está cada vez más implementada, como se puede observar en recientes revisiones sistemáticas como la que hizo Benitti (2012) y Fernández et al. (2021), en la que se explica la importancia de la efectividad de los programas de robótica en educación. En Hervás, Ballesteros y Corujo (2018) se comprueba que la robótica como método de trabajo en la educación primaria muestra resultados exitosos, ya que ofrece a los jóvenes y a los niños un acercamiento a las nuevas tecnologías y enseña a los estudiantes la posibilidad de entender el aula como un ambiente para explorar y experimentar. Además, se utiliza la robótica como herramienta de trabajo para hacer que se despierte mayor interés en las materias STEAM, puesto que su metodología es más práctica (Fernández et al., 2021).

Uno de los recursos más destacados de la metodología STEAM es, entre otras, la Robótica Educativa (RE), donde se desarrolla su aplicación de forma eficaz (Sánchez, 2019). Se ha comprobado gracias a evidencias científicas (De la Hoz et al., 2022), que la RE mejora habilidades y competencias como la creatividad, pensamiento crítico, pensamiento computacional, colaboración y autonomía, así como aprendizaje de disciplinas STEAM (Casado y Checa, 2020; Chai y Chun, 2015; Fernández et al., 2021; Kalaitzidou y Pachidis, 2023).

2. OBJETIVO

Se ha llevado a cabo una revisión bibliométrica debido a la cuestión del estudio, con el objetivo de caracterizar la metodología STEAM y la aplicación de la robótica en Educación Primaria.

3. METODOLOGÍA

Las bases de datos de este estudio corresponden a bases de datos internacionales, digitales y con alta significación científica: *Scopus de Elsevier y Web Of Science (WoS) de Clarivate Analytics*.

Las ecuaciones de búsqueda utilizadas que forman términos clave que constituyen el trabajo, en idioma inglés, son: *Primary Education, Steam y Robotic*. Se introdujeron los términos en el orden de relación de igualdad como *Primary Education, Steam y Robotic*. *Primary Education y Steam y Primary Education y Robotic*. Por último, *Robotic y Steam* también se añadieron como relación para analizar su interacción entre ambas. Se emplearon todos los términos conjuntamente para acotar a estudios que hubiesen tratado todos los temas (Tabla 1).

4. RESULTADOS

En la Tabla 1 se puede observar cómo se relaciona cada término descrito y las ecuaciones que se han usado para su búsqueda en la base de datos WoS y Scopus.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda en las bases de datos

Base de datos	Ecuación de búsqueda
Web of Science (WoS)	((ALL= ("STEAM")) AND ALL= ("Primary Education")) AND ALL= ("robotic")) (ALL= ("steam")) AND ALL= ("primary education") (ALL= ("Steam")) AND ALL= ("robotic") (ALL= ("Primary Education")) AND ALL= ("robotic")
Scopus	ALL ("primary education") AND ("steam") AND ("robotic") ALL ("primary education") AND ("steam") ALL ("steam") AND ("robótica") ALL ("educación primaria") AND ("robótica")

En la tabla 2 de acuerdo con los criterios de exclusión/inclusión se hizo una búsqueda de resultados y se filtró desde el año de publicación desde 2013.

Tabla 2. Puntuaciones según los términos de búsqueda

Términos de búsqueda	WoS (Desde 2013)	Scopus (Desde 2013)
Primary education, Steam and robotic	14 (14)	172 (170)
Primary education and Steam	32 (32)	497 (480)
Steam and robotic	86 (59)	6044 (5018)
Primary education and robotic	17 (17)	899 (868)

En la Tabla 3 se describen los resultados filtrados por las distintas categorías: fecha de publicación, acceso abierto, asignatura, afiliación y país.

Tabla 3. Resultados de los criterios de búsqueda de las publicaciones

Open Access	48	Open Access	
Year		Year	
2013	3	2013	
2014	4	2014	
2015	3	2015	
2016	4	2016	
2017	13	2017	

Open Access	48	Open Access	
Year		Year	
2018	7	2018	450
2019	16	2019	627
2020	33	2020	917
2021	19	2021	1246
2022	12	2022	1642
2023	8	2023	433
Subject area		Subject area	
Education Educational Research	37	Engineering	3439
Robotics	20	Computer Science	3008
Education Scientific Disciplines	16	Social Social	1955
Engineering Electrical Electronic	16	Mathematics	1038
Computer Science Interdisciplinary Application	16	Energy	705
Affiliation		Affiliation	
Tsinghua University	48	Ministry of Education China	128
Southeast University China	13	Chinese Academy of Sciences	75
Minist Educ	11	Harbin Institute of Technology	68
Swiss Federal Institutes of Technology Domain	11	Tsinghua University	62
XI'an Jiaotong University		Zhejiang University	52
Country		Country	
Spain	41	China	1424
Portugal	7	United States	1192
USA	7	Spain	609
India	7	India	366
Peoples R China	5	United Kingdom	328

5. CONCLUSIONES

Los resultados de las búsquedas realizadas en las diferentes bases de datos muestran que la Robótica Educativa cada vez tiene más presencia en los planes educativos, tanto en la inclusión de las diferentes etapas educativas como Educación Primaria, como a partir de metodologías como STEAM.

Como se puede observar en la Tabla 2, hay un crecimiento exponencial de investigaciones desde 2013 hasta 2023. Esto puede tener como consecuencias que haya un desarrollo de dichos términos en las guías docentes de los planes educativos, como se explica en Fernández et al (2021), debido a su efectividad como herramienta para el aprendizaje ya que se ha demostrado que la aplicación de la metodología STEAM y la RE desarrolla la autonomía, el emprendimiento, la innovación, la creatividad, el pensamiento computacional y el aprendizaje de disciplinas científicas y matemáticas.

Al mismo tiempo, estos resultados coinciden con la realidad que se observa en la Tabla 3, la cual muestra que la literatura científica persigue una línea de investigación en el ámbito de las ciencias sociales y, en concreto, de la educación; esto se aprecia en las revistas y afiliaciones de la Tabla 3, puesto que la robótica no atiende de manera exclusiva al ámbito de la ingeniería y computación, sino también a ministerios, facultades y revistas educativas, así como psicología, la cual se está haciendo cada vez más presente.

6. AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido apoyada por el proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/50110001103, además de la ayuda de la Junta de Extremadura (GR21157), FEDER, una manera de hacer Europa y al grupo Psyquex. Y se agradece al Ministerio de Educación y Formación Profesional la concesión de un contrato predoctoral (FPU20/04959).

7. REFERENCIAS

- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Casado, R. y Checa, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit*, (58), 51-69. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73672>
- Chai, S. y Chun, S. (2015). The effects of STEAM-based programming education with robot on creativity and character of elementary school students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(1), 159–166. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2015.19.2.159>
- De la Hoz, A., Cañada, F., Melo, L.V., Alvarez, A. y Cubero, J. (2022) *Design of a robotic board for teaching the water cycle*. En: 14th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN22) Proceedings, Mallorca, Spain, pp. 2990-2993. IATED. <http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2022.0751>
- González, M. O., Flores, Y. A. F. y Muñoz, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 230101-230123. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- Hervás, C., Ballesteros, C. y Corujo, M. C. (2018). La robótica como estrategia didáctica para las aulas de Educación Primaria. *Revista Educativa Hekademos*, (24), 30–40.
- Kalaitzidou, M. y Pachidis, T. P. (2023). Recent Robots in STEAM Education. *Education Sciences*, 13(3), 272.
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres Y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>

LA METODOLOGÍA STEAM EN EL DISEÑO CURRICULAR DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

C BILBAO CONTRERAS

Universidad de Burgos, España

cbilbao@ubu.es

Abstract

La Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, instaba a los sistemas educativos de los Estados Miembros de la Unión Europea a la implementación de competencias clave. La Recomendación estableció ocho competencias clave, entre las que se encontraba la matemática, junto a ciencia y tecnología. Posteriormente, el sistema educativo español estableció compartimentos estancos respecto a la competencia matemática, ciencia y tecnología en el diseño curricular. Esto no es obstáculo para la aplicación de la metodología STEAM en el modelo curricular de la educación obligatoria, como se pone de manifiesto en este documento.

Keywords

Competencia, educación, metodología, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Los modelos educativos están experimentando una transformación relevante en la sociedad actual. Ello se debe a la propia dinámica de la sociedad moderna que se encuentra inmersa en un constante avance tecnológico, sin precedentes en nuestra historia. En este contexto surge la preocupación en los sistemas educativos sobre las diversas metodologías docentes para por la formación de los alumnos. Los objetivos, entre otros, se fundamentan en la preparación de los jóvenes para asumir responsabilidades en un mundo en rápido y constante cambio (Salinas, 1997). Así surgen los estudios sobre las competencias necesarias en los distintos niveles educativos y laborales para hacer frente a la nueva realidad.

2. EL MAPA DE COMPETENCIAS

La preocupación internacional por la adecuación de los sistemas educativos a los cambios experimentados en las sociedades modernas propició la incorporación de nuevas metodologías docentes en los distintos niveles formativos. Inicialmente, la delimitación de las competencias se encontraba reservada a aspectos laborales o profesionales, por esta circunstancia carecía de aplicación en términos educativos hasta estos últimos años. El concepto de competencia profesional se identifica con ser suficientemente capaz y poder desempeñar determinadas tareas con la máxima eficacia. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura estableció una serie de principios precursores de la enseñanza basada en competencias. Éstas se identificaban con los fundamentos de la educación permanente para el siglo XXI, consistentes en: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir. A estas propuestas le sucedió en 1997, la aplicación del Programa para la Evaluación Internacional para Estudiantes - P.I.S.A. por sus siglas en inglés – auspiciado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. El objetivo del programa era la evaluación de los conocimientos y destrezas adquiridos por los estudiantes al final de la escolaridad obligatoria. Las conclusiones del proyecto sirvieron de base para la elaboración del proyecto denominado Definición y Selección de Competencias – DeSeCo – realizado entre 1999-2003. Este documento señalaba que “una competencia es más que conocimientos y destrezas. Involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y *movilizando recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular*” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2003). La delimitación de las competencias clave a adquirir en los sistemas educativos constituye el núcleo básico del Informe. La Unión Europea comenzó a elaborar un currículo escolar en torno al concepto de competencias, a partir del proyecto DeSeCo. Este enfoque surgió en un contexto de nuevos retos que la globalización planteaba a la Unión

Europea. La nueva realidad requerirá a cada ciudadano una amplia gama de competencias para adaptarse de modo flexible a un mundo de cambios rápidos con múltiples interconexiones. A tal fin, la red europea Eurydice realizó un estudio para conocer la interpretación del concepto de competencia clave y sus características en cada Estado miembro de la Unión Europea (Eurydice, 2002). Las conclusiones del estudio publicadas en el 2002 planteaba la necesidad del establecimiento de una serie de competencias clave que sirvieran como referencia a los sistemas educativos de los Estados miembros. A este respecto se aprobó la *Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre competencias clave para el aprendizaje permanente*. La Recomendación instaba a los sistemas educativos de los Estados miembros a posibilitar a sus ciudadanos la adquisición de las competencias clave, - marco de referencia europeo -. Dado que dichas destrezas y habilidades son una condición indispensable para capacitar a los individuos a alcanzar un pleno desarrollo personal, social y profesional. La adquisición de dichas competencias permitirá el desarrollo económico vinculado al conocimiento y responderán a las demandas de un mundo globalizado. Además, la Recomendación establecía ocho competencias clave para la consecución del aprendizaje permanente que los sistemas educativos de los Estados miembros deben incorporar. Las ocho competencias clave se referían a las siguientes: 1. Comunicación en la lengua materna; 2. Comunicación en lenguas extranjeras; 3. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; 4. Competencia digital; 5. Aprender a aprender; 6. Competencias sociales y cívicas; 7. Sentido de la iniciativa y espíritu de empresa, y 8. Conciencia y expresión culturales.

3. LAS COMPETENCIAS CLAVE EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

El sistema educativo español, siguiendo las recomendaciones comunitarias, incorporó las “competencias clave” con el nombre de “competencias básicas” mediante la *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*. La regulación del sistema educativo no universitario consideraba a las competencias básicas como una meta fundamental en la escolarización obligatoria. A tal efecto, el Ministerio de Educación y Ciencia identificó ocho competencias básicas: 1. Competencia en comunicación lingüística. 2. Competencia matemática. 3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. 4. Tratamiento de la información y competencia digital. 5. Competencia social y ciudadana. 6. Competencia cultural y artística. 7. Competencia para aprender a aprender. 8. Autonomía e iniciativa personal. De esta ordenación conviene destacar la regulación compartimentada de las matemáticas respecto de otras materias vinculadas a las ciencias. La configuración de las competencias hacia un modelo unificador de las citadas materias se produjo en las siguientes normativas como se pone de manifiesto a continuación.

3.1. La competencia matemática, en ciencia, tecnología e ingeniería

La *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa* también desarrolló un modelo de currículo basado en competencias básicas. Esta regulación atribuyó al Gobierno el diseño del currículo básico y los resultados de aprendizaje evaluables. La finalidad perseguida era la de asegurar una formación común, oficial y con validez en todo el territorio nacional. La descripción de las competencias en el sistema educativo español se recogió en la hoy derogada *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*. Las anteriores regulaciones fueron sustituidas por la *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, de Educación*. Esta ordenación distingue en la educación secundaria dos etapas. Una referida a la “educación obligatoria”. Otra denominada “educación secundaria postobligatoria”, en la que se incluye el bachillerato. Además cabe señalar el cambio de denominación de las “competencias básicas”, por el de “competencias clave”. A tal efecto, el *Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato* distingue entre las competencias clave del currículo a la Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería.

3.2. La metodología STEAM

Los antecedentes de la terminología STEM se pueden encontrar en las normas federales de Estados Unidos de América cuando el presidente Eisenhower promulgó, en 1958, la *National Defense Education Act* (Domènech-Casal, 2019). Esta ley dio un impulso a la educación en materias referidas a las Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. De la agrupación de dichas materias surgió el término STEM (por sus abreviaturas en inglés: Science, Technology, Engineering, Math). El programa educativo se fundamentaba en la promoción de dichas asignaturas desde la educación primaria a la Universidad. El objetivo perseguido era

el incremento del progreso científico y el desarrollo de la ingeniería en el país. También, conviene destacar los trabajos desarrollados en la década de los noventa del siglo pasado por la agencia estadounidense *National Science Foundation*. La agencia federal tiene como objetivo la promoción del progreso de la ciencia y el desarrollo de la ingeniería en todos los estados de la unión. En este contexto de preocupación institucional por la promoción de las citadas materias en los centros educativos se publicó en el ámbito europeo, el informe Rocard (Rocard et al, 2006). El documento instaba a las instituciones públicas a la promoción de los estudios científicos y tecnológicos entre el alumnado para hacer frente a los retos europeos de carácter económico, así como, de desarrollo industrial en un momento de gran competitividad internacional. Otro de los aspectos relevantes a destacar, coincidiendo con la publicación informe europeo, fue la celebración de la primera *Maker Faires* en 2006 (García Fuentes et al, 2023). Dicho evento propició la divulgación de conceptos como “hacedor” o “*maker*”, así como, la filosofía “hazlo tú mismo” o “*Do It Yourself*”. Estos conceptos se fundamentaban en principios como la colaboración para la utilización de recursos o creaciones con otras personas. Todo ello posibilitaba la exploración de diferentes procedimientos y técnicas al tiempo que se creaban grupos de interés en materias específicas. El movimiento “*maker*” se desarrolló inicialmente ajeno al ámbito educativo, pero pronto fue trasladado a las aulas a través de recursos y metodologías innovadoras. Entre los nuevos enfoques educativos apareció la metodología STEAM. En 2008, Georgette Yakman acuñó el término STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) como un nuevo marco para los sistemas educativos (Yakman, 2008). La novedad de este enfoque radicaba en la integración de las Artes en la corriente STEM. En la nueva orientación se integraba de forma progresiva a las artes en el marco de las disciplinas científicas (González Fernández et al, 2021). Como consecuencia de todo ello aparecieron publicaciones describiendo el paso del STEM to STEAM (Sousa, 2013). El nuevo enfoque sitúa a los sistemas educativos ante un marco de aprendizaje en el que la curiosidad se convierte en motor y guía del conocimiento (Cilleruelo y Zubiaga 2014). Este modelo de educación permite una aproximación interdisciplinar integrada conectada con el mundo real.

4. EL MODELO CURRICULAR BASADO EN LA METODOLOGÍA STEAM

El *Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato* establece una serie de descriptores operativos para la competencia matemática, en ciencia, tecnología e ingeniería.

En la educación secundaria obligatoria se incluyen los siguientes descriptores: STEM1. Utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea diferentes estrategias para resolver problemas analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento. STEM2. Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar los fenómenos que ocurren a su alrededor, confiando en el conocimiento como motor de desarrollo, planteándose preguntas y comprobando hipótesis mediante la experimentación y la indagación, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, apreciando la importancia de la precisión y la veracidad y mostrando una actitud crítica acerca del alcance y las limitaciones de la ciencia. STEM3. Plantea y desarrolla proyectos diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos para generar o utilizar productos que den solución a una necesidad o problema de forma creativa y en equipo, procurando la participación de todo el grupo, resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir, adaptándose ante la incertidumbre y valorando la importancia de la sostenibilidad. STEM4. Interpreta y transmite los elementos más relevantes de procesos, razonamientos, demostraciones, métodos y resultados científicos, matemáticos y tecnológicos de forma clara y precisa y en diferentes formatos (gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos...), aprovechando de forma crítica la cultura digital e incluyendo el lenguaje matemático-formal con ética y responsabilidad, para compartir y construir nuevos conocimientos.

En la educación secundaria postobligatoria se incluyen los siguientes descriptores: STEM1. Selecciona y utiliza métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones propias de la modalidad elegida y emplea estrategias variadas para la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario. STEM2. Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar fenómenos relacionados con la modalidad elegida, confiando en el conocimiento como motor de desarrollo, planteándose hipótesis y contrastándolas o comprobándolas mediante la observación, la experimentación y la investigación, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, apreciando la importancia de la precisión y la veracidad y mostrando una actitud crítica acerca del alcance y limitaciones de los métodos empleados. STEM3. Plantea y desarrolla proyectos diseñando y creando prototipos o modelos para

generar o utilizar productos que den solución a una necesidad o problema de forma colaborativa, procurando la participación de todo el grupo, resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir, adaptándose ante la incertidumbre y evaluando el producto obtenido de acuerdo a los objetivos propuestos, la sostenibilidad y el impacto transformador en la sociedad. STEM4. Interpreta y transmite los elementos más relevantes de investigaciones de forma clara y precisa, en diferentes formatos (gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos...) y aprovechando la cultura digital con ética y responsabilidad y valorando de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida para compartir y construir nuevos conocimientos.

5. CONCLUSIONES

La configuración del modelo STEM en la educación secundaria establece un marco flexible para la aplicación de las nuevas metodologías educativas. Si bien, la existencia de asignaturas compartimentadas, como no podía ser de otro modo, requiere la coordinación de los docentes y del centro educativo en la planificación de los contenidos. El éxito de la aplicación de la metodología STEAM requiere la complementariedad interdisciplinar entre las materias involucradas presentadas ante el alumnado.

6. REFERENCIAS

- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología, Jornadas de Psicodidáctica, Universidad del País Vasco.
- Domènech Casal, J.(2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias». *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, (2).154-168.
- Eurydice (2002). *Competencias clave. Un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria*. Bruselas: Comisión Europea.
- García-Fuentes, O.; Raposo-Rivas, M.; Martínez-Figueira, M. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191-202.
- González Fernández, M.O.; Flores González, Y.A.; Muñoz López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (18).
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2003). *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*, Göttingen: D.S. Rychen y L.H. Salganik (eds.).
- Rocard M.; Csermely P.; Jorde D.; Lenzen D. (2007). *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe*. Report for the European Commission. Walberg-Heriksson H. & Hemmo V.
- Salinas, J. (1997). Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información. *Revista Pensamiento Educativo*, 20, 81-104.
- Sousa, D.A., Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts*. Thousand Oaks. CA: SAGE.
- Yakman, G. (2008). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. *PATT-17 and PATT-19 Proceedings*. 335-358).

LA CREACIÓN DE APPLETS COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE

D SAURA LÓPEZ

Ingeniero Industrial

Profesor del Departamento de Ciencias del Colegio La Salle de Palencia, España

davidsaura@lasalle.es

Abstract

The creation of applets (graphics applications) as a learning resource involving science and engineering are the approach of this publication. Programming simulations allows students to apply what they have learned to real cases. Scratch and GeoGebra are also included as useful computer programs to provide students lacking in computers knowledge with skills to set up plain settings. At the same time, the use of these applications allows acquired learning process to link with other areas of knowledge.

Keywords

Applets, Aprender creando, Creación de simulaciones y simuladores, GeoGebra, Programación fácil, Scratch.

1. INTRODUCCIÓN

El empleo del laboratorio para favorecer el aprendizaje ha sido un deseable en la didáctica de las asignaturas de ciencias. Sin embargo, el coste de los dispositivos siempre ha sido un factor que ha jugado en contra de los docentes: cuántas más posibilidades se le pedía a una herramienta de laboratorio, más recursos económicos era necesario invertir.

De la misma manera, el miedo del docente jugaba en contra del alumnado: cuanto mayor es el miedo a la rotura del dispositivo, menores son las posibilidades de que el estudiante pudiera investigar con libertad.

Con la evolución de la tecnología, el empleo de applets para favorecer el aprendizaje se ha hecho una costumbre en asignaturas relacionadas con las ciencias e ingenierías. Es a partir de ese momento cuando el alumnado ha precisado únicamente de un dispositivo informático para poder trabajar con libertad. Pero la creación de estos applets quedaba limitada a expertos en programación.

Con el paso de los años, el desarrollo de los lenguajes de programación y la facilidad a la hora de crear contenido, una parte del profesorado se lanzó a crear sus propios materiales buscando mejorar la oferta existente. Los repositorios se han ido llenando de aplicaciones gráficas de los que cualquiera puede disponer con una simple conexión a internet.

El siguiente salto lógico pasa porque sea el propio alumnado, nativo digital, quien se aventure a crear applets con todas las herramientas de las que dispone a su alcance.

2. EL PORQUÉ DE LA CREACIÓN DE APPLETS

La transmisión oral de contenidos fue, durante siglos, el principal procedimiento a la hora de transmitir el conocimiento. A día de hoy son numerosos los estudios que aportan las ventajas que tiene ir más allá de la mera transmisión oral del saber. Aplicar los contenidos a diversas situaciones posibilita un aprendizaje significativo, competencial y de calidad. En el fondo, se busca una mayor implicación de todas las áreas del cerebro y no sólo de aquellas que corresponden al lenguaje oral o escrito. Porque el aprendizaje será mejor cuanto mayor sea la implicación de todo el cerebro.

Que el estudiante se empeñe en la creación de applets implica que se esfuerce en repensar el saber para transmitirlo a otros. Pone en escena, a su vez, aprendizajes de otras áreas de conocimiento. Así, por ejemplo:

- Será necesario que aplique los conocimientos relacionados con la Educación Plástica y Visual a la hora de mostrar en pantalla de una manera atractiva la simulación.

- Podrá aplicar para un momento histórico determinado los conocimientos sobre los que versará la aplicación gráfica.
- Situará el fenómeno en un contexto natural determinado.
- Deberá realizar la construcción a la escala adecuada en relación a aquello que desea simular.
- Distribuirá adecuadamente los elementos que permitan interactuar al usuario.

3. UN MUNDO DE POSIBILIDADES

No hace muchos años, las posibilidades que un docente o estudiante podía explorar para crear aplicaciones gráficas no eran muy numerosas. Además, en su mayor parte suponían una inversión económica. Entrar en la curva de aprendizaje pasaba por una inversión en software o en sesiones impartidas por un especialista.

A día de hoy existen numerosas alternativas a esas posibilidades antes citadas. El desarrollo de internet y de las TICs ha posibilitado este fenómeno.

Quiero destacar:

- **Scratch:** es un motor de videojuegos gratuito que permite realizar creaciones sin tener conocimientos profundos sobre código. Creado por el Massachusetts Institute of Technology, se encuentra disponible de manera gratuita. Actualmente, los planes educativos para la adquisición de competencias relacionadas con la robótica incluyen el aprendizaje de la programación empleando bloques. Y, en esto, Scratch siempre ha sido una referencia.
- **App Inventor:** es un entorno de desarrollo de software gratuito para la elaboración de apps para el sistema operativo Android. Fue creado por el antiguo Google Labs y actualmente es mantenido también por el Massachusetts Institute of Technology. App Inventor también emplea programación por bloques.
- **Geogebra:** es un software de matemáticas cuyo creador, Markus Hohenwarter, comenzó a desarrollarlo en el año 2001. Está escrito en lenguaje Java lo que posibilita que esté disponible en múltiples plataformas. Es posible trabajar desde su versión web sin necesidad de realizar instalación alguna (Fig. 1).

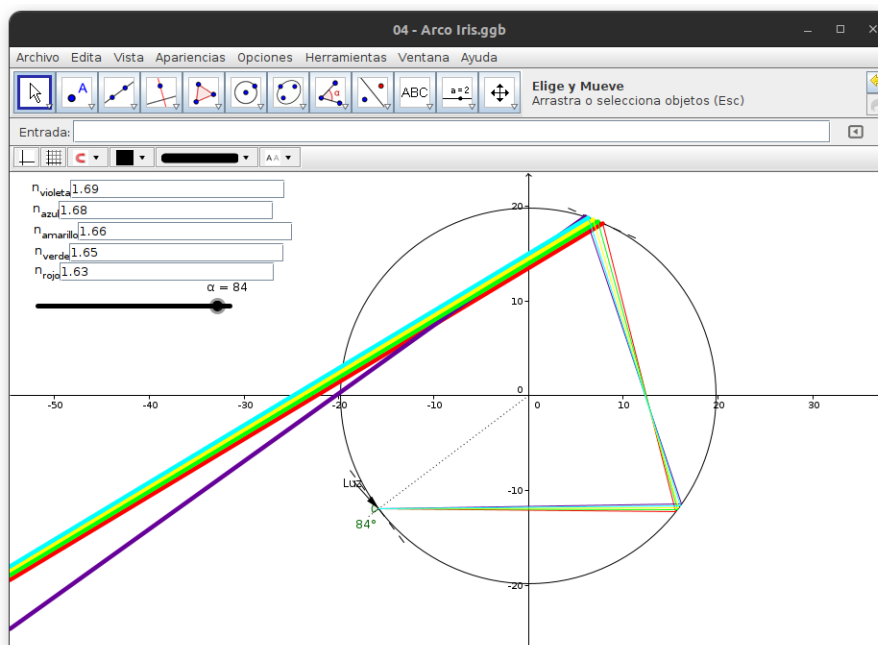


Figura 1. Simulación de la difracción de la luz en una gota de agua empleando GeoGebra

- **Blender:** es un programa multiplataforma - también gratuito - orientado de manera especial al modelado, renderizado y animación de gráficos 3D. Permite la simulación de movimiento de objetos, fluidos, gases... Permite añadir (e incluso programar e integrar) complementos en función de los propios intereses. Posibilita interactividad asociando teclas a distintos movimientos (Fig. 2).

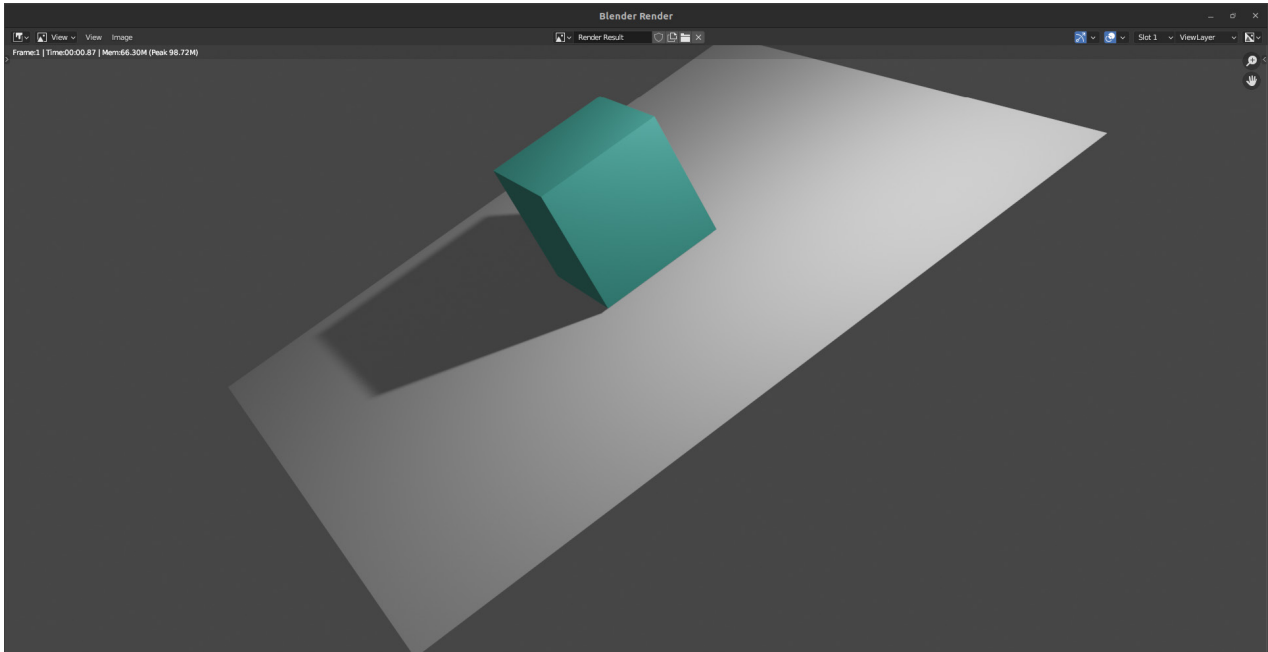


Figura 2. Blender permite realizar simulaciones con alto grado de realismo

- **Processing:** es un lenguaje de programación basado en Java que permite producir proyectos multimedia interactivos. Es, también, multiplataforma y cuenta con su propio entorno de desarrollo. También es gratuito y cuenta con un elevado número de referencias en la web para poder entrar en la curva de aprendizaje (Fig. 3).

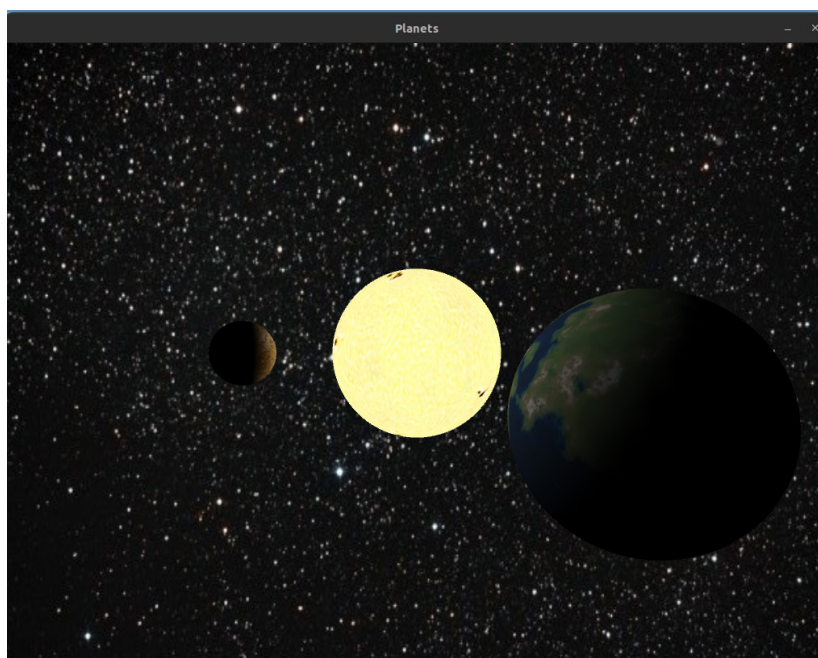


Figura 3. Simulación planetaria ejemplo en Processing

- **Python:** es un lenguaje de programación de alto nivel que se utiliza para desarrollar aplicaciones de todo tipo. Es, de nuevo, multiplataforma y cuenta con un elevado número de librerías que permiten la representación gráfica e interactividad entre creación y usuario. Actualmente se encuentra entre los lenguajes de programación más populares. Es posible contar con un intérprete gratuito (p. ej. Visual Studio Code) que facilite las tareas de creación de código. Existe, un elevado número de publicaciones en la web que permiten programar de manera sencilla e intuitiva. En concreto, la librería Tkinter abre un mundo de posibilidades.

- **Arduino:** es un microcontrolador de precio muy ajustado con el que los estudiantes pueden diseñar dispositivos basados en sensores y actuadores con los que desarrollar materiales de laboratorio. Existe la posibilidad de añadir un Shield Ethernet para crear un acceso web desde el que controlar el funcionamiento de la placa Arduino (Fig. 4).

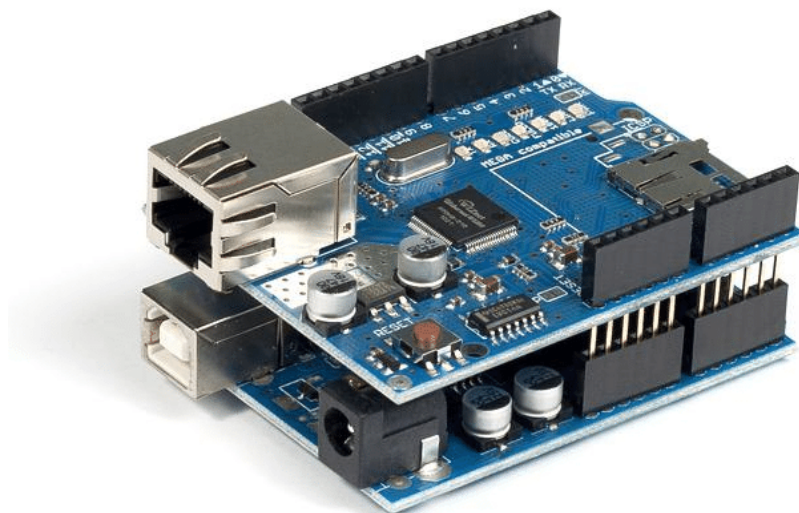


Figura 4. Arduino UNO + Ethernet Shield

- **Impresión 3D:** las impresoras actuales permiten equipar los laboratorios con costes realmente reducidos. Con ellas es posible diseñar e imprimir piezas de plástico (de varios colores) para, en combinación con Arduino, diseñar dispositivos asombrosos controlables desde la web. Existe, además, un amplio abanico de repositorios en los que encontrar y compartir diseños. **Tinkercad** o el mismo Blender son herramientas gratuitas con la que poder crear diseños imprimibles en este tipo de dispositivos.

Lógicamente, existen más alternativas para la creación de aplicaciones gráficas. He hecho una exposición de las que me han parecido más interesantes en mi tarea docente en los últimos cursos. Es de imaginar que, con el paso del tiempo, aparecerán nuevas aplicaciones que mejoren las posibilidades de las actuales. En la siguiente tabla, una comparación entre ellas orientada a tomar decisión:

Tabla 1. Comparativa de las alternativas planteadas para la creación de applets

Alternativa	Aprendizaje	Inversión
Scratch	Sencillo	Ninguna
App Inventor	Sencillo	Ninguna
Geogebra	Medio	Ninguna
Blender	Complejo	Ninguna
Processing	Medio	Ninguna
Python	Complejo	Ninguna
Impr. 3D	Medio	Requiere
Arduino	Complejo	Requiere

4. EXPERIMENTANDO EN EL AULA

Scratch y Geogebra son las dos posibilidades que voy a destacar en la presente publicación. En ambos casos es posible trabajar online desde cualquier dispositivo (ordenador o tablet) con conexión a internet. El primero va dirigido a alumnado que comienza a adentrarse en el mundo de la programación mientras que el segundo es idóneo para estudiantes de cursos superiores.

4.1. Scratch

Para poder interactuar con el motor de Scratch es necesario emplear bloques de programación. Los Objetos o “Sprites” son aquellos elementos que pueden animarse uniendo bloques de código. Los bloques se implementan arrastrándoles desde la parte izquierda al centro de la pantalla. Se denomina “Disfraz” a cada una de las apariencias que puede tener un Sprite. En el proceso de construcción se van introduciendo las variables necesarias y las expresiones que determinan el comportamiento de los objetos (Fig. 5-6).

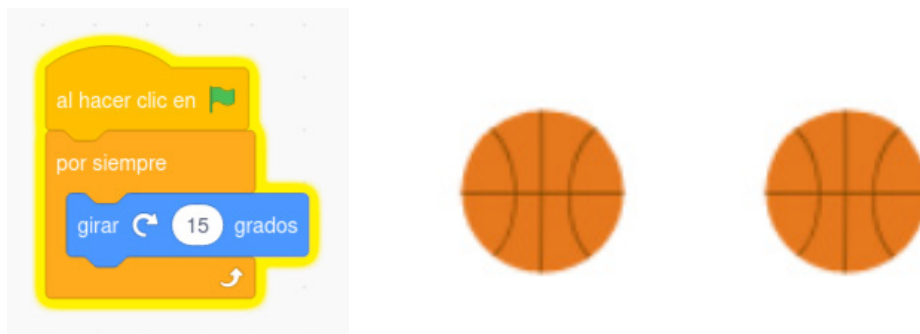


Figura 5. Ejemplo sencillo de programación por bloques para conseguir la rotación del objeto “balón de baloncesto”.

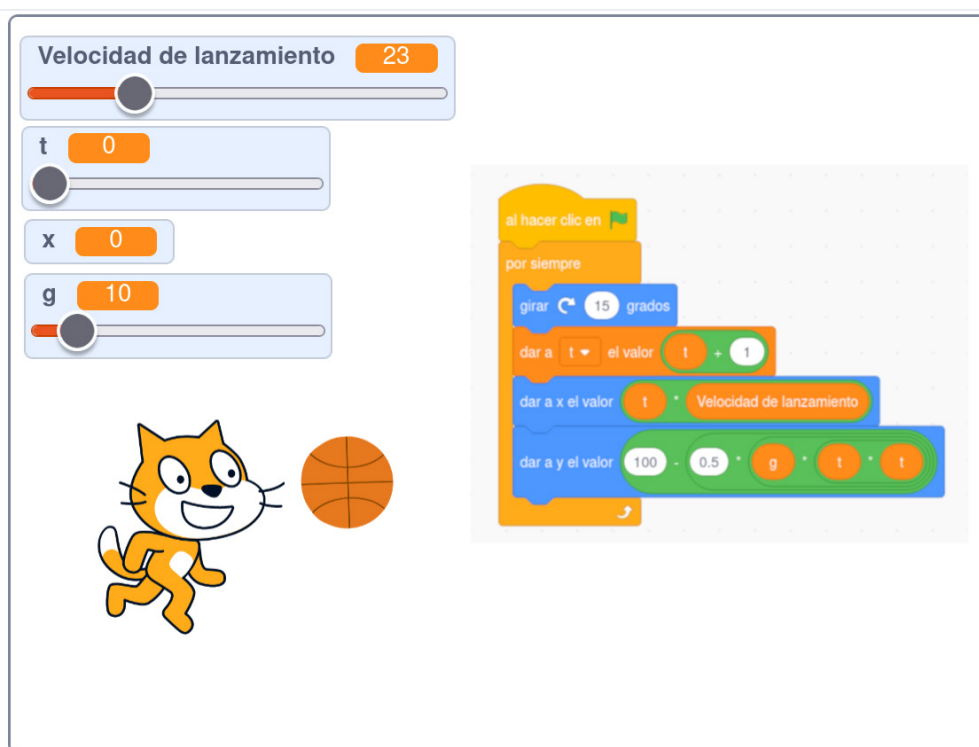


Figura 6. Applet construido por un estudiante para simular la trayectoria de un balón de baloncesto (tiro parabólico).

4.2. GeoGebra

Permite relacionar y aplicar las matemáticas al resto de áreas de conocimiento. Su versatilidad y facilidad de uso faculta a los estudiantes para crear applets muy visuales. Es, además, rigurosa con la aplicación del convenio internacional al designar puntos y vectores.

Será necesario tener previsto con qué variables/entidades interactuará el usuario. Habrán de ser introducidas en los primeros pasos del desarrollo para que, al modificarlas, se modifique el resto de la construcción.

A la hora de emplear esta herramienta en el aula es posible proporcionar una plantilla a los estudiantes para orientarles en el desarrollo del applet (Fig. 7).

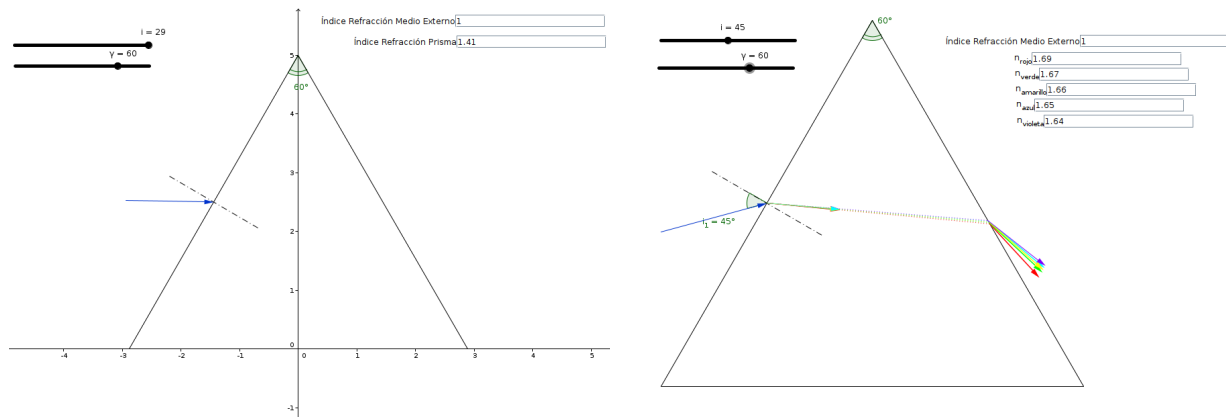


Figura 7. Plantilla proporcionada y resultado deseado

Es posible minimizar el número de variables mostradas en pantalla designándolas como “objetos auxiliares”, simplificando así la complejidad en el manejo de un número importante de entidades.

5. AGRADECIMIENTOS

A todos los estudiantes que han sufrido mis clases; a quienes disfrutaron aprendiendo y a quienes me mostraron que había que abrir nuevos caminos.

A la institución La Salle por brindarme los medios necesarios para poder soñar con otros.

A Alfonso Gómez Arnaiz, compañero y amigo que siempre ha mostrado disponibilidad para emprender nuevas posibilidades.

6. REFERENCIAS

- Andrés, Yáñez, & Saura (2019). Física y Química 1.º Bachillerato. NOVA. Ed. McGraw-Hill.
 Domínguez, T. (2020). Processing. Desarrollo de interfaces de usuario. Ed. Marcombo

ROBÓTICA EDUCATIVA: DISEÑO DE UNA PROPUESTA STEAM PARA LA ENSEÑANZA CIENTÍFICA DEL AGUA

A DE LA HOZ SERRANO, M Á DURÁN VINAGRE, C ESCUDERO CLIMENT, G M GÓMEZ ALEXANDRE,
S SÁNCHEZ HERRERA, F CAÑADA CAÑADA, A ÁLVAREZ MURILLO, L VIVIANA MELO NIÑO, J CUBERO JUÁNEZ

Facultad de Educación y Psicología. Universidad de Extremadura, España.

alexdlhoz@unex.es

Abstract

La Robótica Educativa se está integrando en los diferentes planes docentes debido a evolución de las demandas de la sociedad, presentando beneficios pedagógicos que permiten el desarrollo de las competencias STEAM. El estudio se centra en el diseño de una actividad STEAM para Educación Primaria, bajo la utilización de la Robótica Educativa, que permita obtener al estudiante un aprendizaje del conocimiento científico de la hidratación saludable, que pivota el resto de áreas de contenido. Como consecuencia, la incorporación de la Robótica Educativa se presenta como una herramienta facilitadora de aprendizaje, demandando su inclusión adecuada en las diversas situaciones de aprendizaje.

Keywords

Agua, Educación Primaria, Robótica Educativa, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

La llegada del siglo XXI ha supuesto una auténtica revolución tecnológica, lo que ha cambiado el paradigma de todos los sectores, y de manera específica el educativo. Como consecuencia, nace la necesidad de una adecuada formación en la alfabetización digital y científica (De la Hoz et al., 2021). Bajo este contexto, se ha incrementado en los últimos años diferentes alternativas educativas que permitan adquirir todas las competencias necesarias para adaptarse a las demandas de esta sociedad. De esta manera, surge metodologías activas como STEAM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) que permiten una enseñanza integrada de diferentes disciplinas científicas, poniendo el foco principal en la resolución de problemas abiertos y reales. Estudios previos han demostrado que cobra más fuerza en niveles educativos tempranos, por lo que se debe introducir desde las primeras etapas educativas (Reinking y Martin, 2018; Yakman y Lee, 2012).

El empleo de esta metodología presenta una amplia gama de posibilidades, y entre ellas la Robótica Educativa (RE) se postula como una herramienta que permita integrar las diferentes disciplinas, y desarrollar los diferentes beneficios pedagógicos que ofrece. Estudios previos (Casado y Checa, 2020; Kalaitzidou y Pachidis, 2023) han demostrado que la RE supone una mejora de habilidades cognitivas y metacognitivas como el pensamiento crítico, la autoeficacia, la resolución de problemas, el pensamiento computacional; también permite mejorar habilidades sociales, como consecuencia de un aprendizaje activo y colaborativo (Fernández et al., 2021); permite mejorar conocimientos y competencias asociadas a las disciplinas científicas (De la Hoz et al., 2022; Ruiz Vicente et al., 2020). Por todo esto, la RE se ha introducido en los últimos años en las leyes educativas de múltiples países internaciones, y bajo una demanda de formación profesional que ha incrementado la investigación y docencia de la educación superior y universitaria sobre las alternativas que ofrece este recurso digital.

Utilizar la robótica educativa como una vía para el logro de aprendizaje STEAM permite familiarizar al educando con el desarrollo tecnológico de una forma motivante y lúdica (Chai y Chun, 2015; Fernández et al., 2021; Martín et al., 2016; Merino-Armero et al., 2018). Una de las propuestas metodológicas que sugieren la mayoría de las investigaciones es el aprendizaje basado en proyectos (ABP) y el basado en retos (ABR). Bajo esta lupa, el ABR presenta una gran flexibilidad y adaptación que permite a los estudiantes adquirir las habilidades necesarias de resolución de problemas reales (Conde et al., 2019, 2021). De acuerdo a Hernández et al. (2021) y Conde et al. (2021), esta metodología permite la incorporación de la RE para la enseñanza de contenidos STEAM. Sin embargo, son pocas las investigaciones que presentan diseños y evaluaciones de su

utilidad en el aprendizaje de contenidos STEAM, por lo que se hace necesario una ampliación de la literatura científica que abarque estos requerimientos actuales.

2. OBJETIVO

El objetivo principal es el diseño de una propuesta que permita el aprendizaje del contenido científico de la hidratación saludable a través de metodologías activas e innovadoras como STEAM y Aprendizaje Basado en Retos, mediante el empleo de la Robótica Educativa.

3. METODOLOGÍA

3.1. Participantes y kit de Robótica

La propuesta de las actividades está diseñada para su realización en los cursos de 5º y 6º de Educación Primaria, pudiendo adaptarse en mayor o menor medida a cursos anteriores o posteriores, dependiendo de la complejidad de la programación. Debido a la realidad educativa en España y la literatura científica, se destaca la utilización de los kits de robótica “Lego WeDo 2.0” y Scratch, gracias a la flexibilidad que ofrece para la construcción de diferentes diseños y prototipos, que permiten una gran adaptación a la variedad de actividades.

3.2. Propuesta de intervención educativa

El diseño de la propuesta didáctica basada en Robótica Educativa se encuentra concentrada en dos actividades complementarias, ambas mediante la formación de grupos cooperativos. La primera de ellas consiste en la utilización de un tablero robótico que permita trabajar con los contenidos principales que abarca el hábito de la hidratación saludable, apoyado en las guías y recomendaciones que informes internacionales e investigaciones relevantes han establecido. Por ello, la primera actividad se centra en la comprensión de 4 contenidos principales que los estudiantes deben aprender: el volumen de hidratación adecuado, el número de vasos correspondientes, las bebidas más saludables que pueden consumir de manera diaria y las bebidas menos saludables.

Posteriormente, se propone una actividad que permita trabajar en la consolidación de estos contenidos. Para ello, se trabaja mediante un Aprendizaje basado en Retos, y cuyo reto global consiste en la creación y programación de un robot que pueda desplazar objetos y colocarlos de un lugar a otro, así como programarlo para poder llevar a cabo un recuento simulado de cada objeto que represente las diferentes bebidas, permitiendo calcular el número de vasos y el volumen de hidratación que consumen los estudiantes de manera diaria. De esta manera, para conseguir el reto global, se divide en subretos que permita a los estudiantes avanzar de manera progresiva, desde la creación inicial del robot con las características apropiadas para realizar el desplazamiento de objetos hasta la programación que permita tener un recuento.

Durante la realización de las actividades, el docente debe guiar a los estudiantes en la programación del robot y en el contenido científico. Respecto al contenido científico, el docente se debe centrar en la realización de preguntas para que los estudiantes respondan con el uso del robot; en este sentido, a medida que se van realizando las actividades, el docente va guiando al estudiante en el aprendizaje de los conocimientos científicos adecuados

4. RESULTADOS

La Fig. 1 muestra un ejemplo del diseño y creación de un tablero robótico en el que se pueden trabajar los diferentes contenidos científicos correspondientes con el hábito saludable de la hidratación. En concreto, se puede trabajar con los 4 contenidos básicos que los estudiantes deben aprender; el volumen de hidratación y el número de vasos adecuado, al ir sumando la cantidad de volumen de cada bebida; el conocimiento de las bebidas más y menos saludables y su consumo diario; además, se aprecia la incorporación de situaciones que modifican este volumen como es el calor, el ejercicio físico o la alimentación.



Figura 1. Tablero robótico para la enseñanza del hábito saludable de la hidratación. Elaboración propia.

Tras el uso del tablero, la actividad posterior se centra en la creación de un prototipo de robot que permita desplazar objetos. Además del robot, se tendrá dos tipos de objetos; por un lado, objetos que puedan ser arrastrados, de manera que cada objeto representaría un vaso de una bebida; por otro lado, los estudiantes diseñaran manualmente recipientes que representen las bebidas.

Así, el estudiante debe programar al robot para que se desplace y arrastre el objeto al recipiente adecuado, de manera que el desplazamiento de cada uno de ellos supondría el consumo de un vaso. Por ello, se debe programar al mismo tiempo un recuento, de manera que el desplazamiento de cada objeto supondría el consumo de un vaso de 200ml. La Fig. 2 muestra un ejemplo de la programación que podría realizarse para el recuento del volumen de las bebidas en Scratch, así como un ejemplo que podría emplearse con el uso del kit Lego WeDo 2.0. En este caso, el evento de distinción entre la simulación de Scratch y su utilización con el kit de robótica es el uso de sensores, de manera que permita al robot parar el desplazamiento y contar de manera individual en cada bebida. Además, en función del diseño creado, variaría la programación que pudiera realizar el robot para soltar el objeto dentro del recipiente.

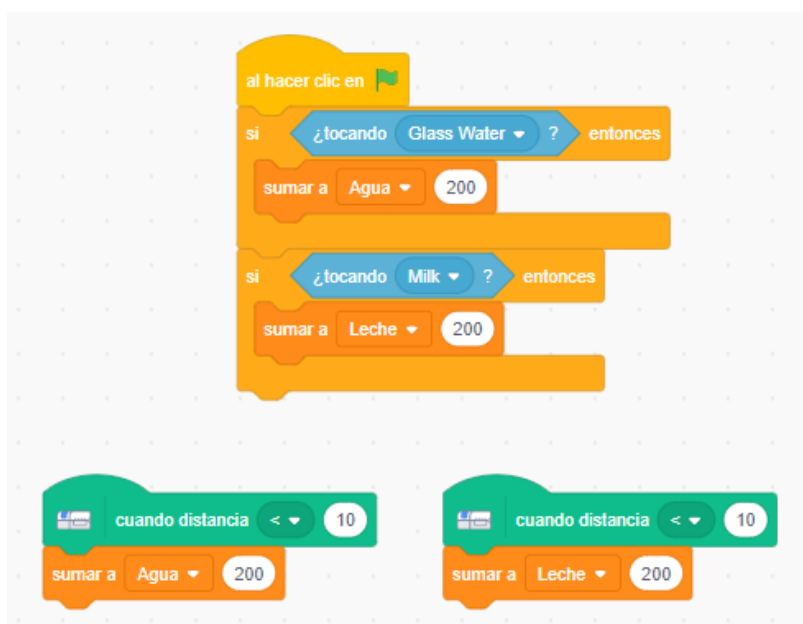


Figura 2. Programación de recuento en Scratch. Elaboración propia.

El objetivo es establecer una relación adecuada entre el número de vasos y el volumen de hidratación que la población debe consumir de manera diaria, teniendo en cuenta para el consumo total, el consumo específico de la variedad de bebidas. Para ello, los estudiantes también deben indagar para tener un conocimiento científico adecuado del consumo diario correcto. Para ello, los estudiantes aprender a alfabetizarse digitalmente mediante bases de datos y recursos de calidad científica en la busca de conocimientos científicos (De la Hoz).

5. CONCLUSIONES

La propuesta de enseñanza, a través de la Robótica Educativa, para el hábito saludable de la hidratación en estudiantes de Educación Primaria, puede resultar una herramienta motivante, adecuada y adaptable de gestionar en el ámbito escolar, como recurso educativo innovador y saludable. El empleo de la Robótica Educativa es un excelente recurso en metodologías innovadoras y activas como STEAM y Aprendizaje basado en Retos, que permite al alumnado el aprendizaje integrado de varias disciplinas de manera lúdica, activa y motivante.

6. AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido apoyada por el proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033, además de la ayuda de la Junta de Extremadura (GR21157), FEDER, una manera de hacer Europa y al grupo Psyquex. Y se agradece al Ministerio de Educación y Formación Profesional la concesión de un contrato predoctoral (FPU20/04959).

7. REFERENCIAS

- Casado, R., y Checa, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit*, (58), 51-69.
- Chai, S. y Chun, S. (2015). The effects of STEAM-based programming education with robot on creativity and character of elementary school students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(1), 159–166.
- Conde, M. Á., Fernández, C., Alves, J., Ramos, M. J., Celis-Tena, S., Gonçalves, J., Lima, J., Reimann, D., Jormanainen, I. y Peñalvo, F. J. G. (october, 2019). *RoboSTEAM-A Challenge based learning approach for integrating STEAM and develop computational thinking*. In Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362893>
- Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Gonçalves, J., Lima, J., y García-Peñalvo, F. J. (2021). Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 46-65
- De la Hoz A, Cañada F, Melo LV, Alvarez A, Cubero J (2022) *Design of a robotic board for teaching the water cycle*. In: 14th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN22) Proceedings, Mallorca, Spain, pp. 2990-2993. IATED
- De la Hoz A, Cubero J, Melo L, Durán-Vinagre MA and Sánchez S (2021) Analysis of digital literacy in health through active university teaching. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12): 6674. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126674>
- Fernández, M. O. G., González, Y. A. F., y López, C. M. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 230101-230123.
- Hernández, J. L., Sanchez, G., Colmenares, L. E., y Saldaña, C. K. (2021). Aprendizaje Basado en Retos, aplicado a la motivación y enseñanza de la robótica. Caso brazos robóticos en el laboratorio SIRO de la Facultad de Ciencias de la Computación: Challenge-Based Learning, applied to the motivation and teaching of robotics. Robotic arms case in the SIRO laboratory of the Faculty of Computer Science. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 8(1), 22-27.
- Hervás, C., Ballesteros, C. y Corujo, M. C. (2018). La robótica como estrategia didáctica para las aulas de Educación Primaria. *Revista Educativa Hekademos*, (24), 30–40.
- Kalaitzidou, M., y Pachidis, T. P. (2023). Recent Robots in STEAM Education. *Education Sciences*, 13(3), 272.

- Martín, J. L., Martínez, P., Fernández, G. M. y Bravo, C. (2016). Analizando el desarrollo de las habilidades STEM a través de un proyecto ABP con Arduino y su relación con el rendimiento académico. En *Seminario Modelos innovadores en las aulas: aprender en la sociedad del conocimiento, escuelas y tecnologías*. UNAM.
- Merino-Armero, J.M., Villena-Taranilla, R., González-Calero, J.A., y Cózar-Gutiérrez, R. (2018). Análisis del efecto de la robótica en la motivación de estudiantes de tercero de Educación Primaria durante la resolución de tareas de interpretación de planos. *REXE: Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 2(3), 163-173.
- Reinking, A. y Martin, B. (2018). The gender gap in STEM fields: Theories, movements, and ideas to engage girls in STEM. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(2), 148-153. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.7.271>
- Ruiz Vicente, F., Zapatera, A., Montes, N., & Rosillo, N. (2020). *STEAM robotic puzzles to teach in primary school. a sustainable city project case*. In *Robotics in Education: Current Research and Innovations 10* (pp. 65-76). Springer International Publishing.
- Yakman, G. y Lee, L. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

ARSTEAMAPP. RESHAPING THE FUTURE OF TEACHING

E M HRECIUC¹, H KÎRMACI²

¹*Școala Gimnazială "Ion Creangă" Suceava, Romania*

²*Arnavutköy Korkmaz Yiğit Anadolu Lisesi, Istanbul/Beşiktaş, Turkey*

elenamatroana@gmail.com

Abstract

In the recent years, advancements in technology and changes in the needs and expectations of students have been reshaping the future of teaching in exciting ways. The future of teaching has to be based on the skills of the future teacher and the perspectives of future education. *ARSTEAMapp* bring together prior knowledge and experiences to draw on students skills for applying them to new experiences at a more complex level as integrative learning. Considering all beneficiaries *ARSTEAMapp* provides new theoretical foundations for the didactic transposition of integrative STEAM, in the context of *Augmented Reality* resources, and aims to give the educational community an easily accessible teaching-learning resource to adopt this educational approach, which can be used in all European schools.

Keywords

Augmented Reality, STEAM, Heritage, *ARSTEAMapp*

1. INTRODUCTION

Education has always been a crucial aspect of human society, but the way we approach it is constantly evolving. In recent years, advances in technology and changes in student needs and expectations have reshaped the future of teaching in exciting ways. The future of teaching must be based on the skills of the future teacher and the prospects for future education. The teacher will need to possess a range of skills to effectively educate and engage students in a rapidly changing world. As an e-teacher, he/she must master a range of digital tools and platforms and integrate them into a paperless environment, which is becoming a new tradition and ensures that the resources are effective and provide valuable learning. He himself must be an interactive, environment that learners are drawn to, and his relaxed and formative spirit creates a real culture of productive feedback around him. These skills and tools can empower to have a better teaching environment.

A reshaped teaching environment includes immersive technologies that capture the learner and engage them in discovery and creation, involving them directly in solving everyday challenges in real time. Virtual Reality (VR) allows learners to experience real-life scenarios in a safe and controlled environment. Artificial Intelligence (AI) provides personalised learning experiences, automates administrative tasks and supports teachers in their educational practice. Hologram interactivity can bring complex concepts to life, giving students 3D visualisations of abstract concepts. All fascinating, but *Augmented Reality* is the subject that we, the authors, have personally approached as a first step into the future of learning. The teacher of the future needs to make their mark in reshaping the teaching environment, and **Erasmus+ Project No : 2021-1-ES01-KA220-SCH-000030257, *ARSTEAMapp* - *Fostering Scientific Vocations through Augmented Reality about European Cultural Heritage***, which aims to develop STEAM skills through an augmented reality application that analyses 3D models of European cultural heritage, is a true educational model. ***ARSTEAMapp*** is intended to be an educational tool that allows students aged 12 to 16 to work on integrated science, technology, engineering and mathematics subjects through art, using elements of European cultural heritage. ***ARSTEAMapp*** will provide teachers a pedagogical guide and enable them to acquire skills and competences in STEAM education. ***ARSTEAMapp*** is an approach for the education of the future developing the digital skills of students and teachers, demonstrating the importance of AR in learning and the importance of heritage elements in integrative STEAM.

2. AR-STEAMAPP. OBJECTIVES. PRIORITIES AND TOPICS

ARSTEAMapp addresses the challenges of improving the integrative teaching of STEAM disciplines in the 12-16 age group, designing an innovative way to establish connections between these disciplines in a meaningful and viable way with the educational context. Two *objectives* better describe the background of the project. First of them requires that the resources allow the implementation of the integrated STEAM approach. The second one indicates the results facilitate the use by teachers of the integrated STEAM approach. *Project priorities and topics* respond to trend of integrative learning by promoting interest and excellence in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and the STEAM approach, by addressing digital transformation through development of digital readiness, resilience and capacity and by supporting teachers, school leaders and other teaching professions. Considering all beneficiaries project provides new theoretical foundations for the didactic transposition of integrative STEAM, in the context of *Augmented Reality* resources, and aims to give the educational community an easily accessible teaching-learning resource to adopt this educational approach, which can be used in all European schools.

3. ARSTEAMAPP. IMPACT AND BENEFITS

ARSTEAMapp take into consideration especially the impact of *students (12-16 years old)* and teachers of the category of students. Motivation and engagement towards STEAM subjects are generated by offering a greater approach and knowledge of the students to the European Cultural Heritage. *Teacher* of students aged between 12 and 16 years old have more accessibility to new resources for STEAM educational actions, could use greater provision with digital and pedagogical tools, empowering them with the integrative STEAM approach. They will benefit of better promotion of self-efficacy in classroom management and acquisition to motivating, engaging and innovative tools, resources and techniques for students. Other categories involved in education and the impact are taken into consideration: *policy maker* - improved knowledge transfer and intellectual exploitation of developments with public and private entities Academic community; better visibility of research into STEAM education, active methods and participative approaches; *associations and families* - more interactive resources and motivating learning tools for out-of-school education. *Participant organization* benefit from new synergies and networks for possible future research projects and education alliances and exchange of ideas and good practices among the project partners – Universidad de Burgos, Burgos, Spain, coordinator, Colegio Luso Frances, Porto, Portugal, Arnavutköy Korkmaz Yiğit Anadolu Lisesi, Istanbul/Beşiktaş, Turkey, Școala Gimnazială ”Ion Creangă”, Suceava, Romania, Kveloce, Spain and GVAM, Spain

4. ARSTEAMAPP. RESULTS

ARSTEAMapp project develops as results an *AR mobile app* with a students workbook and a *pedagogical guidelines* for teachers.

The results of the ARSTEAMapp project can be seen more explicitly in Fig.1.

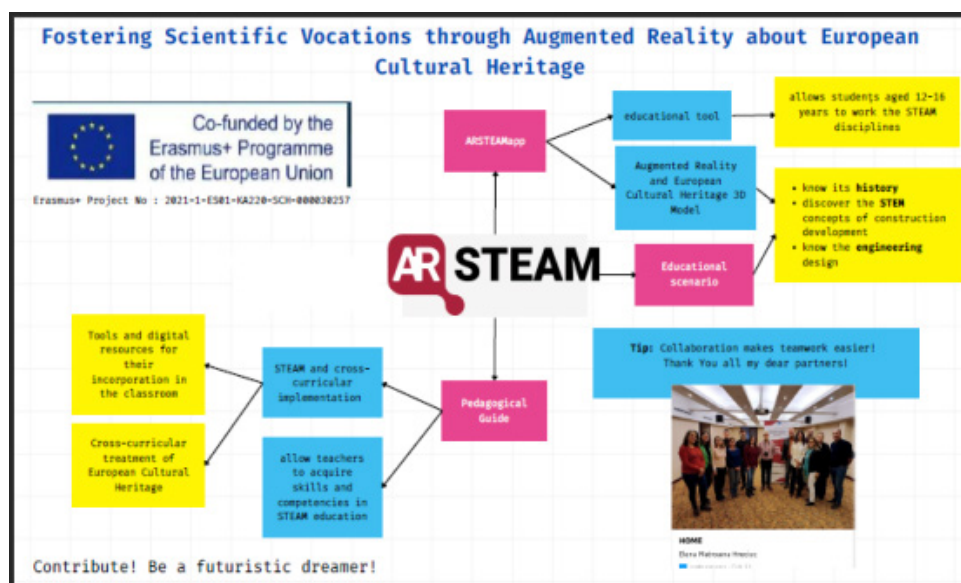


Figure 1. ARSTEAMapp results

4.1. AR mobile app

AR mobile app will offer 10 elements/scenarios of European cultural heritage - Buildings - UNESCO Heritage. Each element will include information about: S = science, T = technology, E = engineering, A = arts, M = mathematics, design STEAM role models for boys and girls.

The app will be **translated** in five languages: English, Spanish, Portuguese, Romanian, Turkish, have a student workbook with activities to be completed and students will **learn the importance of each STEAM** discipline for each element of cultural heritage (i.e., the importance of mathematics for building a cathedral).

ARSTEAMapp System is based on the principles of Play&Learn that structure the application in three main parts:

- download the app – look for QR code – scan it
- from the QR emerges a 3D object
- solve the quiz and get the 3D object in your wallet.

4.1.1. Download the app – look for QR code

Integrating the ARSTEAMapp into classroom activities provides students with engaging learning that helps them transfer and combine knowledge from STEAM and develop critical and creative thinking skills.

- a. **Print & Stick the QR Code** for an Heritage reproduction (picture, object, etc.).
- b. **Ask students to download the ARSTEAMapp** and select the corresponding object.
- c. **Ask them to look for the QR codes**, check the explanation on STEAM letters, solve the QUIZ and collect the prize into the wallet (Fig. 2).



Figure 2. App System – QR Code

4.1.2. From the QR emerges a 3D object

The letters **S-T-E-A-M** will give students information about the object. Students will access a unit of content by clicking on S for Science, T for Technology, E for Engineering, A for Arts and M for Mathematics (Fig. 3).



Figure 3. App System – S-T-E-A-M

As can be seen in Fig. 3 students will enjoy a graphical interface with an attractive user-friendly design. The ARSTEAMapp offers a variety of content formats so that learning can be adapted to each type of visual, auditory, aural, verbal, logical learning – text, image, illustration, videos, games, 3D, as shown in Fig. 4.



Figure 4. App System – Content Formats

4.1.3. Solve the quiz and get the 3D object

Students will compete with other and collect all prizes. Each content has a test to be solved. When the student has completed all the content and passed all the tests, they are notified by the STEAM failed letter line in the application interface. The student is ready to receive their 3D award. On Fig. 5 it can be shown how the system controls the student’s achievement of the proposed objectives.



Figure 5. App System – Quiz/3D prize

The statistics will show the performing results.

4.2. Pedagogical Guide

The Pedagogical Guide will cover the fields of:

- Pedagogy and curricular design - basic principles applied to personalised learning.
- Practical and affordable solutions for integrating active and participative methods - basic and previous methodologies developed and validated
- *STEAM* and cross-curricular implementation.
- Tools and digital resources for their incorporation in the classroom.
- Cross-curricular treatment of European Cultural Heritage.

AR-STEAMapp will allow teachers to acquire skills and competencies in *STEAM* education:

- Digital competence: teachers will have an educational App, which they can use with mobiles or tablets to work on *STEAM* disciplines in the classroom.
- Capacity for curricular integration of *STEAM* content: through the different learning scenarios that the app will incorporate.
- Use of AR for educational purposes.
- Use of heritage elements for the integrative study of *STEAM* disciplines.
- Develop their own *STEAM* didactic sequences, using as a model the best practices that will be included in the pedagogical guide.

AR-STEAMapp will provide teachers a pedagogical guide and enable them to acquire skills and competences in *STEAM* education.

ARSTEAMapp is an approach for the education of the future developing the digital skills of students and teachers, demonstrating the importance of AR in learning and the importance of heritage elements in integrative *STEAM*.

5. ARSTEAMAPP – ONLINE ENVIRONMENTS

ARSTEAMapp team is continuously concerned with achieving the objectives and impact of the project so that through collaboration, communication and exchange of ideas it ensures constant progress and improvement of the products, as well as promotion in relevant online environments - *Scientix*, *E-PALE*, *E-Twinning*, *Twitter*, *Facebook*, *Instagram*, as well as through participation in symposia, *STEAM* conferences - *4th Scientix Conference* and organization of specific events - *World Science Day*. to establish new synergies with the in-

terested and general public. **ARSTEAMapp, like partner of Scientix Discovery Campagne 2023** (<http://www.stemalliance.eu/sdc23>), creates a bridge to the future, to be a model of education that brings together theoretical disciplines, practical disciplines, the arts, creativity, innovation, collaboration and teamwork skills.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

Erasmus+ ARSTEAMapp project – **2021-1-ES01-KA220-SCH-000030257** – is Co- founded by the European Union and is the result of a of six partners teamwork– UBU, KYAL, SCOALA, CLF, Kveloce, GVAM.

The authors' gratitude goes to the project coordinator, Associate Professor **Miguel-Angel Queiruga-Dios**, for his professionalism and for the trust shown to all partners. We also thank our collaborators Dr. *Radu-Bogdan Toma*, *Jaime Solano*, Dr. *Rita Rocha*, economics specialist *Belen Costa* and management specialist *Lorena Aguilar*, for their very good collaboration in the realization of this project.

7. REFERENCES

Iqbal, M.Z., Mangina, E., & Campbell, A.G. (2022). Current Challenges and Future Research Directions in Augmented Reality for Education. *Multimodal Technol. Interact.*, 6, 75. <https://www.mdpi.com/2414-4088/6/9/75>

Hreciuc, E. M. (2022). ARSTEAMapp: bring together prior knowledge and experiences 12th International Conference EDUvision 2022, New Contemporary Challenges - Opportunities for Integrating Innovative Solutions into 21st Century Education, 1169. http://www.eduvision.si/Content/Docs/The_Book_of_Papers_EDUvision_22.pdf

Project website. <https://arsteamapp.webnode.ro/>

RECURSOS CIENTÍFICOS BURGALESES EN LA ENSEÑANZA STEAM: SITUACIÓN DE APRENDIZAJE PARA SECUNDARIA BASADA EN LA DATACIÓN DE UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO

E M SÁNCHEZ-MORENO^{1*}, S E JORGE-VILLAR², A MARTÍNEZ-GONZÁLEZ², A MARCOS REGUERO³

¹*Departamento de Física, EPS Rio Vena, Universidad de Burgos, Burgos, España*

²*Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos, Burgos, España*

³*IES Cardenal López de Mendoza, Burgos, España*

**emsanchez@ubu.es*

Resumen

La realización de propuestas didácticas en las instalaciones de centros de investigación proporciona contextos ideales para el desarrollo de las competencias STEAM. Las actividades llevadas a cabo en un escenario científico real generan una motivación añadida que mejora el aprendizaje y fomenta las vocaciones científicas. Presentamos una propuesta didáctica basada en un modelo de indagación guiada y resolución de problemas que usa como hilo conductor la datación de un yacimiento de dinosaurios. Se usan como piezas clave la visita al Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana y actividades en el laboratorio de paleomagnetismo de la Universidad de Burgos.

Palabras clave

Secundaria, situación de aprendizaje, STEAM, indagación guiada

1. INTRODUCCIÓN

Las metodologías de enseñanza activas, como la indagación, se centran en problemas auténticos a los que el alumnado se enfrenta mediante la integración de diferentes disciplinas y el diseño de la solución. Este tipo de metodologías son las adecuadas para implementar el modelo de enseñanza STEAM (e.g., Domènech-Casal, 2018; Martín-Páez et al., 2019; Perales-Palacios y Aguilera 2020). Además, los trabajos de investigación llevados a cabo en el aula contribuyen a la alfabetización científica necesaria para que la ciudadanía sea capaz de adaptarse a los nuevos avances en ciencia y tecnología (Menoyo-Díaz, 2022).

Si unimos el uso de metodologías activas a la realización de las mismas en centros de investigación reales (Segundo-Mendoza y Jorge-Villar, 2022), se proporciona el contexto ideal para la enseñanza STEAM y para generar una motivación añadida en el alumnado.

La propuesta didáctica STEAM que presentamos en este trabajo permite divulgar hallazgos desarrollados por científicos y científicas locales y aumentar las vocaciones científicas entre estudiantes de secundaria.

La propuesta que se presenta en este trabajo sigue un modelo basado en indagación guiada, durante el cual también se usa la resolución de problemas y una estrecha colaboración con investigadores. Usa como piezas clave la visita al Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) y actividades desarrolladas en el laboratorio de paleomagnetismo de la Universidad de Burgos (PALEOMAG-UBU). El hilo conductor de la actividad es el “estudio geológico de un nuevo territorio con el objetivo de datar el último estrato en el que vivieron los dinosaurios”.

Esta propuesta utiliza un modelo de indagación guiada que permite al alumnado desempeñar un papel más activo en su enseñanza, valorar investigaciones desarrolladas en su ciudad, visitar la universidad, aprender el método científico y desarrollar el pensamiento crítico.

2. MODELO DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica diseñada sigue el modelo de cuatro fases presentado en la Fig. 1. La fase 1 “Detonante” consiste en la visita del aula a un centro de investigación, donde se fomenta la motivación de los alumnos y alumnas por tratarse de un contexto real. En la fase 2 “Problema principal” se plantea el estudio

científico que se va a realizar utilizando la metodología de indagación guiada, la cual va a mantenerse durante toda la actividad. El alumnado tiene que adquirir una serie de conocimientos previos para poder desarrollar el estudio científico. Durante la fase 3 “Problemas específicos” se abordarán estos conocimientos mediante diferentes actividades prácticas que tendrán que resolver ellos mismos. En la fase 4 se llevará a cabo el “Proyecto de investigación” en un laboratorio real siguiendo las fases del método científico.



Figura 1. Modelo de estrategia didáctica

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1. Sesiones y temporalización

La propuesta didáctica se divide en 10 sesiones (Tabla 1). La fase 1, “Detonante”, y la fase 2, planteamiento del “Problema principal”, se realizan en el CENIEH y su duración es de tres horas. Las 4 sesiones siguientes, que constituyen la fase 3, “Problemas específicos”, tienen lugar en el aula y en ella se trabajan los contenidos básicos necesarios para poder llevar a cabo la indagación. Las sesiones de la fase 4, “Proyecto de Investigación”, se desarrollarán en el laboratorio PALEOMAG-UBU, de la Universidad de Burgos. En esta fase se desarrolla toda la experimentación, la recogida, interpretación y discusión de datos y se plantean las conclusiones; finalmente, en una última sesión, se exponen los resultados a través de un montaje visual, trabajo manual diseñado por ellos mismos, como por ejemplo una maqueta. Todas las sesiones de las fases 3 y 4 duran una hora

3.2. Metodología

El problema concreto al que se enfrentan los alumnos es el “estudio geológico de un nuevo territorio con el objetivo de datar el último estrato en el que vivieron los dinosaurios”. Trabajarán en equipos que equivalen a grupos de investigación compuestos por científicos de diferentes universidades. El estudio se centra en la datación de cuatro secciones estratigráficas mediante la técnica de paleomagnetismo. Previamente en el CENIEH, los estudiantes conocerán diferentes técnicas de datación (sesión 1). Tras el análisis del tipo de materiales a los que tienen acceso y su edad (rocas sedimentarias cretácicas), deberán seleccionar la técnica del paleomagnetismo como la más adecuada (sesiones 2 y 3). Aprenderán las bases del paleomagnetismo: geometría del campo magnético terrestre, registro de la magnetización, medición de la magnetización y visualización e interpretación de vectores paleomagnéticos (sesiones 4 y 5). Con ello, y guiados por un científico, podrán llevar a cabo experimentos en el laboratorio de PALEOMAG-UBU (sesiones 6 y 7).

Tabla 1. Relación de sesiones (S.) que forman la propuesta didáctica, fases (F.) del modelo que desarrollan y centros (C.) donde se desarrollan.

F.	S.	C.	Temática
Fases 1 y 2	1	CENIEH	Presentación problema de investigación
			Técnicas de datación
Fase 3	2	Aula	Rocas sedimentarias
			Extinción Cretácico-Paleógeno (K-Pg)
	3		Columna estratigráfica
			Tiempo geológico
			Selección de la técnica de datación (paleomagnetismo)
	4		Campo Magnético Terrestre (CMT)
			Registro del CMT en las rocas
			Medición del registro del CMT en rocas
5	Paleomagnetismo, ejemplos reales		
	Fase 4	Laboratorio PALEOMAG-UBU	Preparación de muestras
Experimentos de paleomagnetismo			
7			Interpretación de los experimentos de paleomagnetismo
8			Interpretación de los datos de las 4 columnas estratigráficas problema
9			Interpretación de la correlación de las 4 columnas
10			Discusión y conclusiones
	Exposición de resultados		

Al final de la experimentación (sesiones 8 y 9), los alumnos contarán con sus datos y otros más que les serán proporcionados para las cuatro secciones estratigráficas. Aunque una de las columnas corresponde a un estudio real (Puértolas-Pascual et al., 2018), otras están diseñadas para obtener diferentes interpretaciones. Los estudiantes encontrarán, en algunos casos, falta de datos concluyentes o un resultado incongruente (fósiles de dinosaurios tras el límite K-Pg). De esta forma se fomenta el pensamiento crítico y se muestra el trabajo científico real.

3.3. Evaluación

Hemos diseñado una serie de herramientas de evaluación para valorar diferentes aspectos de la propuesta didáctica:

- (1) Cuestionario de contenidos inicial y final: Analiza los conocimientos adquiridos por el alumnado (con rúbrica de calificación). El nivel de conocimientos adquiridos nos dará una idea sobre la capacidad de la propuesta para mejorar el aprendizaje.
- (2) Rúbrica de autoevaluación de la implementación: Analiza el desarrollo y éxito de la metodología aplicada.
- (3) Cuestionario de valoración del alumnado: analiza la opinión de los alumnos sobre la experiencia y la metodología desarrollada

- (4) Rúbrica de evaluación individual de la actitud y aprendizaje: Califica la actitud, trabajo y adquisición de conocimientos.
- (5) Pregunta de examen: Pregunta para incluir en el examen final del trimestre o de la unidad o unidades didácticas que decida el profesor o profesora. Evalúa los conocimientos adquiridos. De forma indirecta también se evalúa el éxito de la propuesta didáctica en función del éxito en los resultados de los alumnos. Se les planteará un ejercicio similar a los ejemplos utilizados en la propuesta como problema principal.

4. RESULTADOS ESPERADOS

A continuación, se detallan los resultados que se esperan obtener con la propuesta didáctica en relación a las diferentes competencias de la enseñanza STEAM:

- Competencia en ciencia Tecnología-Sociedad: Fomentar vocaciones y acercar la figura del científico a la ciudadanía.
- Competencia en ciencias: Uso de las metodologías activas de indagación guiada y resolución de problemas. Aprender las fases del método científico y desarrollar el pensamiento crítico. Repasar contenidos generales de geología y física de currículo de secundaria.
- Competencia en matemáticas: Aprender la visualización y representación de vectores.
- Competencia en tecnología: Aprender la utilizar instrumentos de laboratorio y montajes experimentales en el aula.
- Competencia en artes: Realizar un montaje visual de los resultados finales del estudio.

5. CONCLUSIONES

Con esta propuesta didáctica queremos realizar una puesta en valor de los beneficios de la colaboración con centros de investigación para la educación en ciencias. Se trata de un tipo de actividad poco realizada en la enseñanza, dada la falta de ejemplos en la bibliografía sobre otras situaciones de aprendizaje llevadas a cabo en contextos científicos reales.

Las propuestas didácticas realizadas en contextos reales crean oportunidades para involucrar a empresas, científicos, ingenieros, universidades y centros de investigación en la vida y actividades escolares; lo que permite generar una red con la que los profesores y profesoras pueden mejorar la calidad de su enseñanza y apoyar su motivación y la del alumnado (e. g. Mohamed et al., 2017). Ya existen algunos ejemplos, como la red de centros de secundaria y empresas y agentes científico-tecnológicos, “estrategia STEAM Euskadi”, creada en País Vasco para impulsar la ciencia y la tecnología, o el Programa de Bachillerato de Investigación/Excelencia (BIE) de la Junta de Castilla y León, donde los alumnos y alumnas realizan un proyecto de investigación en colaboración con investigadores de la universidad. Sin embargo, todavía es necesario fomentar la colaboración de la enseñanza con contextos reales para que se convierta en una práctica habitual y se puedan desarrollar las competencias STEAM impulsadas por la reciente ley de educación LOMLOE.

El modelo de estrategia didáctica que presentamos en este trabajo se ha diseñado para su aplicación en otras situaciones y ciudades, fomentando la colaboración con diferentes contextos reales como centros de investigación, universidades, museos, observatorios de información, empresas, etc.

6. AGRADECIMIENTOS

Programa de contratos postdoctorales María Zambrano, Convocatoria de ayudas para la recualificación del sistema Universitario Español 2021, Ministerio de Universidades.

7. REFERENCIAS

- Bachillerato de Investigación/Excelencia (BIE). <https://www.educa.jcyl.es/es/informacion/sistema-educativo/bachillerato/bachillerato-regimen-diurno/bachillerato-investigacion-excelencia-bie>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Estrategia STEAM Euskadi. <https://steam.eus/es/>

- Lupi3n-Cobos, T., Franco-Mariscal, A. J., y Gambero, J. R. G. (2019). Predictores de vocaci3n en Ciencia y Tecnolog3a en j3venes: Estudio de casos sobre percepciones de alumnado de secundaria y la influencia de participar en experiencias educativas innovadoras. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgaci3n de las Ciencias*, 16(3). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3102
- Mart3n-P3ez T., Aguilera D., Perales-Palacios F. J., y V3lchez-Gonz3lez J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103, 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Menoyo D3az, M. P. (2022). Los trabajos de investigaci3n en Secundaria, un marco de actuaci3n para la alfabetizaci3n STE(A)M en el marco de la LOMLOE. *UNI3N - Revista Iberoamericana de Educaci3n Matem3tica*, 18(66). Recuperado de: <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1442>
- Mohamed, M., Perez, MA., y Montero, MA. (2017). Salidas pedag3gicas como metodolog3a de refuerzo en la Enseñanza Secundaria. *ReiDoCrea*, 6, 194-210. Recuperado de: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/47156>
- Osborne, J., Simon, S., y Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Perales-Palacios, F. J. y Aguilera, D. (2020). Ciencia-Tecnolog3a-Sociedad vs. STEM: ¿evoluci3n, revoluci3n o disyunci3n? *Ápice. Revista de Educaci3n Cient3fica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pu3rtolas-Pascual, E., Arenillas, I., Arz, J.A., Calvin, P., Ezquerro, L., Garc3a-Vicente, C., P3rez-Pueyo, M., S3nchez-Moreno, E.M., Villala3n, J.J. y Canudo, J.I. (2018). Chronostratigraphy and new vertebrate sites from the upper Maastrichtian of Huesca (Spain), and their relation with the K/Pg boundary. *Cretaceous Research*, 89, 36-59. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2018.02.016>
- Segundo-Mendoza, O. y Jorge-Villar, S.E. (2022) *Real Science at Secondary School: From Antarctic Samples to a Scientific Poster*. En M.F.M. Costa, J. B. V3zquez Dorri3, M. A. Queiruga Dios y M. Diez Ojeda (Ed.), *Hands-on science: rethinking STEAM education in times of uncertainty* (pp. 224-225). Universidad de Vigo. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=870947>

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS CONSTRUCTIVISTAS Y MOTORES GRÁFICOS DE VIDEOJUEGOS

FJ FRAILE-FERNÁNDEZ¹, R MARTÍNEZ- GARCÍA^{1*}, C PALENCIA², J DE PRADO-GIL²

¹ *Department of Mining Technology, Topography, and Structures, University of León, Spain*

² *Department of Applied Physics, University of León, Spain*

**martg@unileon.es*

Abstract

Esta propuesta de Intervención didáctica trata de comprobar que las técnicas de Diseño Asistido por ordenador (DAO) aplicadas a los conocimientos derivados del dibujo técnico son indispensables en los estudios de Grado de Ingeniería y que el paradigma propugnado por el EEES, no debería realizarse de forma abrupta. Cada año lectivo se realizarán pequeñas modificaciones a ser plasmadas en el periodo de evaluación, reforma de las memorias de verificación de los diferentes grados y en la variación del peso de cada estrategia docente. De esa manera se busca minimizar la importancia de la lección magistral, fomentar la instrucción basada en problemas y culminar con un aprendizaje autónomo basado en proyectos. Los docentes plantean el uso de motores gráficos, como Unity 3D, Catia y On-shape en vista de las posibilidades gráficas que proporcionan los ordenadores y dispositivos móviles actualmente y la innovación que ofrecen en la transmisión de la información gráfica en la ingeniería. La disponibilidad de este tipo de recursos, comúnmente utilizados para el desarrollo de videojuegos, junto a los dispositivos de realidad virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR), permite la creación de simulaciones y modelos de gran calidad y precisión mediante la aplicación de la Geometría Computacional.

Keywords

Expresión Gráfica en la Ingeniería, Dibujo Técnico, Constructivismo, Realidad Virtual, Geometría Descriptiva, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

El ABP es un método pedagógico que favorece el aprendizaje significativo, y en el que los alumnos trabajan autónomamente en la realización de un proyecto que plantea la resolución de problemas, reales y motivadores, abordando temáticas del currículo educativo. Una de sus características es la ausencia del marco tradicional de aprendizaje en el aula. El proyecto debe suponer un reto que conduzca al estudiante a involucrarse activamente en la construcción de su propio conocimiento, con una actividad lo suficientemente atractiva para captar su atención y esfuerzo, sin dejar de lado el aspecto colaborativo. El sistema de educación tradicional es considerado un sistema deductivo, debido a que la materia es introducida mediante lecturas y presentaciones, con realización de tareas en casa al finalizar el proceso y el aprendizaje del conocimiento se realiza a través de exámenes (Prince y Felder, 2006). El profesor actúa como agente activo en la transmisión del conocimiento, siendo el estudiante un sujeto pasivo.

Otras propuestas alternativas para la enseñanza son los métodos inductivos, basados en estar enfocados en el estudiante, siendo este quien asume la responsabilidad de su propio aprendizaje y de la investigación que le da soporte (Reis et al., 2017). Entre estos métodos se encuentra el aprendizaje basado en proyectos (ABP o PBL, Project-Based Learning).

La UNESCO, en su estudio (de Graaff et al., 2010) sobre los retos en ingeniería para los próximos años, en referencia a la educación, planes de estudios y métodos de aprendizaje en ingeniería, asevera que es necesaria su transformación para enfatizar la importancia de dar un enfoque más resolutivo. Otro aspecto destacable en este documento es la importancia de las actividades educativas basadas en la resolución de problemas y proyectos con el propósito de preparar a los estudiantes para enfrentar sus futuros retos como ingenieros.

El aprendizaje basado en proyectos (ABP o -PBL, Project Based Learning-), es el método de aprendizaje activo que impulsa a los estudiantes a participar en el proceso para obtener conocimiento y habilidades mediante experiencias de la vida cotidiana y actividades organizadas. En una de las primeras definiciones (Adderley, 1975), menciona 5 aspectos básicos del ABP: i) la resolución de un problema que pueda ser propuesto por los mismos estudiantes; ii) la iniciativa para resolver el problema planteado por los estudiantes, integrando una serie de actividades educativas; iii) entrega de un resultado final, congruente con el problema inicial; iv) la solución del problema podría ser presentado como un proyecto; v) un cambio de rol del profesor-instructor a uno de asesor. Recientemente, Thomas (Thomas, 2000) sugiere 5 criterios clave para un diseño óptimo: i) focalización, como estrategia fundamental para el desarrollo de actividades; ii) una pregunta directriz o que dirija al objetivo; iii) una investigación constructiva por parte de los estudiantes; iv) que incentive la autonomía y v) realismo, en cuanto al enfoque de problemas relacionados con la realidad del estudiante.

La metodología ABP debe facilitar que el estudiante sea protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje y pueda relacionar el contenido de varios cursos en un solo proyecto (Powell, 2007). La metodología de aprendizaje basada en proyectos (ABP), permite que el alumnado adquiera competencias genéricas de forma integrada con las específicas del ámbito del proyecto propuesto y se posiciona como una metodología idónea para facilitar el acercamiento del alumnado al mundo profesional para el que se está preparando y conseguir un aprendizaje significativo especialmente adecuado en el ámbito de las Ingenierías por sus reconocidos buenos resultados (Felder, 2012).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La decisión de implantar un sistema de aprendizaje enfocado al alumno, en un sistema educativo basado, fundamentalmente, en sesiones magistrales de exposición de la materia en el aula, está plagada de dificultades. Además, es bastante habitual encontrar la oposición de gran parte del cuerpo docente que imparte las asignaturas. Por estas razones, se decidió implantar esta metodología de una forma paulatina, en la que los propios resultados hablasen por sí mismos y fueran capaces de ir rompiendo las inercias del sistema. En los Grados y Másteres universitarios de ingeniería, los estudios finalizan con la confección de un trabajo fin de grado o de máster (TFG o TFM), en el que el alumno debe hacer uso de las competencias adquiridas durante la carrera en la resolución de un problema o proyecto. Por tanto, es en este ámbito donde se producen las circunstancias adecuadas para la implantación del ABP y en el que se decidió iniciar esta metodología en la que el alumno, contando con la tutorización del profesor, se involucra en la elaboración del trabajo.

Una vez comprobada su eficacia y determinadas las diferentes competencias, relacionadas con el aprendizaje de la Expresión Gráfica, se decidió implantar el ABP en una etapa más temprana de los estudios universitarios, en la asignatura de Expresión Gráfica II de los diferentes grados de la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial (EIII) (Fraile-Fernández et al., 2021). Esta asignatura se imparte en el segundo semestre del primer curso de la carrera, inmediatamente después de haber cursado la de Expresión Gráfica I, durante la que el alumno ha adquirido las competencias básicas y los rudimentos teórico-prácticos necesarios para afrontar la profundización en la continuación del curso. Aquí también se decidió ir de una manera gradual, aplicando inicialmente la metodología a partes muy concretas de la asignatura (la representación de conjuntos mecánicos y el diseño asistido por ordenador), trabajando inicialmente con un reducido número de competencias, que se ha ido aumentando a lo largo del tiempo.

2.1. Descripción del plan de trabajo

La representación normalizada de conjuntos y despieces, así como el conocimiento y utilización de elementos normalizados de máquinas, el análisis de tolerancias dimensionales, geométricas y ajustes, junto con la indicación de rugosidades y tratamientos superficiales, constituyen uno de los objetivos fundamentales de la asignatura. Se pretende que el alumno haga un proyecto individual (PI) en el que, partiendo de la representación de conjuntos, vaya accediendo de forma gradual al resto de conceptos que completan el ámbito de la normalización del dibujo técnico. Todo ello, sin olvidar el refuerzo en la práctica de la croquización, labor fundamental para el desarrollo del ingeniero (Saorín et al., 2005).

La propuesta de desarrollo del PI se divide en 6 etapas (Tabla 1, Fig. 1-5):

Tabla 1. Fases, cronograma, participantes y actividades.

FASES Y ACTIVIDADES
1. Elección de mecanismo
2. Análisis y elaboración croquis
3. Modelado
4. Ensamblaje
5. Confección planos
6. Documentación técnica
7. Fabricación 3D

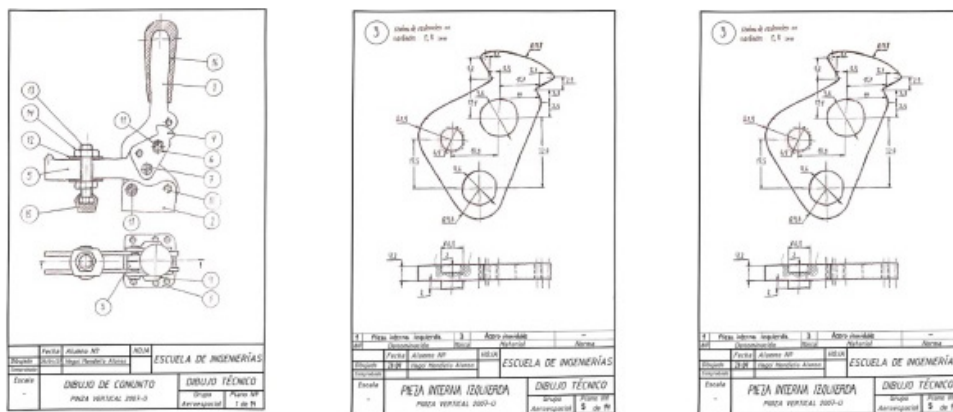


Figura 1. Elaboración de croquis

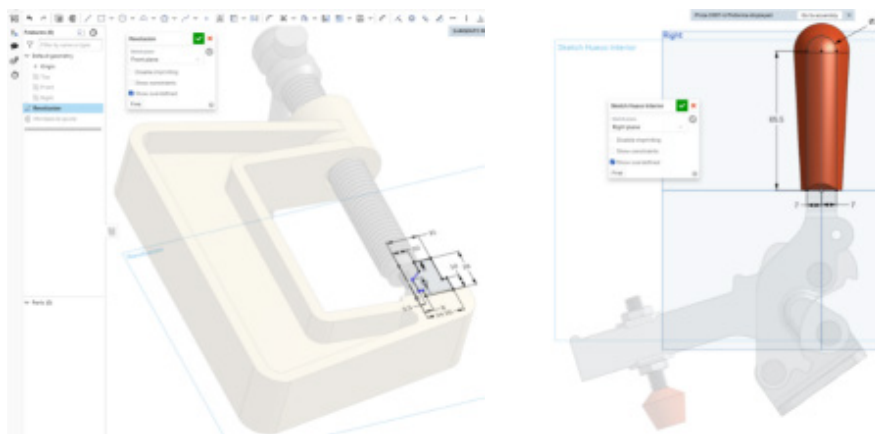


Figura 2. Modelado en Onshape

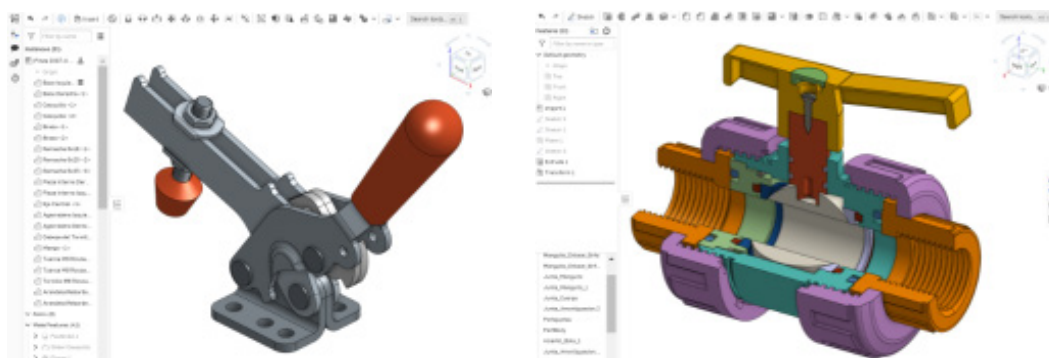


Figura 3. Ensamblaje del mecanismo en Onshape

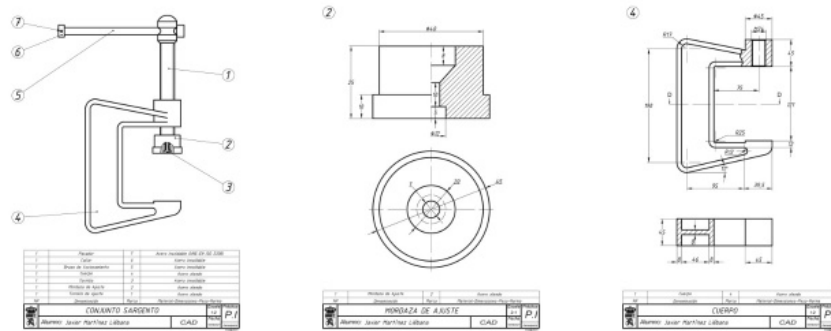


Figura 4. Fase de elaboración de planos



Figura 5. Fase de elaboración de la documentación y Fabricación del conjunto en impresora 3D

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios, tanto para los profesores, como para el alumnado involucrado, siendo destacable la opinión de muchos estudiantes de que el ABP en la asignatura les ha servido para “sentirse ingenieros”, a diferencia de otras asignaturas que consideran completamente alejadas del mundo real de la ingeniería.

Estos resultados nos han llevado a considerar la implantación del ABP aplicado al aprendizaje del dibujo técnico a otros niveles educativos, encontrándonos en estos momentos en un proceso de planificación y solicitud de un bachillerato de investigación/excelencia. Se da la circunstancia de que muchos de nuestros estudiantes comienzan sus estudios de ingeniería sin haber cursado asignaturas de dibujo, ni en la enseñanza secundaria, ni en el bachiller. El bachiller de investigación puede ser un punto de partida inicial para que los futuros estudiantes de ingeniería se conciencien de la importancia de la expresión gráfica y su condición de materia transversal a muchas otras disciplinas formativas.

Como conclusiones generales de estas experiencias cabe destacar los siguientes:

- De los resultados anteriores nos llevan a considerar que las metodologías activas favorecen el entendimiento de los conceptos explicados.
- Está comprobado que el uso de DAO mejora la visualización, la comprensión y el interés del estudiante.
- Podemos reseñar como principal aportación, que, mediante la manipulación y el montaje de los elementos y piezas, el alumno comprende mejor los conceptos y utilidades de la materia explicada.
- Se puede afirmar que la aplicación de estas metodologías está suponiendo una mejora en la implicación del alumnado y del profesorado, lo que se refleja, consecuentemente, en el aprendizaje de los alumnos.
- Es necesario reseñar, que de las encuestas de satisfacción realizadas e independientemente de la diversidad de pruebas que componen la evaluación de competencias, el grado de satisfacción del alumnado con la formación recibida, lo aprendido y los resultados obtenidos es alto.

La finalidad es que los alumnos y alumnas puedan identificar las aplicaciones prácticas reales del Dibujo Técnico. La asignatura de Expresión Gráfica es eminentemente práctica y sus aplicaciones en el mundo real son infinitas.

4. REFERENCIAS

- Adderley, K. (1975). Project methods in higher education. Society for Research into Higher Education. Working Party on Teaching Methods. Techniques Group., 93.
- de Graaff, E., Kolmos, A., de Graaff, E., y Kolmos, A. (2010). Research in engineering education. *Engineering*, 347–349.
- Felder, R. M. (2012). Engineering Education: A Tale of Two Paradigms *.
- Fraile-Fernández, F. J., Martínez-García, R., y Castejón-Limas, M. (2021). Constructionist learning tool for acquiring skills in understanding standardised engineering drawings of mechanical assemblies in mobile devices. *Sustainability*, 13(6).
- Powell, P. C. (2007). Assessment of team-based projects in project-led education. [http://Dx.Doi.Org/10.1080/03043790310001633205](http://dx.doi.org/10.1080/03043790310001633205), 29(2), 221–230.
- Reis, A. C. B., Barbalho, S. C. M., y Zanette, A. C. D. (2017). A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education. *Production*, 27(Special Issue).
- Saorín, J. L., Navarro, R., Martín, N., y Contero, M. (2005). Las habilidades espaciales y el programa de expresión gráfica en las carreras de ingeniería. In ICECE.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation 111 McInnis Parkway San Rafael, California 94903 (415) 507-6336 Fax (415) 507-6339 <http://www.autodesk.com/foundation>.

AVALIAÇÃO FORMATIVA E A TECNOLOGIA DIGITAL

F ASSIS SILVA

Centro Formação Francisco de Holanda - Guimarães, Portugal

assisleite@gmail.com

Resumo

As orientações dadas a nível internacional pelos organismos ligados à educação – OCDE (Organização, Cooperação e Desenvolvimento Económico) e UNESCO (Organização Nações Unidas, Educação, Ciência e Cultura), apontam o caminho da diversificação pedagógica, através de metodologias que têm por base a incorporação das tecnologias, como instrumentos para a melhoria do processo educativo. A avaliação pedagógica, nas duas componentes basilares, a avaliação formativa (AF) e a avaliação sumativa, deverá estar ao serviço da melhoria do processo educativo. A AF, com recurso à tecnologia, visa a melhoria das aprendizagens dos alunos e encontrar as melhores estratégias para permitir a superação das dificuldades detetadas.

Palavras-chave

Avaliação Formativa e Sumativa, Metodologias Ativas, Tecnologia e Digital.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação pedagógica fica empoderada com a tecnologia e o digital. Os recursos digitais são comprovadamente uma mais valia para a agilização das práticas de avaliação formativa e sumativa. O foco está na avaliação formativa com recurso ao digital. O objetivo primordial passa sempre por incrementar a melhoria das aprendizagens.

As questões essenciais a desenvolver e a de dirimir passam por: Como utilizar a tecnologia digital em contexto de avaliação formativa? Quais as vantagens pedagógicas da inserção do digital na avaliação quer seja formativa, quer seja sumativa ou para efeitos de classificação?

As reflexões partilhadas versam principalmente sobre três vertentes da incorporação da tecnologia e do digital na sala de aula e no desenvolvimento do currículo:

- (i) Como motivação para a aprendizagem;
- (ii) Promotor da melhoria da aprendizagem;
- (iii) Na AF e no Feedback de qualidade.

Pretende-se abordar de forma coerente e sistemática a problemática, com sustentação na bibliografia disponível e na experiência pedagógica acumulada ao longo de décadas. Sendo uma temática recorrente, a tecnologia não substitui o professor, mas pode fazer toda a diferença, pois permite e facilita o desenvolvimento de uma aula de sucesso e atrativa.

2. TEXTO PRINCIPAL

O Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) refere como uma das ações determinantes do sucesso da prática docente que o professor organize o ensino prevendo a utilização crítica de fontes de informação diversas e das tecnologias da informação e comunicação (Martins et al., 2017).

A avaliação formativa, não sendo um conceito recente, foi sendo adaptado e sofreu ressignificações com o evoluir das teorias da aprendizagem e do conhecimento, nomeadamente o cognitivismo e o construtivismo. A primeira abordagem à avaliação formativa, feita por Scriven, em 1967, visava, numa perspetiva restrita e pouco interativa, os resultados dos alunos; quase limitada à verificação da consecução de objetivos comportamentais, assente numa conceção de aprendizagem associada à relação estímulo-resposta.

O decisivo marco histórico-concetual da avaliação formativa foi dado por Black e Wiliam (1998) que perdura e é largamente aceite pela comunidade científica. Na definição, a avaliação formativa compreende

todas as atividades realizadas pelos professores e/ou pelos seus alunos, fornecendo informação para ser usada como feedback para modificar as atividades de ensino e aprendizagem nas quais estão envolvidos.

No âmbito do projeto MAIA (Monitorização, Acompanhamento, Investigação em Avaliação), a avaliação formativa, por natureza, tem de estar integrada nos processos de ensino e de aprendizagem. Isto significa que a avaliação formativa tem de ser realizada quando os professores estão a ensinar e quando os alunos estão a aprender; ou seja, ela deve ocorrer durante os processos de ensino e aprendizagem. Assim sendo, a avaliação formativa é um processo tendencialmente contínuo que pressupõe a participação ativa dos alunos nas tarefas propostas pelos professores (Fernandes, 2021, p. 4).

A avaliação sumativa, sendo um dos pilares da avaliação pedagógica, pela sua natureza, diferencia-se por ser pontual, não fazer parte do dia-a-dia das atividades letivas e das tarefas propostas. “A avaliação sumativa permite-nos elaborar um balanço, ou um ponto de situação, acerca do que os alunos sabem e são capazes de fazer no final de uma unidade didática ou após ter decorrido um certo período” (Fernandes, 2021, p. 4).

A inserção da tecnologia digital no desenvolvimento do currículo, vem facilitar a ultrapassagem de obstáculos de natureza pedagógica e relacional; cria as condições para que a avaliação pedagógica seja integrada nos processos de desenvolvimento curricular e, desse modo, se articule com o ensino e com a aprendizagem. A tecnologia como suporte para conectar, organizar em comunidades, comunicar e partilhar materiais (Clark-Wilson et al., 2020).

A escola de futuro “Contribui para o desenvolvimento de valores e de competências nos alunos que lhes permitam responder aos desafios complexos deste século e fazer face às imprevisibilidades resultantes da evolução do conhecimento e da tecnologia” – PASEO (Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins, G. et al, 2017). Pode ser definida como um lugar onde: Os alunos aprendem as competências necessárias para o futuro e os ambientes de aprendizagem digital servem de base à aprendizagem e à educação tecnológica.

2.1. Motivação para a aprendizagem

Porventura terá sido uma das primeiras utilizações da tecnologia no âmbito da prática educativa, nomeadamente nos anos noventa do séc. XX. Agora, passados mais de trinta anos, é possível afirmar que não mudou significativamente as metodologias de ensino e nem significou a revolução cultural vaticinada.

Na atualidade, a tecnologia revela-se como uma poderosa ferramenta e uma forma de cativar os alunos para a aprendizagem. Insere-se neste campo as estratégias de ensino com recurso ao jogo, à gamificação. Estes requerem ambientes de aprendizagem devem ser explorados de forma colaborativa e serem flexíveis. O envolvimento dos jovens é muito interessante e pode permitir um maior envolvimento nas atividades letivas.

A título de exemplo, indicam-se três aplicações já experimentadas em contexto de sala de aula, com sucesso: o *Nearpod* – é uma ferramenta de apresentação colaborativa que permite que os professores se envolvam e avaliem os dados dos alunos usando os dispositivos móveis; o *Quizizz* – é uma ferramenta simples de elaboração de questionários que podem ser usados para fazer avaliação da forma de itens fechados, de escolha múltipla ou verdadeiro/falso, e que permite receber feedback imediato das aprendizagens em tempo real; e o *Kahoot* - permite criar, aplicar e partilhar os resultados de questionários (Quiz ou Survey) em sala de aula ou como complemento ao trabalho realizado, sendo que a aplicação de questionários pode ter vários objetivos, que poderão, ou não, incluir algum tipo de competição.

2.2. Promotor de melhores aprendizagens

A tecnologia como meio para desenvolver o currículo, com recurso a metodologias ativas, é a vertente essencial nesta abordagem. Os ambientes de aprendizagem digitais servem de base à aprendizagem, à inovação e à educação tecnológica.

A prática docente de mais três décadas no ensino da matemática permite ao autor afirmar, a partir de uma perceção individual, que as ferramentas digitais constituem um facilitador das aprendizagens e do desenvolvimento do currículo. Desde o início do milénio, entre outras, os professores de matemática incorporam na sua prática docente aplicações tais como: O *Cabri Géomètre* - é um software de geometria dinâmica que permite a exploração dos objetos da geometria e das suas relações; o *Geometer's Sketchpad* (GSP) - um programa de software de geometria interativa para explorar a geometria euclidiana, álgebra, cálculo e outras áreas da matemática; e, definitivamente o mais popular de distribuição gratuita, o *GeoGebra* - é um software de matemática dinâmica gratuito e multiplataforma para todos os níveis de ensino, que combina geometria, álgebra, tabelas,

gráficos, estatística e cálculo numa única aplicação. As três ferramentas fazem parte do dia-a-dia da aula de matemática e enriqueceram a prática letiva.

O quadro interativo digital tem sido uma aposta frequente e com sucesso. É uma ferramenta que permite efetuar, por exemplo, uma sondagem na sala de aula para verificar a compreensão dos alunos em tempo real, em conjugação com o Mentimeter - é uma plataforma online que permite criar apresentações interativas... ...a audiência pode responder a vários tipos de pergunta, via smartphone. São várias as possibilidades de interação e de feedback de qualidade!

2.3. Na AF e no Feedback de qualidade

Para Albrecht (1994), [...] a avaliação formativa não é uma verificação de conhecimentos. É antes o interrogar-se sobre um processo; é o refazer do caminho percorrido, para refletir sobre o processo de aprendizagem em si mesmo, sendo útil, principalmente, para levar o aluno a considerar uma trajetória e não um estado (de conhecimentos), dando sentido à sua aprendizagem e alertando-o, ao mesmo tempo, para eventuais lacunas ou falhas de percurso, levando-o, deste modo, a buscar – ou, nos casos de menor autonomia, a solicitar – os meios para vencer as dificuldades. (Abrecht, 1994, p. 19).

A avaliação formativa com recurso ao digital permite mais uma vez tornar mais eficaz o feedback a dar ao aluno, em tempo útil, de modo substancial e processos de scaffolding (andaimes) das etapas seguintes da aprendizagem a um nível de dificuldade adequado (Looney, 2019).

A utilização em larga escala de ferramentas como o *Google Classroom* - um sistema de gerenciamento de conteúdo para escolas que procuram simplificar a criação, a distribuição e a avaliação de trabalhos; ou o *Microsoft Teams* - uma plataforma que permite estabelecer comunicações unificadas nas escolas, oferecendo funcionalidades como chat, reuniões, etc.

Os *portefólios digitais*, as *plataformas digitais*, entre outras, permitem aos alunos colaborar em projetos, bem como avaliar e melhorar o trabalho conjunto. Estas são algumas das vantagens da avaliação formativa assistida por meios digitais (Pais et al., 2021).

3. CONCLUSÃO

Através da avaliação formativa com recurso à tecnologia, ao uso de ferramentas digitais, o professor pode ter uma visão sobre a aprendizagem dos alunos e adaptá-la ao ensino futuro. Também permite criar melhores conteúdos ou melhor adaptá-los para as atividades para a sala de aula. Assim, teremos alunos mais empenhados e motivados para trabalhar numa determinada tarefa.

Janet Looney (Instituto Europeu de Educação e de Política Social) afirma que a avaliação formativa com o digital eficaz pode exigir mudanças significativas de mentalidade e de práticas dos professores. Estes têm de ser capazes de identificar as práticas que funcionam melhor no seu caso e de desenvolver os seus conhecimentos especializados com novos métodos ao longo do tempo (Newsletter A@L, fevereiro 2023).

Estes diferentes apontamentos ilustram as possibilidades de integração de ferramentas digitais para apoiar os objetivos de aprendizagem, para incrementar a avaliação formativa contextualizada, tendo sempre em linha de pensamento uma escola cada vez mais inclusiva. No entanto, a transformação das práticas de avaliação não se restringe a um esforço isolado do professor, antes requer um esforço coletivo, desenvolvido em contexto de comunidades de aprendizagem (Marinho et al., 2019).

Advoga-se, assim, uma cultura de escola de aprendizagem colaborativa, de reflexão partilhada sobre as práticas profissionais docentes entre os todos os agentes educativos, nomeadamente as práticas de avaliação da aprendizagem com recurso à tecnologia digital.

4. REFERÊNCIAS

- Abrecht, R. (1994). *Em que consiste a avaliação formativa*. A avaliação formativa. Asa Editores.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Math. Educ.* 52 (7), 1223–1242. DOI <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
- Fernandes, D. (2021). *Avaliação Formativa*. Folha de apoio à formação - Projeto MAIA. Ministério da Educação/DGE.

- Looney, J. W. (2019). *Digital Formative Assessment: a review of the Literature*, Assess@Learning, European Commission. <http://www.eun.org/documents/411753/817341/Assess%40Learning+Literature+Review/be02d527-8c2f-45e3-9f75-2c5cd596261d>
- Marinho, P., Leite, C., & Fernandes, P. (2019). O Papel dos Órgãos de Gestão da Escola na Avaliação da Aprendizagem: entre a burocracia e a melhoria. *Revista Meta: Avaliação*, 11(33), 589-610. <http://dx.doi.org/10.22347/2175-2753v11i33.2177>
- Martins, G., Gomes, C., Brocado, J., Pedroso, J., Carrilho, J., Silva, L., Alves, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória. Direção Geral de Educação.
- Newsletter Assess@Learning (Fevereiro de 2023). *Capacitar os alunos através da avaliação formativa digital*.
- Pais, H., & Candeias, F. (2021). *Avaliação Formativa Digital*. Folha de apoio à formação - Projeto MAIA. Ministério da Educação/DGE.

O ENSINO DE TERMODINÂMICA COM A MEDIAÇÃO DA TECNOLOGIA E DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA

F IVANILDO DE SOUSA, T V OLIVER GONÇALVES

Universidade Federal do Pará – UFPA. Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém, Brasil
francisco.sousa@iemci.ufpa.br

Abstract

O objetivo deste texto é apresentar uma proposta de sequência didática elaborada seguindo os pressupostos da metodologia da Aprendizagem Cooperativa com a interface do recurso digital *Quizlet Live* para o ensino de termodinâmica. A sequência foi elaborada para ser desenvolvida em oito aulas de cinquenta minutos e tem como objetivo introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase na relação calor, trabalho, energia e o princípio de conservação de energia.

Keywords

Cooperative learning, *quizlet live*, Engagement.

1. INTRODUÇÃO

Conforme Pozo (2016), “embora a aprendizagem tenha melhorado em maior ou menor medida, aparentemente nos encontramos longe dos nossos objetivos” (p. 38), pois é crescente entre os professores um sentimento de frustração e inquietude, “ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes” (Pozo & Crespo, 2009, p. 15). “Há uma sensação contínua de deterioração dos espaços educativos” (Pozo *et al.*, 2006, p. 11), os estudantes aprendem cada vez menos e demonstram cada vez menos interesse pela ciência (Pozo, 2002).

Por outro lado, há também, um descompasso entre as demandas da sociedade e os processos para promoção das aprendizagens gerados pela escola em que “as exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que ela oferece sejam questionadas [...], os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma [...] ciência que só “funciona” na escola” (Ricardo, 2010, p. 29).

Não obstante, conforme Cachapuz (2000), ainda predomina uma concepção de ensino segundo a qual o conhecimento existe fora do ser e sua aprendizagem se dá de forma cumulativa, linear e absoluta mediante a atenção dos estudantes. Nesta concepção o professor atua como transmissor de um conjunto de “ideias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos) ao aluno que as armazena sequencialmente no seu cérebro [...], o professor “dá a lição”, imprime-a em arquivos de conhecimentos e pede, em troca, que os alunos usem a sua atividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações” (p. 7).

2. ORIENTAÇÕES TEÓRICAS

A seguir apresentamos brevemente os recursos propostos para o desenvolvimento da sequência didática.

2.1. Aprendizagem cooperativa

A aprendizagem cooperativa consiste em um exercício educacional realizado em pequenos grupos, as células de aprendizagem, em que os estudantes trabalham juntos visando atingir um objetivo comum (Lopes & Silva, 2009), orientados por atividades intencionalmente elaboradas e claramente designadas (Sousa & Ataíde, 2020). Uma atividade em grupo somente será cooperativa quando os cinco elementos essenciais da cooperação estiverem presentes. A **interdependência positiva** é núcleo central da Aprendizagem Cooperativa (Lopes & Silva, 2009) e será assegurada quando os estudantes compreenderem que o êxito na execução de uma tarefa somente ocorrerá se todos a concluírem com sucesso. A **interação promotora** configura-se como a oportunidade para os estudantes atuarem como sujeitos da aprendizagem e do sucesso uns dos outros. A **responsabilidade individual** consiste em que cada estudante se comprometa com sua aprendizagem e a aprendizagem dos de-

mais, bem como com o cumprimento da função designada (Sousa & Ataíde, 2020). As **habilidades sociais** são atitudes ou condutas cuja aquisição visa promover um maior nível de cooperação entre os alunos e uma maior atenção para com os professores (Sousa & Ataíde, 2020). O **processamento de grupo** é a oportunidade para que os estudantes possam se autoavaliar como sujeitos da própria aprendizagem identificando os comportamentos que contribuíram para a eficácia da equipe e estabelecendo compromissos com vistas a melhoria do trabalho em grupo (Johnson & Johnson & Holubec, 1999).

2.2. A estratégia cooperativa ETMFA

A ETMFA (Exposição introdutória, Tarefa individual, Meta coletiva, Fechamento da aula e Avaliação individual) é uma estratégia de transição da abordagem expositiva para a metodologia da Aprendizagem Cooperativa, sendo composta de cinco etapas (Matos, 2018).

A **exposição inicial** objetiva abordar brevemente o conteúdo estudado, com o intuito de mobilizar os estudantes para as etapas a seguir. Sugere-se que o tempo de exposição quando possível não ultrapasse 30% do tempo da aula. A **tarefa individual** é realizada em dois momentos: i) o conteúdo de uma unidade temática é fragmentado de acordo com o número de estudantes por célula. Cada estudante responsabiliza-se pelo material designado, ii) os estudantes compartilham com os colegas da célula suas impressões acerca do material analisado contribuindo assim com a aprendizagem uns dos outros (Matos, 2018). A terceira etapa da atividade, a **meta coletiva**, é realizada pelos estudantes em célula e lhes permitirá reunir os conhecimentos fragmentados adquiridos durante a tarefa individual. É essencial que seja um produto como um cálculo, um resumo etc. que deve ser recebido pelo professor. A quarta etapa é o **fechamento da aula** que se configura como a oportunidade para a consolidação e aprofundamento dos conceitos discutidos durante a aula (Matos, 2018). Por fim, na quinta etapa os estudantes serão submetidos a uma **avaliação individual** com feedback rápido cujo propósito é identificar as aquisições individuais de cada estudante e avaliar em que medida a cooperação foi estabelecida com sucesso.

2.3. A Plataforma Quizlet Live

O Quizlet “é uma plataforma de aprendizagem online que visa tornar o ensino e a aprendizagem mais envolventes” (Santos & Chitolina, 2021, p. 86). Dentre os diversos recursos disponíveis na plataforma, utilizamos para esta sequência o *Quizlet Live* clássico em que optamos pela opção “aleatórias” para que os estudantes fossem organizados em equipes de forma aleatória. Divididas as equipes e liberada a atividade, em cada dispositivo conectado aparecerá o nome da equipe e seus respectivos componentes. Cada membro da equipe terá acesso ao mesmo enunciado, entretanto, a resposta aceita pela plataforma constará em um único dispositivo por equipe. Para que o grupo cumpra a atividade com sucesso, o professor deve enfatizar a importância do engajamento e do compromisso de cada estudante com a tarefa, evidenciando a responsabilidade individual consigo e com os demais componentes do grupo.

3. DINÂMICA DE REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Nesta seção apresentamos a estrutura para aplicação da sequência didática de ensino.

3.1. A primeira Lei da Termodinâmica

Propomos dividir o primeiro encontro em duas etapas. Na primeira etapa, a “*Exposição inicial*”, problematiza-se os conceitos de calor e temperatura. Sugerimos a apresentação de algumas formas de energia com o fim de evidenciar a ideia de transformação e conservação, como introdução à 1ª lei da Termodinâmica. A problematização suscitará contribuições importantes para aproximar os conhecimentos prévios dos estudantes em termos científicos (Pozo & Crespo, 2009).

A segunda etapa da atividade, com a estratégia ETMFA, compreende quatro momentos. O primeiro momento, a “*Tarefa individual*”, será realizado com os estudantes em células (três membros cada). Para isso cada estudante fará a leitura de um dos fragmentos de texto: i) As máquinas térmicas, a revolução industrial e o conceito de energia; ii) A força como princípio unificador e a quantificação do fator de conversão, e iii) Primeira Lei da Termodinâmica: contexto histórico e energia.

A leitura possibilitará aos estudantes confrontarem-se com diferentes perspectivas históricas acerca do conceito de calor e compreender a ciência como uma construção humana, histórica e social que se faz pela formulação/reformulação de paradigmas (Kuhn, 1997), modelos ou aproximações do mundo real (Ricardo, 2010). Concluída a leitura, cada estudante compartilha em três minutos o que compreendeu do texto lido.

No segundo momento ou “*Meta coletiva*” as células serão orientadas a construir um mapa mental com os principais cientistas e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento do conceito de calor como forma de energia. Cada estudante deverá contribuir com no mínimo quatro subtópicos para a elaboração do mapa mental. Os mapas serão entregues ao professor que os utilizará no terceiro momento da atividade, o “*fechamento da aula*”, distribuindo-os entre as células de forma aleatória para uma breve análise a partir de um modelo prévio sugerido pelo docente.

Por fim, no encerramento da aula os estudantes realizam uma “*Avaliação individual*” a partir de uma atividade com cinco questões conceituais que contemplem as principais as definições atinentes à 1ª lei da termodinâmica. Essa atividade precisa ser entregue ao professor para posterior feedback individual com os estudantes.

3.2. A primeira Lei da Termodinâmica

Sugerimos iniciar o encontro com uma retomada dos principais conceitos abordados na aula anterior. Em seguida, a atribuição de uma atividade lápis e papel com problemas envolvendo a 1ª Lei da Termodinâmica. O professor inicia a resolução a partir de itens chaves, porém, aos estudantes deve ser dado tempo para se debruçarem sobre as questões, resolvendo-as de forma autônoma e cooperativa. Enquanto os estudantes trabalhavam em suas células, o professor monitora a execução da atividade dando e recebendo feedbacks individuais e coletivos.

Para a última etapa da aula indicamos como possibilidade *Quizlet Live* clássico. Para o uso deste recurso o professor precisa criar previamente os termos e definições que comporão os itens gerados posteriormente gerados pela plataforma durante a realização da atividade.

Para a implementação da proposta sugerimos que após o acesso dos estudantes à plataforma o professor configure os grupos no máximo quatro membros cada. Feito isto, o professor libera a atividade orientando os estudantes que as equipes já foram formadas e que eles devem circular pela sala para encontrar os companheiros da equipe e realizar a tarefa. Cada membro da equipe terá acesso a mesma questão, porém a resposta correta constará em apenas um dispositivo por equipe. Dessa forma, eles precisam desenvolver a capacidade de interagir entre si/interdependência positiva.

Enquanto os estudantes realizam a atividade o professor, monitora o trabalho dos grupos, mobilizando-os, dando e recebendo feedback do andamento da tarefa. A aula será concluída com a realização do processamento de grupo/autoavaliação dos estudantes.

3.3. A segunda Lei da Termodinâmica

O terceiro encontro terá início com uma breve discussão acerca da 1ª Lei da Termodinâmica ressaltando suas limitações em estabelecer um sentido para o fluxo de calor, bem como um limite para que esse processo aconteça. As discussões aqui estabelecidas devem objetivar despertar nos estudantes a compreensão de que é impossível a construção de uma máquina térmica que transforme integralmente calor em trabalho.

Para a primeira etapa da aula, sugerimos uma problematização acerca da 2ª Lei da Termodinâmica. Ainda nessa etapa, organizada em quatro momentos, indicamos a leitura do fragmento de texto, Sadi Carnot: caminhos para o enunciado da segunda Lei da Termodinâmica. O texto deve ser dividido em três partes de modo que cada estudante possa realizar a leitura individual de uma delas. Após a leitura o professor organiza para que estes compartilhem com os companheiros da célula suas impressões sobre o assunto abordado.

Por fim, o segundo momento da atividade, a “*Meta coletiva*”, consistirá na elaboração de um mapa conceitual a partir de um modelo impresso entregue pelo professor. Cada célula receberá um anexo com uma lista de conceitos envolvendo a 1ª e 2ª lei da termodinâmica para serem inseridos no mapa.

Para o “*Fechamento da aula*” os mapas podem ser compartilhados e cada célula se responsabilizaria pela correção de um mapa conceitual. Esse momento, mediado pelo professor, é potencialmente rico, pois possibilita aos estudantes fazerem “contribuições substantivas, trazendo elementos significativos, relacionados aos tópicos em discussão” (Sasseron & Souza, 2019, p. 142).

Como proposta para o encerramento do terceiro encontro propõe-se uma “*Avaliação Individual*” composta de dez itens que abrangem os conceitos atinentes à 1ª e 2ª lei da Termodinâmica. Salientamos a necessidade de um feedback rápido e individual quanto as aquisições de cada estudante.

3.4. Encerrando a unidade didática

No quarto encontro, composto de três etapas, se dará o encerramento da unidade temática. Para tanto, deve ser iniciado fazendo-se um apanhado geral dos principais conceitos tratados até o momento. Em seguida, com o intuito de aprimorar os conteúdos conceituais e procedimentais (Pozo & Crespo, 2009), uma atividade lápis e papel pode ser atribuída para discussão em grupo, cuja resolução preparará os estudantes para a atividade cooperativa com a ferramenta *Quizlet Live*.

Finalmente, sugerimos para encerrar a unidade temática a utilização do *Quizlet Live* clássico. Por se tratar de uma atividade com maior complexidade, será necessário monitorar a realização da tarefa com maior afincamento, observando aqueles grupos com dificuldades, fazendo perguntas mobilizadoras e oferecendo suporte à superação de possíveis obstáculos. Akey (2006) pondera que quando os estudantes têm a oportunidade de pensar juntos, são mais receptivos às atividades desafiadoras e, portanto, se engajam mais intensamente nas tarefas. Para a autora “os alunos gostam de aprender mais e são mais propensos a participar das tarefas escolares quando seus professores empregam estratégias pedagógicas ativas” (p. 9), sendo a cooperação entre colegas associada ao maior engajamento e maior aprendizagem.

Para finalizar a aula sugerimos a realização do processamento de grupo, momento ímpar para que os estudantes possam avaliar o trabalho individual e da célula, identificando os comportamentos e posturas que não contribuíram para o bom andamento do grupo, comprometendo-se em melhorá-los.

4. REFERENCIAIS

- Akey, T.M. (2006). School Context, Student Attitudes and Behavior, and Academic Achievement: An Exploratory Analysis (pp. 1-52). MDRC.
- Cachapuz, A.F., Praia, J.F., and Jorge, M.P. (200) Perspectivas de ensino de ciências. Perspectivas de ensino (pp. 1-79). Porto: Eduardo & Nogueira LTDA.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., and Holubec, E.J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Buenos Aires: Editorial Paidós SIF.
- Kuhn, T.S. (1997). A estrutura das revoluções científicas. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A.
- Lopes, J.; Silva, H.S. (2009). Aprendizagem cooperativa da sala de aula: um guia prático para o professor. Lisboa: Lidel.
- Matos, C.G.A. (2018). Aprendizagem Cooperativa em sala de aula na EEEP Alan Pinho Tabosa - CE e sua relação com uma cultura de paz, sob a ótica das juventudes (pp. 96). Fortaleza: UFC
- Pozo, J.I. (2002). Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem. Porto Alegre: Artmed.
- Pozo, J.I. (2016). Aprender em tiempos revueltos: la nueva ciencia del aprendizaje. Madrid: Alianza editorial.
- Pozo, J.I. *et al.* (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. In: _____. Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos (pp. 95-134). Barcelona: Graó.
- Pozo, J.I.; Crespo, M.A.G.A. (2009). aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Ricardo, E.C. (2010). Problematização e contextualização no ensino de Física. Ensino de Física (pp. 29-47). São Paulo: Cengage Learning.
- Santos, G.B.; Chitolina, M.R. (2021). A plataforma Quizlet como promotora de ensino e aprendizagem modernos. In: Lunardi, L.; Rakoski, M.C.; Forigo, F.M. Ferramentas digitais para o ensino de Ciências da Natureza. Bagé: Editora Faith.
- Sasseron, L.H.; Souza, T.N. (2019). O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. Investigações em ensino de Ciências (pp. 139-153).
- Sousa, F.I.; Ataíde, P.A. (2020). O estudo do comportamento dual da luz com a mediação da aprendizagem cooperativa: uma análise qualitativa do efeito fotoelétrico. Experiências em Ensino de Ciências (pp. 395-410). Mato Grosso.

PROYECTO ERASMUS+: GENERACIÓN PARA LA INNOVACIÓN, RESILIENCIA, LIDERAZGO Y SOSTENIBILIDAD

A QUEIRUGA-DIOS^{1,3}, MJ SANTOS SÁNCHEZ^{2,3}

¹*Departamento de Matemática Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial, Universidad de Salamanca, Béjar, Salamanca, España*

²*Departamento de Física Aplicada. Facultad de Ciencias, e*

³*Instituto de física Fundamental y Matemáticas (IUFFyM), Universidad de Salamanca, España*

queirugadios@usal.es

Abstract

El proyecto *GIRLS, Generación para la innovación, resiliencia, liderazgo y sostenibilidad ¡Que empiece el juego!*, se presenta como una propuesta de 7 socios de 4 países diferentes, para promover, en Educación Superior varios aspectos docentes, importantes en Europa, tales como la inclusión y la diversidad, la igualdad, la transformación digital y los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Se trata de un proyecto planteado como un juego, ya que se parte de la base de que la mejor forma de aprender es “haciendo”, en este caso “jugando”. Actualmente, muchos docentes utilizan en sus clases metodologías activas innovadoras para motivar y enganchar a los estudiantes en su propio aprendizaje, por un lado, y para alcanzar aprendizajes más significativos, por otro. Pero este no es el caso de la educación superior, donde no es tan común cambiar el sistema clásico de las clases magistrales. En el proyecto GIRLS se promueve la utilización de metodologías activas en educación superior.

En el proyecto GIRLS se potencia la utilización de cuatro metodologías: aprendizaje basado en investigación, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje basado en competencias y aprendizaje-servicio.

Keywords

Aprendizaje-servicio, innovación, educación superior, sostenibilidad.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación persigue dos temáticas diferentes, pero claramente relacionadas. Por un lado, la participación en un proyecto Erasmus+ y por otro las actividades y resultados que se desarrollarán durante el mismo.

Los proyectos europeos tienen un formato y vocabulario propios, que resultan sobradamente conocidos para las instituciones que tienen experiencia en proyectos, ya sean de ámbito regional, nacional o europeo. Términos como paquetes de trabajo, tareas, o subtareas son comunes a los tres, pero otros como el Programa, la Acción o las prioridades son específicos de los proyectos Erasmus+.

El programa Erasmus+ se centra en los ámbitos clave de la educación, la formación, la juventud y el deporte, y busca tener un impacto cualitativo tanto en las instituciones que participan directamente, como en el público en general y contribuir a crear sociedades más inclusivas y cohesionadas, más ecológicas y adaptadas al mundo digital (Erasmus+ Guía del Programa, 2023).

El objetivo general del Programa es apoyar el desarrollo educativo, profesional y personal de las personas, dentro de Europa y fuera de su territorio, contribuir al crecimiento sostenible, al empleo de calidad y a la cohesión social, además de a impulsar la innovación y a fortalecer la identidad europea y la ciudadanía activa. Se distinguen tres acciones dentro del Programa Erasmus+:

1. Acción clave 1: Movilidad educativa.
2. Acción clave 2: Cooperación entre organizaciones e instituciones
3. Acción clave 3: Respaldo al desarrollo de políticas y a la cooperación.

Dentro de la Acción clave 2, se contemplan a su vez diferentes acciones, tales como:

- Asociaciones para la cooperación.
- Asociaciones de excelencia.
- Asociaciones para la innovación.
- Proyectos de desarrollo de capacidades.
- Acontecimientos deportivos europeos sin ánimo de lucro.

Un aspecto importante de un proyecto competitivo es la definición de sus objetivos, que deben estar claramente definidos y ser coherentes con todo el proyecto en su conjunto. Además, las metas y resultados que se obtendrán una vez finalizado el proyecto, serán acordes a esos objetivos.

2. UNA PROPUESTA ERASMUS+

Cuando un grupo de trabajo se plantea solicitar un proyecto dentro de la convocatoria Erasmus+ debe tener en cuenta las particularidades de la convocatoria. Los objetivos de la propuesta deben estar en línea con las prioridades nacionales y europeas.

La temática de la propuesta puede ser muy diversa y también la forma de afrontarla: desde trabajar la evaluación de las competencias matemáticas en estudiantes de ingeniería (Queiruga-Dios et al., 2019; Rasteiro and Caridade, 2020; Richtarikova, 2020), hasta algo tan diferente como la incorporación de metodologías activas y nuevas iniciativas docentes en educación superior (Cardo García et al., 2023).

3. EL PROYECTO ERASMUS+ GIRLS

El proyecto *GIRLS*, se presentó en la convocatoria de Erasmus+ de la acción clave 2 en educación superior, en 2022. Se muestra en la Fig. 1 el logotipo del proyecto con sus siglas en inglés: “*GIRLS – Generation for innovation, resilience, leadership and sustainability. The game is on!*” (coinciden las siglas en español e inglés).



Figura. 1. Logotipo, acrónimo y título del proyecto GIRLS (cuyas siglas coinciden en español y en inglés).

Con el proyecto se busca afrontar los desafíos sociales y académicos mediante el desarrollo de metodologías activas en las que el estudiante es el centro de su propio aprendizaje (Santos et al., 2018); se promueve el aprendizaje permanente tanto de profesores como estudiantes de grado y postgrado y ofreciendo para estos el reconocimiento de créditos por las actividades desarrolladas durante el proyecto. Además de la incorporación del desarrollo sostenible, se utilizarán durante todo el proyecto enfoques interdisciplinarios y pedagogías innovadoras, como el aprendizaje internacional colaborativo en línea, el aprendizaje basado en la investigación, el aprendizaje basado en juegos y el aprendizaje-servicio.

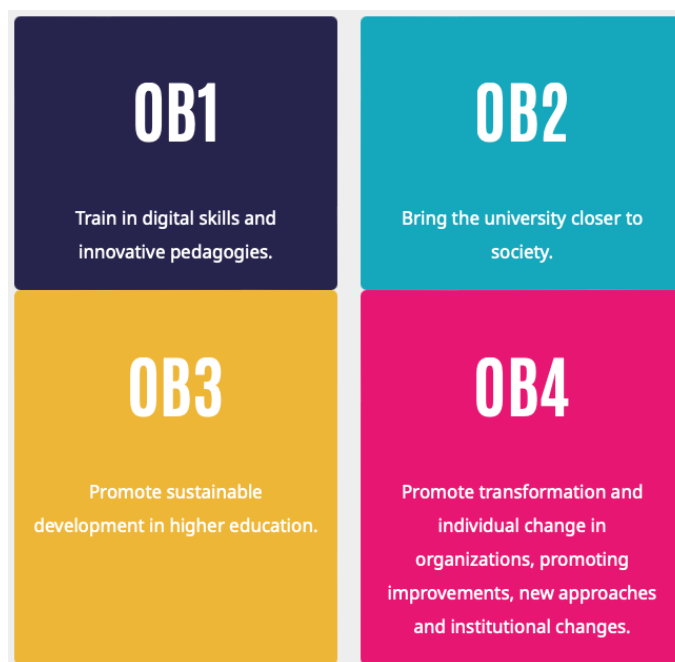


Figura 2. Esquema de objetivos que se pretenden lograr a través del proyecto GIRLS.

Concretamente, los objetivos que se han propuesto son (Fig. 2):

- OB1: Formar en competencias digitales y en pedagogías innovadoras.
- OB2: Acercar la universidad a la sociedad.
- OB3: Impulsar el desarrollo sostenible en educación superior.
- OB4: Propiciar la transformación y el cambio individual, así como el de las organizaciones, dando lugar a mejoras, nuevos enfoques y cambios institucionales.

La diferencia con otras propuestas es que esta está planteada como un juego, con los siguientes paquetes de trabajo (que representan los elementos de un juego):

1. Gestión del Proyecto.
2. El tablero.
3. Las reglas del juego.
4. La partida.
5. Game over!

Los resultados que se han propuesto en el proyecto están relacionados con la temática del juego, lo que añade valor añadido al proyecto.

En estos proyectos europeos todas las salidas intelectuales deben estar en abierto, además de darles la máxima difusión posible, pues un aspecto básico es la difusión de los mismos. Por ello se ha creado una página web (<https://girlsproject.eu>) en la que se vuelca la información más relevante, además de generar un perfil en redes sociales como Twitter e Instagram (@girlseuproject).

El proyecto tiene una duración de 3 años (del del 01 de septiembre de 2022 al 31 de agosto de 2025) y están implicados siete socios de cuatro países diferentes: Instituto Politécnico de Coímbra (Portugal), la Universidad Francisco de Vitoria (España), el Consejo superior de Investigaciones Científicas – CSIC (España), la Universidad Técnica de Ingeniería Civil de Bucarest (Rumanía), la Agrupación Española de entidades de Lucha Contra la Leucemia y Enfermedades de la Sangre, el Colegio Marista Champagnat (Salamanca, España), la Universidad Vasco de Quiroga (México) y Universidad de Salamanca (España) (Fig. 3). Entre ellas hay cinco Universidades europeas (IPC, UTCB, UFV, UVAQ y USAL), un centro de investigación (CSIC), un centro de educación primaria y secundaria (Maristas) y una asociación (AECLÉS). Como ya se ha mencionado, uno de los resultados previstos es la realización de proyectos de Aprendizaje- Servicio, en los cuales es clave la implicación de las asociaciones del entorno cercano.



Figura 3. Logotipos de las instituciones que participan en el proyecto GIRLS.

El proyecto comenzó con un encuentro de todos los participantes, en que se impartieron diversos seminarios sobre las metodologías innovadoras base del proyecto, creándose un curso en *Studium* (Moodle de la USAL) con todo el material disponible (Fig. 4).

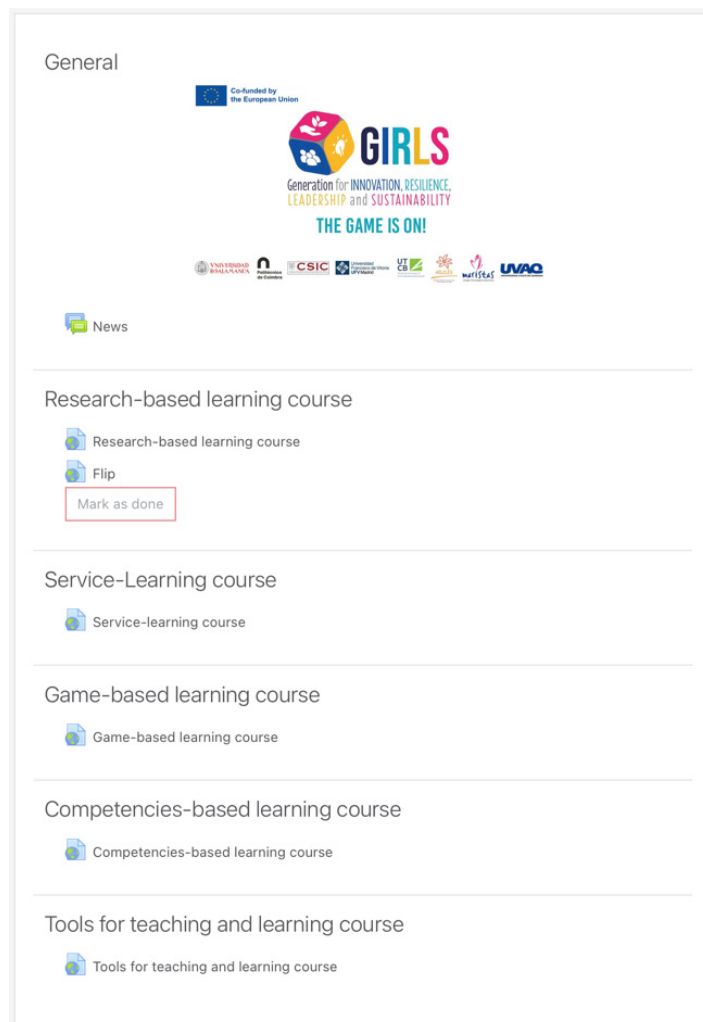


Figura 4. Imagen del curso en *Studium* (Moodle de la USAL) elaborado para la formación en las metodologías innovadoras base de proyecto GIRLS.

Dentro de las actividades iniciales se ha colaborado en la organización del congreso: II congreso ODS MUPES (https://girlsproject.eu/wp-content/uploads/ProgramaIICongrODS_MUPESv5.pdf) pues otro de los pilares, junto con el Aprendizaje-Servicio, son los ODS (Fig. 5).



Figura 5. Logotipo del II congreso ODS MUPES.

Además, están en preparación Trabajos Fin de Máster sobre ODS, dentro del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas (MUPES), pues una de las claves es la formación de los futuros docentes en las metodologías que abarca el proyecto.

4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del proyecto Erasmus+ GIRLS “Generación para la innovación, resiliencia, liderazgo y sostenibilidad. ¡Que empiece el juego!” (Ref. 2022-1-ES01-KA220-HED-000089166). El proyecto GIRLS está cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea. El contenido de esta nota de publicación es responsabilidad exclusiva de las autoras y ni la Comisión Europea, ni el Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE) son responsables del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.



5. REFERENCIAS

Erasmus+ Guía del Programa, Versión 2 (2023): 21-12-2022.

García Cardo, S., Queiruga-Dios M., y Queiruga-Dios, A. (2023). Comparative study of accompaniment programs for undergraduate degree students in Spanish universities. *Frontiers in Psychology*. En prensa.

Queiruga-Dios, A., Encinas, A.H., Demlova, M., Dias Rasteiro, D., Rodríguez Sánchez, G., y Santos Sánchez, M.J. RULES_MATH: Establishing assessment standards. In 10th International Conference on European Transnational Education (ICEUTE 2019), 235-244. Springer, Cham. ISBN 978-3-030-20004-6

Rasteiro, D.M.L.D., y Caridade, C.M.R. (2020) Assessing knowledge and competencies: RULES_MATH project's effects at ISEC. In *International Conference on Mathematics and its Applications in Science and Engineering (ICMASE 2020)*, 51-60.

Richtarikova, D. (2020). Mathematical competency oriented assesment – RULES_MATH guides on complex numbers. In *International Conference on Mathematics and its Applications in Science and Engineering (ICMASE 2020)*, 30-41.

Santos, M. J., Prieto, C., y Merchán, M. D. (2018). Innovación en la enseñanza de física y química: aprender haciendo. *Editora: Carmen López Esteban. Innovar en las aulas. Modelos y experiencias de innovación educativa en el Master de Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Colección: Aquilafuente, (247), 37-50.*

LA ESCUELA DE TEATRO Y CINE MUDIC COMO HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS STEAM

MC PEREA, J SERNA, MC RIQUELME, R MARTÍNEZ, J PARRES

MUDIC-VBS-CV, Orihuela, España

director@mudic.es

Abstract

Presentamos la escuela de teatro y cine del MUDIC como una herramienta para desarrollar e implementar proyectos STEAM. Partimos de que STEAM fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Todo ello queremos llevarlo a cabo a través de experiencias de aprendizaje inclusivas. Teniendo en cuenta que el hecho teatral y la ciencia comparten la necesidad de poder explicar la vida y dar respuesta a los grandes enigmas que nos rodean. Así como, el cine, nace del afán del ser humano por representar la realidad tal cual la ve y, por capturar el movimiento vertiginoso de la vida.

Keywords

Teatro y cine científico, STEAM, educación inclusiva, educación secundaria.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de Teatro Científico, MUDIC TEATRO -LOS SIN BATA-, surge en 2011 de las inquietudes pedagógicas de los profesores de ciencias de los institutos de la ciudad de Orihuela, de los componentes de la Fundación Hipatia de Alejandría y de la junta directiva del MUDIC. Dos años después se incorpora la escuela de cine. Esta escuela de teatro y cine es una de las actividades realiza en pro de alcanzar alguno de sus principales objetivos: promover el intercambio de experiencias educativas dentro del ámbito de las ciencias en todas las etapas de la enseñanza; colaborar en la formación de la comunidad educativa en el ámbito de las ciencias, con carácter transversal e innovador; potenciar la colaboración con los recursos educativos, culturales y sociales, así como, contribuir, desde su ámbito de actuación, a promover la educación en la diversidad, la igualdad y la cooperación solidaria.

Por ello, dado el papel que a lo largo de la historia, tanto el teatro como el cine, han jugado en la educación, aspecto que analizaremos en las dos próximas secciones, hemos considerado que son una herramienta muy adecuada para llevar a cabo proyectos STEAM (acrónimo del inglés de ciencia, tecnología ingeniería, arte y matemáticas). En la sección 4 veremos cómo se desarrollan los proyectos STEAM de teatro y cine en el MUDIC y, presentaremos un ejemplo de cada uno de ellos.

2. EL TEATRO EN LA EDUCACIÓN Y EN EL MUDIC

La Dramatización es necesaria en el proceso educativo. La historia del teatro es paralela a la historia de la humanidad, en general, y a la historia de la educación en particular (Sánchez Gala, 2016). Desde el siglo XVI hay constancia del uso del teatro escolar, concretamente, el teatro jesuítico concebido como un auxiliar pedagógico con una doble función académica y ascético espiritual. El teatro en la educación es un medio muy adecuado para conseguir la integración de los contenidos y experiencias curriculares dado que se trata de un lenguaje total (Cutillas Sánchez, 2015). Sin embargo, aunque en la escuela de teatro del MUDIC se abordan contenidos curriculares de secundaria, nos encontramos en un entorno de educación no formal y nuestra propuesta se acerca a considerar una aproximación más cercana a (Robles et al, 2004), es decir, la escuela de teatro como instrumento para una formación integral de la persona. El proyecto científico-cultural está realizado por adolescentes para ser representado para todos los públicos pero especialmente ante adolescentes, y junto a la temática científica aborda temas de actualidad y de intensa preocupación en nuestra sociedad como son la crisis sanitaria, social y económica marcada por la pandemia derivada por la Covid-19, el acoso escolar, la violencia de género en la adolescencia o la atribulada situación de los refugiados. Y todo ello sin olvidar nuestra cultura y legado artístico-patrimonial.

3. CINE EN LA EDUCACIÓN Y EN EL MUDIC

El cine en la educación podemos encontrar libros y artículos que estudian e investigan al respecto. Sin embargo, lo más habitual es encontramos básicamente dos tipos de actuaciones: el conocimiento del medio cinematográfico que puede ser integrado en diversas asignaturas y, el cine como recurso didáctico (Ruiz-Rubio, 1994), empleos y experiencias de esta segunda actuación pueden ser los ciclos de cine educativo a través de los cuales se puede conocer, acercarse y reflexionar sobre una temática concreta (Pérez Parejo, 2010).

De la conjunción del cine como ciencia y cultura surge MUDIC CINE. Un taller en el que sus alumnos -adolescentes inquietos y curiosos- utilizan el cine para expresar sus sentimientos, sus inquietudes artísticas y culturales, a la vez que descubren otra manera de mirar la sociedad y de acercarse a la ciencia. MUDIC CINE, por otro lado, acerca a sus alumnos al cine como oficio, como pasión e, incluso, como experimento.

4. EL CINE Y EL TEATRO COMO HERRAMIENTA STEAM

Consideramos que el cine y el teatro pueden jugar un papel muy importante en el desarrollo de un proyecto STEAM porque nos permiten: promover la creatividad, el pensamiento creativo, que es esencial para la innovación y la resolución de problemas en las disciplinas STEM; desarrollar habilidades de comunicación, las cuales son esenciales en muchas disciplinas STEM, como la presentación de ideas y resultados de investigaciones; fomenta el trabajo en equipo; promueve el aprendizaje experiencial y representar situaciones complejas de la vida real, lo que permite a los estudiantes experimentar con problemas y soluciones de la vida real; fomentan la comprensión emocional. Además, es una forma de conectar e integrar las disciplinas de ciencias y arte bajo el paraguas de la experiencia de trabajo STEAM, al igual que (Queiruga-Dios et al. 2021) empleando Aprendizaje Basado en Proyectos.

A continuación, presentamos la descripción de una experiencia de trabajo STEAM a través del teatro y otra a través del cine. En ambos casos, con temática científica relacionada con el medio ambiente y, con temas sociales, en el caso del teatro, abordando el tema de los refugiados y, en el caso del cine las relaciones personales y sociales en adolescentes.

4.1. Ejemplo de experiencia en teatro MUDIC

A los integrantes del grupo se les propone trabajar alrededor del mar en el que viven: el mar Mediterráneo. Concretamente, abordar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 relacionados con el mar, tanto desde el punto de vista científico, es decir, el mar como ecosistema marino que está sufriendo cambios debido al cambio climático, y los aspectos relacionados con el objetivo de agua limpia y saneamiento, así como, desde el punto de vista social relacionado con fin de la pobreza, que nos lleva a tratar el problema de los refugiados e inmigrantes que llegan desde el Mediterráneo.

Una vez que han abordado la parte científica y han desarrollado las diferentes actividades y experiencias científicas que les permiten adentrarse en la temática propuesta, los alumnos pasan a presentar los resultados, reflexiones y conclusiones a través del teatro. En este caso, van a llevar a cabo la presentación a través de la obra de teatro “Una cuestión de suerte” que es la adaptación que ellos mismos realizan de un cuento de Nabokov, a través del cual abordan el tema de los refugiados, así como, la forma de transformar agua salada, del mar, en agua potable, las consecuencias que el Mediterráneo sufre a causa del cambio climático. La obra fue estrenada en la XXXIII Muestra de Teatro escolar ciudad de Orihuela, 2019. Además, la obra se utiliza se representa en pueblos y centros escolares para poder ser utilizada como punto de partida de un coloquio-debate y reflexiones sobre los objetivos de desarrollo sostenible abordados a través de la representación teatral. En Fig. 1 puede verse el cartel de un municipio en el que se representó la obra.



Figura 1. Cartel anunciador de actividades de divulgación científica, entre la que aparece la representación de teatro.

4.2. Ejemplo de experiencia en cine MUDIC

Siguiendo una metodología similar al del teatro, aunque en este caso los guiones van a ser originales y, tras siete cursos realizando diversos cortometrajes y trabajos audiovisuales, el grupo de MUDIC CINE desarrolla el proyecto en formato webserie ODS-TEAM. Este proyecto narra las aventuras de un grupo de chicas adolescentes que deciden unirse en busca de un objetivo común: conseguir un mundo y un futuro mejor, sostenible para todos. Para desarrollar el proyecto, en primer lugar se informarán e investigarán sobre cada uno de los temas que va a abordar y desarrollarán actividades experimentales. A continuación

Las protagonistas entablarán amistad y fundarán el ODS-TEAM o el "Equipo de Objetivos de Desarrollo Sostenible", mediante el que procurarán concienciar para solventar algunos de los principales problemas de la actualidad. La ciencia y las diferentes aventuras que emprendan, les ayudarán a forjar su amistad, reforzar su identidad, e incluso para iniciarse en el amor.

La primera temporada que han llevado a cabo consta de cuatro episodios. Y, al igual que en otros proyectos anteriores, la mujer tendrá un papel primordial en esta serie. Uno de nuestros objetivos es, precisamente, visibilizar a la mujer en la ciencia así como situarla como protagonista de los cambios y el progreso. El primer episodio estará dedicado al cambio climático; en el resto de episodios se reflexionará sobre metas como el acceso universal a la energía o el fin a la discriminación y al hambre.

ODS-TEAM es una webserie hecha por adolescentes para adolescentes. Muestra sus inquietudes de una manera cercana y veraz, atractiva, comprensible para el alumnado de secundaria, concienciando desde la ciencia y desde la adolescencia.

En la Fig. 2 podemos ver el cartel de la presentación de la web serie.



Figura 2. Cartel estreno de la web serie Eco Girls.

5. REFERENCIAS

- Cutillas Sánchez, V. (2015). Teatro y la pedagogía en la historia de la educación. *Tonos digital. Revista de Estudios Filológicos*. (28)1-31. <http://www.tonosdigital.es/ojs/index.php/tonos/article/view/1215/745>.
- Queiruga-Dios, M. A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., y Vázquez-Dorrío, J. B. (2021). Implementation of a STEAM project in compulsory secondary education that creates connections with the environment. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 871-908. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925475>.
- Pérez Parejo, R. (2010). Cine y Educación: explotación didáctica y algunas experiencias educativas. II Congrès Internacional de DIDÀCTIQUES. <http://www2.udg.edu/portals/3/didactiques2010/guiadiii/ACABADES%20FINALS/111.pdf>
- Robles Gavira, G. y Civila de Lara, D. (2004). El taller de teatro: una propuesta de formación integral. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(3),1-9. <https://doi.org/10.35362/rie3433052>.
- Ruiz-Rubio, F. (1994). Cine y enseñanza. *Comunicar*, 3, 74-80. <https://doi.org/10.3916/C03-1994-10>
- Sánchez Gala, M.D. (2016). Teatro y Educación. Disponible en: <https://silo.tips/download/teatro-y-educacion-m-dolores-sanchez-gala>.

EDUCACIÓN STEAM MEDIANTE JUEGOS DE MESA PARA EL GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA

C HUIDOBRO, A TORRALBA-BURRIAL, JM MONTEJO BERNARDO

Dpto. Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo, Asturias, España

huidobrocovadonga@uniovi.es

Abstract

Las asignaturas de didáctica de las ciencias no figuran entre las favoritas de los estudiantes del Grado en Maestro en Educación Primaria. Por ello, han de buscarse recursos atractivos (y que les sean válidos en su futura labor docente) para acercárselas. Se describe aquí la adaptación de cuatro populares juegos de mesa para trabajar sobre la tabla periódica (*Batalla naval química*) o reacciones químicas sencillas (*Reacciones primarias*), conocer personajes relevantes de la historia de la ciencia (*Quién es quién científico*) y descubrir las partes de la célula (*Cell Go!*).

Keywords

Ciencias Experimentales, Educación Primaria, Formación de Docentes, Juegos Didácticos.

1. INTRODUCCIÓN

El alumnado del Grado en Maestro en Educación Primaria muestra, en general, predisposición baja e interés escaso hacia las asignaturas de didáctica de ciencias experimentales, en las que se incluyen temáticas de biología, física y química, argumentando que no las entienden (García-Carmona y Cruz-Guzmán, 2016; Greca *et al.*, 2017), si bien algunos trabajos suavizan esta actitud negativa y señalan que depende de los contenidos específicos de la asignatura (Arnau-Amat, 2017; Brígido *et al.*, 2013; Retana-Alvarado *et al.*, 2019), mejorando con la implementación de metodologías didácticas más prácticas (Dávila Acedo *et al.*, 2015). Dicha actitud se ampara en su condición de estudiantes “de letras” y en un bajo conocimiento de contenido de ciencias (Montejo-Bernardo, 2018; Verdugo-Perona *et al.*, 2019; Vilchez-González *et al.*, 2015).

Por ello, a la hora de acercarlos estas materias, debe procurarse que tanto los recursos como la metodología empleados sean lo más atractivos y asequibles posible, siéndoles útiles para su futura labor docente.

A este respecto, metodologías que incorporen una formación lúdica de docentes en la didáctica de las ciencias experimentales, como el uso de juguetes y juegos científicos facilita captar su atención, despertar su interés y su motivación por la ciencia, por aprenderla y por enseñarla (Torralba-Burrial *et al.*, 2020). Entre ellos, los juegos de mesa son de los recursos más empleados en educación (Gonzalo-Iglesia *et al.*, 2018). Con una adecuada adaptación permiten trabajar diversos campos científicos en las ciencias experimentales y las matemáticas (Melo-Herrera y Hernández-Barbosa, 2014; Smith y Munro, 2009; Franco-Mariscal *et al.*, 2010; Benito-González y Giovanni-Madonna, 2015). La reinterpretación de juegos de mesa populares es una estrategia didáctica que busca el equilibrio entre expectativas curriculares y actividades lúdicas, para facilitar el aprendizaje.

En este trabajo se presentan cuatro juegos desarrollados en el Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Oviedo, con los que se pretende acercar esta didáctica y algunos contenidos científicos al alumnado del Grado en Maestro en Educación Primaria.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS JUEGOS

Los cuatro juegos se basan, en mayor o menor medida, en juegos de mesa muy conocidos y que presentan reglas sencillas. Si bien están diseñados originalmente para ser empleados con alumnado de 3^{er} curso del Grado en Maestro en EP, se pueden adaptar fácilmente para su utilización en otros niveles educativos, desde Primaria a Bachillerato.

2.1. Batalla naval química

Basado en el conocido juego *de Hundir la flota*. Diseñado originalmente para acercar la tabla periódica a estudiantes de Primaria en La Semana de la Ciencia del año 2018, posteriormente se adaptó para el Grado. El tablero de juego habitual se sustituye por una tabla periódica, y los barcos por material de laboratorio (Fig. 1). Para la colocación de la flota se han de seguir una serie de instrucciones que requieren saber interpretar la información que aparece recogida en cada una de las casillas de la tabla periódica. Para realizar un disparo hay que indicar el nombre, el símbolo y el número atómico de la casilla (elemento químico) a la que se dispara. Los disparos realizados (acertados o fallados) y recibidos se marcan con tapones de laboratorio de distintos colores.

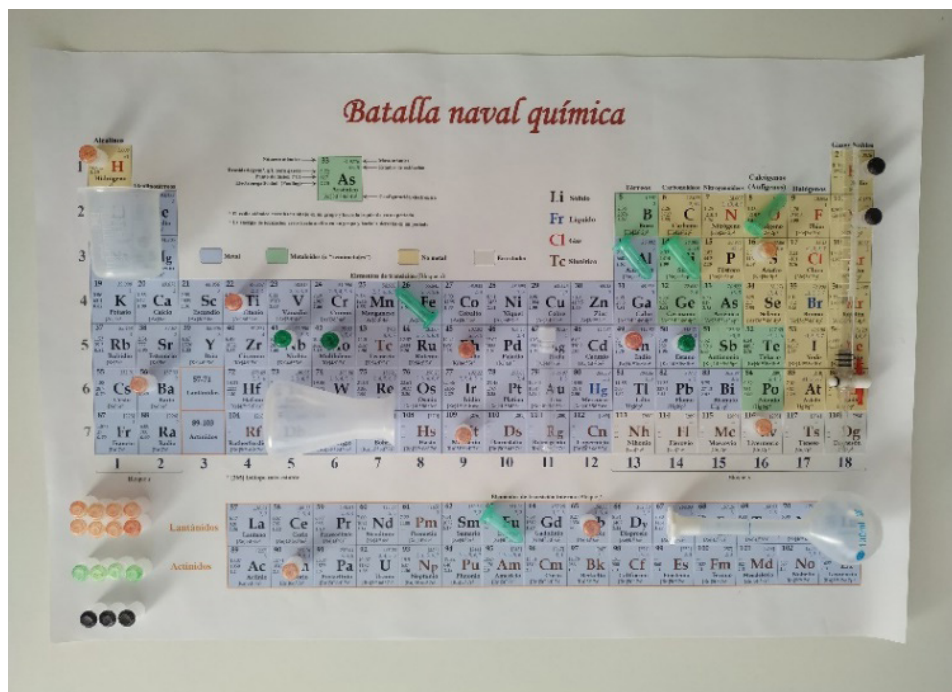


Figura 1. Tablero, barcos y disparos de Batalla naval química.

El alumnado se distribuye en dos equipos, consensuando la colocación de los barcos y la selección de la casilla del disparo. La duración de una partida es de unos 20 minutos.

El juego ha tenido muy buena acogida entre el alumnado. Permite repasar de una forma diferente conceptos como el número atómico, los enlaces químicos, la clasificación de los elementos según su carácter metálico, el nombre de los elementos químicos más comunes, etc. Con su uso ha mejorado el rendimiento académico del alumnado (Montejo-Bernardo y Fernández-González, 2021).

2.2. Quién es Quién científico

En este caso la fuente de inspiración ha sido el juego *¿Quién es Quién?*, pero sustituyendo a los personajes por rostros de científicos de renombre en química, física, biología, medicina, astronomía o matemáticas. Fue diseñado originalmente para utilizarlo con estudiantes de Primaria en la Semana de la Ciencia del 2018, empleando tarjetas de tamaño A4, distribuyéndose el alumnado en dos equipos.

Su adaptación e implantación en el Grado vino motivada por los pobres resultados al preguntar al alumnado por el nombre de algún científico o científica, tanto nacional como internacional (curso 2019/2020: Tabla 1).

Tabla 1. Porcentajes de respuestas en blanco. 112 estudiantes. Curso 2019/2020.

Cuestión: Dime el nombre de...	%
un científico extranjero, que no sea A. Einstein	23
una científica extranjera, que no sea M. Curie	82
un científico español	52
una científica española	76

Para la versión en el aula, se juega con un fichero de PowerPoint en el que se incluye el rostro de los científicos (ese es el tablero de juego). El alumnado se distribuye en dos equipos y se emplean dos ordenadores (o en un solo equipo y compiten contra el profesor, que proyecta su tablero en la pantalla del aula). La duración de una partida es de unos 10 minutos. A las imágenes de los científicos se han añadido tres iconos informativos: una medalla Nobel si ganó de dicho premio, una bata blanca si sus principales trabajos son de tipo experimental y un lápiz si lo son de tipo teórico (Fig. 2). Se eligieron científicos de acuerdo con su relevancia y posibilidades de irlos separando en grupos de tamaño similar mediante preguntas relacionadas con aspectos científicos (¿ganó un premio Nobel?, ¿trabajó en Química?, ¿es experimental?) o de apariencia (¿tiene barba?, ¿lleva corbata? ¿es calvo?). La primera versión del juego solo incluía científicos hombres, mientras que se está trabajando en una nueva versión con una proporción sexual no sesgada. El juego tiene muy buena aceptación entre el alumnado.



Figura 2. Tablero de juego (imagen en PowerPoint) del Quién es Quién científico.

2.3. Reacciones Primarias

No se basa específicamente en ningún juego de mesa en concreto, pero sí que sigue la tónica general de los juegos de cartas en los que cada jugador trata de alcanzar ciertos logros con las cartas de su tablero a la vez que se intenta impedir que el resto de contrincantes tengan éxito (p.e., *Virus* o *Ciudadelas*).

Este juego sí fue diseñado específicamente para emplearse en el Grado, con el fin de trabajar de una forma más amena las tres reacciones químicas sencillas que aparecen en el currículo de Primaria: la oxidación (de metales), la combustión, y la fermentación (centrándonos en la etanólica).

Está pensado para dos jugadores (o equipos). Cada uno dispone de un tablero en el que hay huecos destinados a los reactivos y productos de cada una de las tres reacciones: metal, oxígeno y un óxido para la oxidación; un compuesto orgánico, oxígeno, dióxido de carbono y agua para la combustión; un azúcar, una levadura, dióxido de carbono y etanol para la fermentación (Fig. 3). Cada jugador empieza con cinco cartas de reactivos y/o productos en la mano y en cada turno puede colocar cartas en su tablero, cambiar alguna por las de los mazos centrales (Reactivos y Productos) o poner una en el tablero del oponente para limitar sus posibilidades de acción (Inhibidor). La duración de una partida es de unos 15 minutos.

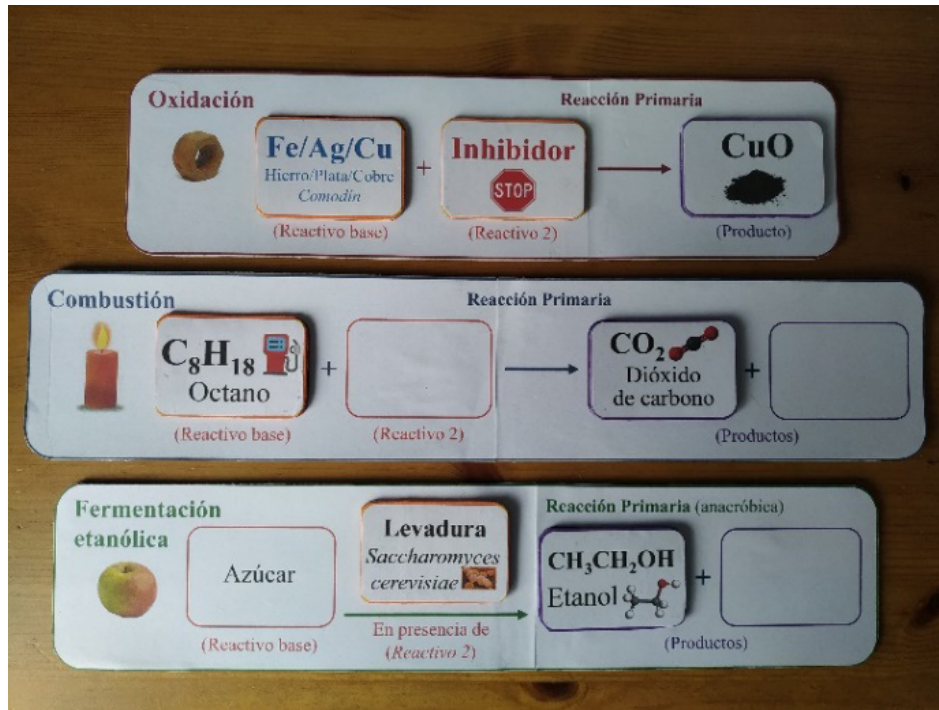


Figura 3. Partida en curso (con una reacción bloqueada) del juego Reacciones Primarias.

Se ha empleado en este curso 2022/2023 y, aunque tuvo una buena acogida, hay que hacer algunos cambios en las reglas, introducir algún elemento disruptivo más y aumentar el tamaño de las cartas para mejorar su visibilidad al jugar en la pizarra del aula (las cartas llevan una parte magnética para tal fin).

2.4. Cell Go!

Inspirado en el juego de cartas *Sushi Go!*, *Cell Go!* se propone como un juego de mesa para aprender sobre la célula eucariota y sus orgánulos. Las cartas contienen imágenes de los distintos orgánulos celulares presentes en células eucariotas y su puntuación ha sido asignada según su abundancia o su función (Fig. 4). Se persigue que cada jugador alcance la mayor puntuación mediante las cartas que acumula en su tablero, tratando de impedir simultáneamente que sus contrincantes lo consigan. En la versión original, se aborda la célula eucariota en general y, en la versión extendida, la célula animal y la vegetal. Además, existe un mazo de cartas maestro que se utiliza al final de la partida, para un reto en el que el jugador con mayor puntuación debe indicar correctamente las funciones de los orgánulos para conservarla. Diseñado para el alumnado del Grado, no se descarta su implementación a otros niveles educativos.



Figura 4. Partida en curso de Cell go!

Pueden intervenir 2-4 jugadores (o equipos) y la partida dura aproximadamente 15 minutos. Cada jugador recibe un tablero fragmento de membrana plasmática, y unas cartas (5 cartas para 2 jugadores, una más por cada jugador extra). El resto se coloca bocabajo en la mesa, constituyendo el mazo central. En cada ronda, una vez que cada jugador haya escogido una de sus cartas, las depositan bocarriba y a la vez sobre su tablero al grito de *Cell Go!* A continuación, cada jugador pasa las cartas restantes (bocabajo) de su mano al jugador de su

izquierda, para que juegue con ellas en la siguiente ronda. Se repiten los pasos anteriores hasta que solamente queden dos cartas en la mano de cada jugador, que serán descartadas. Se reparte una nueva mano de cartas del mazo central para cada jugador hasta que se termine.

3. CONCLUSIONES

La utilización de estos juegos permite acercar de una forma lúdica y motivadora las ciencias experimentales al futuro profesorado de educación primaria, mientras facilita que se sientan más favorables a su enseñanza.

4. AGRADECIMIENTOS

A Itziar Ahedo Raluy (UCC+i) y a Alfonso Fernández González (Dpto. de Química Física y Analítica) su ayuda en el desarrollo y puesta en práctica de los juegos *Batalla naval química* y *Quién es Quién científico*.

5. REFERENCIAS

- Arnau-Amat, I.S. (2017). Las emociones de los estudiantes de magisterio en relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias, N° Extra*, 2053-2058.
- Benito-González, E. y Giovanni-Madonna, C. (2015). La torre de Hanoi generalizada. *Revista de Didácticas Específicas, 12*, 240-247.
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C., y Mellado, V. (2013). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education, 12* (3), 299-311. <http://dx.doi.org/10.33225/jbse/13.12.299>
- Dávila Acedo, M.A., Borrachero Cortés, A.B., Cañada Cañada, F., Martínez Borreguero, G., y Sánchez Martín, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12*(3), 550-564. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.12
- Franco-Mariscal, A.J., Tomás-Serrano, A., Jara-Cano, V., y Ortiz-Tudela, F.J. (2010). El bingo como recurso didáctico en el aula de secundaria. *Educación Química, 21*(1), 78-84.
- García-Carmona, A. y Cruz-Guzmán, M. (2016). ¿Con qué vivencias, potencialidades y predisposiciones inician los futuros docentes de Educación Primaria su formación en la enseñanza de la ciencia? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(2), 440-458. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.15
- Gonzalo-Iglesia, J.L., Lozano-Monterrubio, N., y Prades-Tena, J. (2018). Evaluando el uso de juegos de mesa no educativas en las aulas: Una propuesta de modelo. *Communication Papers-Media Literacy & Gender Studies, 7*(14), 37-48.
- Greca, I.M., Meneses-Villagrà J.A., y Diez-Ojeda, M. (2017). La formación en ciencias de los estudiantes del grado en maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 16* (2), 231-256.
- Melo-Herrera, M.P. y Hernández-Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. *Innovación Educativa, 14*(66), 41-63.
- Montejo-Bernardo, J.M. (2018). Proposals to make a science subject attractive to students at Primary Education Teacher Degree. *I Congreso Virtual Internacional de Innovación Docente Universitaria "We Teach, We Learn"*.
- Montejo-Bernardo, J.M. y Fernández-González, A. (2021). Chemical Battleship: Discovering and Learning the Periodic Table Playing a Didactic and Strategic Board Game. *Journal of Chemical Education, 98*, 907-914. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00553>
- Retana-Alvarado, D.A., de las Heras-Pérez, M.A., Vázquez Bernal, B., y Jiménez Pérez, R. (2019). Emociones de maestros en formación inicial hacia los contenidos científicos según el género al comienzo de una asignatura de didáctica de ciencias experimentales. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza, N° Extra 1*, 683-695.
- Smith, D.R. y Munro, E. (2009). Educational card games. *Physics Education, 44*(5), 479-483. <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/44/5/004>

- Torralba Burrial, A., Montejo Bernardo, J. M., Herrero Vázquez, M., y García Albá, J. (2020). Formación lúdica de docentes: juguetes científicos en la Didáctica de las Ciencias Experimentales. En M.A. Fueyo (ed.) *XI Jornadas de Innovación Docente 2018, Libro de Actas* (pp. 76-89). Universidad de Oviedo.
- Verdugo-Perona, J.J., Solaz-Portolés, J.J., y Sanjosé, V. (2019). Evaluación del Conocimiento científico en maestros en formación inicial: el caso de la Comunidad Valenciana. *Revista de Educación*, 383, 133-162. <http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-383-404>
- Vílchez-González, J.M., Carrillo-Rosua, J.M., Rodríguez-Sabiote, C., y Jiménez-Tejada, M.P. (2015). Science image of Preservice Primary teachers. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 29, 157-172. <http://dx.doi.org/10.7203/DCES.29.4283>

TECH-GAMES-ART-NATURE INTEGRATION: A NOVEL APPROACH TO ENHANCING MATHEMATICS LEARNING IN THE CLASSROOM

I C UDRESCU

Asociația Edulifelong. Târgu Jiu, Romania

iohana4@yahoo.com

Abstract

The integration of technology, games, art and nature can enhance mathematics learning in the classroom. The M@THGAN project investigated the potential of integrating technology, games, art and nature to enhance mathematics learning in the classroom. This multidisciplinary approach has significantly improved the engagement and understanding of students in mathematics education while developing critical thinking, problem-solving, and collaboration skills that are essential in the 21st century workforce. The project provided valuable insights into how teachers can incorporate these four elements into their teaching practices and create a dynamic learning environment for their students. By leveraging technology, games, art, and nature, teachers could transform mathematics education into an enjoyable and interactive experience that promotes student interest and engagement.

Keywords

Mathematics education, technology, games, art, nature.

1. INTRODUCTION

Digital agenda for Europe- Mathematics for Europe defined mathematics “as a soil in which other sciences, technologies and applications are deeply rooted. If we want good fruit and harvest, the soil must be cared for. The future sciences will need new soil to grow, they will need new mathematics.” Despite the crucial role that mathematics plays in our daily lives and its importance as a foundation for other sciences and technologies, the perception of mathematics education among students, teachers, and society as a whole is often negative. In many classrooms, mathematics is still being taught through traditional methods that prioritize memorization of procedures and formulas over the development of conceptual understanding and problem-solving skills. As a result, students may struggle to see the relevance and applicability of mathematics in their lives and may develop anxiety or negative attitudes towards the subject. The M@THGAN project recognized the need to address the negative perception of math education and the lack of engagement in traditional instructional methods. To tackle this issue, the project aimed to shift towards a more innovative and engaging approach to mathematics education, with the use of digital technologies, as well as art, nature, and game-based learning methods. Through this approach, the project aimed to create a more meaningful and enjoyable learning experience that connects mathematical concepts to real-world applications, preparing students for the future sciences and technologies.

2. THEORETICAL BACKGROUND

The phenomenon of mathematics anxiety has been documented by various researchers in the field of education and psychology. Mathematics anxiety was defined as “a feeling of tension and anxiety that interferes with the manipulation of numbers and the solving of mathematical problems in ... ordinary life and academic situations” (Richardson and Suinn, 1972). Other research and studies have shown that students who experience mathematics anxiety have negative emotional and cognitive responses to mathematics, which can lead to avoidance of math-related tasks and decreased performance.

The use of technology in teaching mathematics was the focus of numerous research studies. A study by Suh and Moyer-Packenham (2018) found that the use of virtual manipulatives (e.g., interactive digital tools) in elementary school mathematics instruction improved students’ conceptual understanding and problem-solving abilities. The study by Goos and Bennison (2008) investigated the professional identi-

ties of mathematics teachers and their attitudes towards the integration of technology into secondary school mathematics education. The study found that teachers' professional identities played a significant role in their willingness to integrate technology into their teaching practices. The study also found that teachers' attitudes towards technology integration were influenced by factors such as their training and professional development experiences, their access to technology resources, and their beliefs about the benefits and drawbacks of using technology in the classroom.

A study by Brezovnik (2015) investigated **the benefits of integrating fine art into mathematics** instruction in primary schools. The author argued that art can be used as a pedagogical tool to facilitate mathematical understanding, particularly in geometric and spatial concepts.

The study by Grothérus and Fägerstam (2019) explored the impact of long-term regular **outdoor learning on mathematics** achievement. The study highlighted the potential of outdoor learning as a valuable tool in mathematics education, providing a unique and engaging learning experience for students that can lead to improved achievement and motivation.

3. METHODOLOGY

The methodology of the M@THGAN project involved piloting activities in several schools to test and refine project outputs, methods, and tools in a real-world setting. The project aimed to improve the effectiveness of teaching mathematics through the use of technology, games, art and nature. The project team created a Classroom Activities Guide to help teachers incorporate these elements into their lessons. The piloting activities involved schools from different countries: Italy, Romania, Turkey, Poland, Norway and Greece, and included math challenges, artistic challenges and outdoor challenges that integrated mathematics with nature, science and art, using special toolkits prepared by the M@thgan project team. The activities aimed to foster a love for mathematics and improve students' math skills by integrating mathematics with other subjects like science, technology and art. Teachers provided positive feedback on the ease of use and alignment with the curriculum of the activity kits, and the pilot led to making learning more interdisciplinary and enhancing students' understanding of the interconnectedness of different subjects.

Participants

The project was able to reach a diverse group of students from different grade levels and countries, which helped to provide a more comprehensive understanding of the effectiveness of the project. Over two hundred fifty students (Third grade, Fourth grade, Fifth grade, Sixth grade and Seventh grade) from 12 public schools, located in 6 different countries participated in the pilot activities. The teachers involved in the pilot activities came from diverse backgrounds and had varying levels of experience with ICT, gamification or STEAM. Some teachers had been teaching for as little as 5 years, while others had over 30 years of experience in the classroom. Some teachers had extensive experience in using technology and gamification in their teaching, while others had little to no experience in these areas. The M@thgan project team provided support and training to all teachers involved in the pilot activities, regardless of their level of experience or skill. The diversity of teachers' experience was a key strength of the pilot activities, as it ensured that the activities were adaptable and inclusive, and that they met the needs and interests of a wide range of students.

Implementation

During the pilot, all the classrooms used M@THGAN activity kits, and worksheets for the students were printed and distributed. The activity kits were designed to be easy to use and aligned with the curriculum. They included various activities that focused on integrating technology, games, art and nature into mathematics education. The worksheets provided students with opportunities to practice their math skills while engaging with the activities in a fun and interactive way (Fig. 1.).

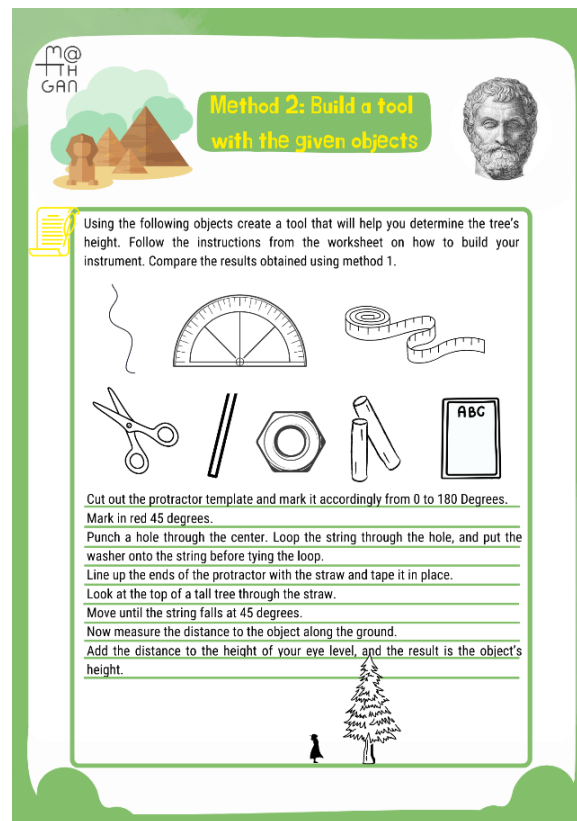


Figure 1.

The integration of technology in math lessons varied depending on the specific Activity kit and the teacher's approach. Some kits had videos included to introduce a topic, while others had interactive games or simulations that students could access on computers or tablets. Some kits also incorporated the use of online tools to help students visualize and solve math problems.

The integration of art in math lessons was done in various ways, including incorporating drawing activities in the math worksheets. For example, students were asked to draw shapes and then identify their properties such as the number of sides, angles, and vertices. Some kits included art activities that were directly related to math concepts, such as creating portraits or tessellations. The goal was to make math more engaging and enjoyable for students while also reinforcing their understanding of mathematical concepts (Fig. 2).

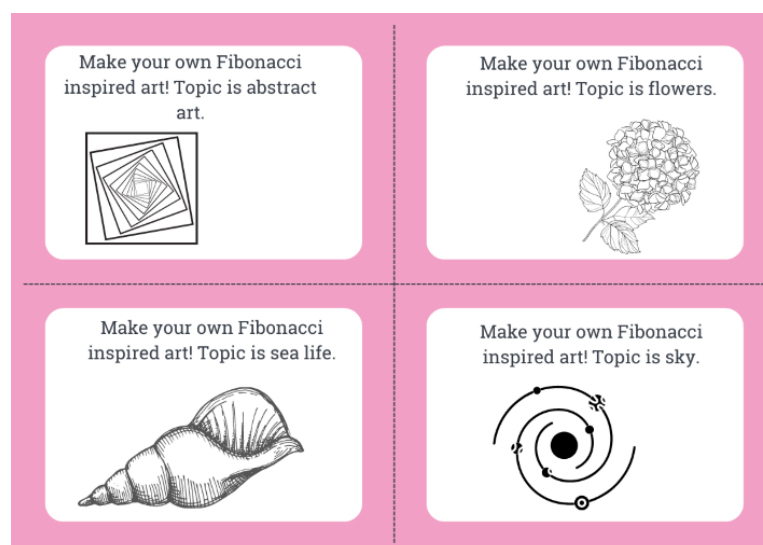


Figure 2.

The integration of nature in math lessons included exploring patterns in natural phenomena such as the Fibonacci sequence in pinecones or designing a garden. Students were also able to learn about measurement and data collection by conducting experiments related to the natural world, such as measuring the height of a tree. Other outdoor learning experiences were also incorporated into math lessons to promote hands-on learning and a deeper connection to the natural world.

The integration of games in math lessons included the use of various math games designed to engage students and make learning math more enjoyable. Some of these games were included in the M@THGAN Activity kits, while others were digital games that were played on tablets or computers. The games focused on developing skills such as problem-solving, critical thinking, and logical reasoning. They were designed to help students learn math concepts and skills in a fun and interactive way, such as using puzzles, board games, card games, and digital games. The games also provided opportunities for students to work collaboratively and develop their communication and social skills.

4. CONCLUSIONS

The piloting activities had a significant impact on students' views of mathematics. By engaging with mathematics in a fun and interactive way, students were able to see the subject in a new light and develop a more positive attitude towards it. This was particularly important for students who have previously struggled with mathematics or found it uninteresting.

Through the integration of technology, art, nature, and games into mathematics lessons, students were able to see the subject as more than just a set of abstract concepts to be memorized. They were able to see how mathematics is used in the real world and how it is interconnected with other subjects and aspects of life. This helped to make mathematics more relevant and engaging for students.

The piloting activities also helped to improve students' math skills by providing them with opportunities to practice and apply their knowledge in a variety of contexts. For example, the use of games and challenges helped to develop problem-solving and critical thinking skills, while the integration of art and nature helped to develop spatial reasoning and visualization skills.

The piloting activities have had a significant impact on teachers, as well. By participating in the piloting activities and using the Classroom Activities Guide created by the M@thgan project team, teachers were able to experience first-hand the benefits of integrating technology, games, art, and nature into mathematics lessons. This has allowed them to gain new ideas and strategies for teaching mathematics that are more engaging and interactive for their students.

Furthermore, the pilot activities have provided teachers with an opportunity to collaborate and exchange ideas with other teachers from different schools and countries. This has helped to create a sense of community and shared purpose among teachers, which can be invaluable for professional development and improving teaching practices.

The piloting activities have been a valuable learning experience for all involved, and the insights gained will be useful in developing future projects that aim to promote the love of mathematics.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deepest gratitude to all the participants, including students, teachers, and school headmasters, who participated in the pilot activities. Your support and dedication were essential to the success of this project.

I would like to thank the team of experts who developed the M@THGAN Activity kits and the accompanying worksheets. Your creativity and expertise in developing engaging and effective teaching tools were instrumental in the success of this project.

6. REFERENCES

- European Commission. (2011). Mathematics for Europe - Digital Agenda for Europe. Retrieved from <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/mathematics-europe-digital-agenda-europe>
- Richardson, F. C., & Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554.

- Suh, J. M., & Moyer-Packenham, P. S. (2018). Virtual Manipulatives' Potential for Enhancing Mathematics Learning. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 54-65. Retrieved from <https://www.bu.edu/journal-of-education/files/2013/11/BUJOE.193.2.Moyer-Packenhametal.pdf>
- Goos, M., & Bennison, A. (2008). Teacher Professional Identities and the Integration of Technology into Secondary School Mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 20(2), 25-44. <https://www.aare.edu.au/data/publications/2008/goo08968.pdf>
- Brezovnik, A., (2015). The benefits of fine art integration into mathematics in primary school. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 5(3), 11-32. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1128967>
- Grothérus, J. A., & Fägerstam, E. (2019). Impact of long-term regular outdoor learning in mathematics–The case of John. *Education Sciences*, 9(4), 256. <https://hal.science/hal-01936003/document>

EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS A TRAVÉS DEL APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN Y EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

J. SAN MACARIO ÁLVAREZ

Universidad de Burgos. Facultad de Educación, Burgos, España

jsa1015@alu.ubu.es

Abstract

Desde principio de este siglo, la tendencia social ha ido evolucionando hacia una demanda de ciudadanos con un perfil competencial específico. La educación, como un campo vivo y cambiante, evoluciona a la vez que lo hace el conocimiento, la sociedad y sus necesidades. El enfoque educativo STEAM favorece el logro de las competencias científico-tecnológicas del alumnado cuando se implementa en el aula a través de metodologías activas como la indagación, la resolución de problemas o el trabajo por proyectos.

Keywords

Aprendizaje basado en Indagación, Aprendizaje Basado en Problemas, Competencias, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

En un momento en el que las sociedades necesitan ciudadanos educados en las competencias del siglo XXI, los centros educativos evolucionan hacia la enseñanza y adquisición de dichas competencias.

Desde Europa se empezó a trabajar en esta línea hace años con procesos como los de Bolonia o Lisboa, que pretendían abordar un conjunto de reformas educativas que permitieran una adaptación a la nueva realidad social, llamada Sociedad del Conocimiento. Estas reformas estaban orientadas a las metodologías, la estructura de las enseñanzas, la mejora del proceso de aprendizaje, mejora de la calidad educativa y al fomento de la movilidad, tanto de alumnos como de profesores (Montero Curiel, 2010).

En este contexto se puso en marcha el proyecto Tuning, como herramienta complementaria a los procesos mencionados en la búsqueda de una mejor educación.

Este proyecto propone y promueve programas con orientación en “*outputs*” que se basen en resultados de aprendizaje expresados en términos de competencias genéricas y específicas de cada área o disciplina, y en el desarrollo de enfoques de aprendizaje, enseñanza y evaluación para conseguir una mejora en la calidad educativa (González y Wagenaar, 2003).

En España, la última reforma de la Ley educativa establece una línea de trabajo basada en las competencias que deben desarrollar los estudiantes para conseguir un perfil de salida que se ajuste a las demandas actuales, tanto sociales como económicas y ambientales. Esta nueva Ley, alinea el proyecto educativo español con el europeo.

En este nuevo enfoque competencial, se hace una división entre competencias específicas, que atañen a cada materia particular, y competencias clave, relacionadas con las primeras a través de los descriptores operativos. Este segundo grupo, tiene un aspecto más genérico y hace referencia al perfil de salida que el estudiante ha de conseguir al finalizar sus estudios.

2. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE LAS ASIGNATURAS CIENTÍFICAS

Si nos referimos específicamente a la enseñanza de las ciencias, existe una gran cantidad de estudios que pretenden delimitar las competencias que conforman el perfil de salida de un estudiante que pretenda afrontar estudios superiores de la rama científico-tecnológica. De todos ellos, sobresalen los realizados por Fisher (2013) y Fisher et al (2017), en los que se destacan 20 competencias clave que podrían intervenir en el desarrollo de las habilidades necesarias para afrontar este tipo de estudios: responsabilidad cívica, creatividad, pensamiento crítico, habilidades interculturales, conocimiento disciplinario, ética, conciencia global, humanitarismo, comunicación interpersonal, memoria, creación de redes, organización y gestión, resolución

de problemas, comunicación en público, confianza en uno mismo, autogestión, estrategia de trabajo, trabajo en equipo, gestión de tiempo y comunicación escrita.

A la hora de trabajar en el aula estas competencias del siglo XXI, debemos ser conscientes de las dificultades que plantea en el alumnado el estudio de asignaturas científicas. Como indican en su trabajo Pozo y Gómez (2000) se podrían sintetizar en las siguientes:

- Conceptos amplios y abstractos difíciles de visualizar.
- Dificultad a la hora de relacionar el fenómeno con las explicaciones.
- Concepciones alternativas arraigadas profundamente en el alumnado.
- Currículums de las asignaturas sobrecargados.
- Contenidos descontextualizados con la realidad social y ambiental.

Para ayudar al alumnado a enfrentarse a esta problemática, vamos a trabajar las asignaturas desde el enfoque integrador STEAM, ya sea mediante aprendizaje por indagación o con Aprendizaje Basado en Problemas-Proyectos (ABP). Aunque ambas metodologías tienen sus fases de trabajo bien definidas, las dos intervienen en la zona de desarrollo próximo del alumno (Vygotsky, 1979).

3. APRENDIZAJE BASADO EN INDAGACIÓN

De entre todas las metodologías empleadas en la educación científica, la indagación permite al alumnado una aproximación al conocimiento de forma similar a como trabajan los científicos (Diez-Ojeda et al, 2021).

A través de la indagación, el alumnado aprenderá partiendo de su conocimiento previo, a través de su interacción con los fenómenos estudiados y con sus pares. Aprenderán de sus experiencias, compartiendo lo que aprenden y desarrollando conexiones entre su propia experiencia y el mundo que los rodea (Queiruga-Dios, 2016).

Como explica Diez-Ojeda et al (2021), los aspectos esenciales del aprendizaje por indagación son los siguientes:

- Para generar en el alumnado un aprendizaje significativo, es imprescindible que el contenido nuevo que trabajemos en el aula se apoye en el conocimiento previo de que dispongan.
- Se trabaja el aprendizaje desde el entorno próximo del alumnado, ya que van a construir conocimiento juntos, aprendiendo los unos de los otros.
- El alumnado es protagonista de su propio aprendizaje.
- La ciencia se trabaja siempre relacionada con el entorno, haciendo ver al alumnado que está fuera de los libros y del aula.
- Esto permite que el alumno logre un nivel de conocimiento y la capacidad de relacionar todo lo aprendido con aspectos de su día a día.

Según los resultados del estudio realizado por Díaz-Ojeda et al (2021), en el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas científicas mediante indagación, se favorece el logro de las competencias anteriormente señaladas, especialmente el pensamiento crítico, el conocimiento disciplinario, la comunicación interpersonal, la organización y gestión, la confianza en uno mismo y la autogestión. Sin embargo, se evidencia que competencias como el humanitarismo o la conciencia global no se involucran explícitamente en estos procesos.

Haciendo referencia a la legislación española “*Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato*” y “*Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*”, podemos relacionar las diferentes fases que componen la estructura de una indagación con las competencias trabajadas.

Así, toda indagación comienza con el planteamiento de una situación o problema. En esta primera fase se parte del problema genérico planteado y se acota al problema que se investigará y se intentará resolver. También se buscará el por qué y para qué resolverlo (CC4).

Una vez tenemos definida la situación problema, pasamos a la fase de planteamiento de hipótesis. Esta fase fomenta el pensamiento científico para entender y explicar el fenómeno y plantear hipótesis que posteriormente se contrastarán (STEM2).

La siguiente fase, es el diseño experimental. En esta fase el alumnado realiza una investigación acerca del problema propuesto y busca posibles soluciones. En el desarrollo de la investigación se van a trabajar una gran variedad de competencias. El alumnado va a localizar, seleccionar y contrastar información y sus fuentes de una manera crítica y autorregulada (CCL2), (CD1), (CPSAA4). En esta fase se fomenta también la creatividad a la hora de buscar una solución basada en la investigación realizada (CD5), (STEAM3), (STEM4), (CE3).

El siguiente paso consiste en la resolución de la situación o problema planteado. Se revisarán los resultados y se obtendrán conclusiones. En esta fase el alumno pondrá a prueba todo lo aprendido en las fases anteriores, comprobará sus hipótesis iniciales y realizará las correcciones oportunas (STEM1), (STEM5).

La última fase es la de comunicación y afianzamiento. En este momento el alumnado compartirá el resultado de su indagación con sus compañeros, fomentando la construcción de conocimiento y el aprendizaje entre pares (CCL1), (CCL5), (STEM4).

4. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

A la hora de trabajar en el aula con la metodología de aprendizaje basado en problemas, una de las cosas que tenemos que tener clara desde el principio es la diferencia entre problema y ejercicio. Muchas veces se confunde la resolución de un problema con resolver un ejercicio de forma mecánica mediante la aplicación de una fórmula matemática. La acepción de problema a la que hace referencia el nombre de esta metodología, se refiere a "cualquier situación prevista o espontánea que produce, por un lado, cierto grado de incertidumbre y, por el otro, una conducta tendente a la búsqueda de su solución" (Perales-Palacios, 1993, p. 170).

Para Queiruga-Dios et al (2019), las características fundamentales de este modelo son:

- El aprendizaje está centrado en el alumno y es guiado por el profesor. Es el alumno el que determina qué aprender y en qué profundidad para lograr resolver el problema.
- El aprendizaje se produce en grupos reducidos, de un modo autodirigido, en el que el alumnado discute, revisa y debate continuamente lo aprendido.
- El rol de guía del profesor se lleva a cabo a través de preguntas cuyo fin es hacer que el alumnado se plantee cuestiones y elija el mejor camino hacia la resolución del problema.
- El aprendizaje se produce partiendo de un problema que plantea un desafío al alumnado y lo motiva.

Según el estudio realizado por Sáiz-Manzanares y Queiruga-Dios (2019), el aprendizaje basado en problemas favorece la metacognición, ya que da al estudiante la posibilidad de seleccionar, organizar y relacionar críticamente los contenidos de la materia con el problema. Además propicia la reflexión individual y grupal de las ideas.

En otro estudio realizado por Queiruga-Dios et al (2021) se llega a la conclusión de que el Aprendizaje Basado en Problemas desarrolla las competencias científico-tecnológicas enumeradas anteriormente, con la salvedad del humanitarismo, que no se va a desarrollar con esta metodología y que se sustituye por la competencia de toma de decisiones.

Si relacionamos esta metodología con las competencias que establece la legislación española, veremos que se van a trabajar las mismas que en el caso anterior, con el añadido de las competencias asociadas con el trabajo en grupo (CCL1), (CCL5), (CPSAA3), (CE2) y la toma de decisiones y autorregulación, que se trabajan especialmente, al enfrentarse el alumnado a situaciones que les generarán frustración y que deberán superar con las decisiones que tomen ellos mismos.

5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se indica que el nuevo marco curricular establecido por la LOMLOE, desarrollado en torno al logro del perfil competencial del alumnado, requiere necesariamente el uso de metodologías activas como las definidas para el desarrollo de las habilidades y competencias en el alumnado.

Por otro lado, el enfoque integrador STEAM permite que entren en juego aquellas habilidades del siglo XXI que no aparecen explícitamente asociadas al uso de metodologías activas, preparando a los alumnos para los retos a los que se enfrentarán a lo largo de su vida.

6. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer mi participación en este Congreso a Miguel Ángel Queiruga Dios, profesor del “Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas”, además de tutor de mi Trabajo Final de Máster. Gracias a todo el conocimiento que ha compartido con mis compañeros y conmigo en clase, ha cambiado nuestra forma de ver la docencia y nos ha enseñado cómo afrontar la educación de las ciencias de una forma activa, dinámica y divertida.

7. REFERENCIAS

- Diez-Ojeda, M.; Queiruga-Dios, M.Á.; Velasco-Pérez, N.; López-Iñesta, E.; Vázquez-Dorrío, J.B (2021). Inquiry through Industrial Chemistry in Compulsory Secondary Education for the Achievement of the Development of the 21st Century Skills. *Education Sciences.*, 11(9), 475. <https://doi.org/10.3390/educsci11090475>
- Fisher, D.R. (2013) *Educating Engineers for the 21st Century: A Framework for Skill Development through Co-Curricular and Extracurricular Involvement*. [Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA, 2013].
- Fisher, D.R.; Bagiati, A.; Sarma, S.(2017). Developing professional skills in undergraduate engineering students through cocurricular involvement. *J. Stud. Aff. Res. Pract.*, 54(3), 286–302.
- González, J. y Wagenaar, R. (Eds.) (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Montero Curiel, M. (2010). El Proceso de Bolonia y las nuevas competencias / The Bologna Process and the new skills. *TEJUELO. Didáctica De La Lengua Y La Literatura. Educación / TEJUELO. Didactics of Language and Literature. Education*, 9, 19-37. <https://tejuelo.unex.es/article/view/2451>
- Pozo, J.; Gómez, M.(2000) La enseñanza de la Química [Teaching Chemistry]. *Aprender y Enseñar en Ciencia*; Morata: Madrid, Spain, 150–152.
- Queiruga-Dios, M.A. (2016). Indagación, trabajo cooperativo y método científico en la enseñanza-aprendizaje de la física en Secundaria Obligatoria. Propuesta y reflexión [Inquiry, cooperative work and scientific method in the teaching-learning of physics in Compulsory Secondary. Proposal and reflection]. En J. Gómez-Galán, E.López-Meneses, L.M. García, (Eds). *Instructional Strategies in Teacher Training* (pp. 317–329). UMET Press: San Juan, Puerto Rico.
- Queiruga-Dios, M.Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M.C., Vázquez Dorrío, J.B. (2021). Developing Engineering Skills in Secondary Students Through STEM Project Based Learning. En: Herrero, A., Cambra, C., Urda, D., Sedano, J., Quintián, H., Corchado, E. (eds) *The 11th International Conference on European Transnational Educational (ICEUTE 2020)*. ICEUTE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1266. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57799-5_27
- Queiruga-Dios, M. A.; Sáiz-Manzanares, M. C., y Montero-García, E. (2019). Problemas-Proyectos Adaptativos y Creativos en la enseñanza de las ciencias. Descripción de la metodología y apreciación de los estudiantes involucrados. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23,1-23. 10.7203/realia.23.15567
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. 30 de abril de 2022. BOE. No. 76.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. 6 de abril de 2022. BOE. No. 82.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

POLIMATÍA CREATIVA EN TIEMPOS DE CRISIS

J GONZÁLEZ GARCÍA

Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España

jgonzalez@ubu.es

Abstract

La polimatía, actividades vocacionales en múltiples dominios, está asociada de forma profunda con la creatividad y la innovación, su desarrollo contribuye a establecer puentes entre conocimientos dispersos y fragmentados. Este trabajo explora el valor del pensamiento polimático como alternativa a la dicotomía entre especialización y generalización. Las líneas revisadas apuntan a centrar la educación en principios, métodos y habilidades que sirvan para aprender y crear a través de muchas disciplinas, múltiples carreras y sucesivas etapas de la vida, así como usar diferentes medios y lenguajes para expresar razonamiento. Se abren nuevos interrogantes: ¿cuál es la naturaleza de la polimatía y sus componentes? ¿Cómo se relaciona la polimatía con otros constructos? ¿Cómo se puede sistematizar el constructo polimatía?

Keywords

Creatividad, educación, personalidad, polimatía.

1. INTRODUCCIÓN

La experiencia de la pandemia COVID-19 ha sido una crisis de salud global, y también ha afectado la forma en que conducimos nuestras vidas, consumimos, trabajamos y aprendemos. Este trabajo pretende hacer una exploración sobre el papel de la polimatía y el pensamiento polimático como una herramienta para prepararse y resolver problemas serios que no son susceptibles del enfoque disciplinario tradicional.

2. EL DOMINIO CONCEPTUAL DE LA POLIMATÍA

Para comprender el constructo polimatía se aplican las lecciones aprendidas al definir el también multifacético constructo creatividad.

Las diferencias incluyen que las personas polimáticas usan cambios frecuentes de perspectiva, piensan más con analogías y tienen una tendencia a pensar tomando como base y referencia la epistemología; es decir, cuestionan los paradigmas, visiones del mundo, métodos y heurísticas comúnmente usados en un dominio. Por ejemplo, personas con logros en las artes o las ciencias y con una experiencia significativa en el otro área enfrentan contradicciones, desafíos y beneficios únicos, características propias de un perfil polimático.

Root-Bernstein (2020:375) define polimatía como “participación activa en múltiples intereses o esfuerzos que aprovechan o sintetizan vocaciones y / o pasatiempos, simultánea o en serie, a lo largo de la vida”.

En 2018 Araki propuso el *modelo de desarrollo de la polimatía*. El modelo postula que la búsqueda de la polimatía puede entenderse como un “proyecto” de por vida, mediante el cual muchas facetas diferentes de la psique y el comportamiento de una persona pueden integrarse a través de la lente de una “cosmovisión polimática” (ver Fig. 1).

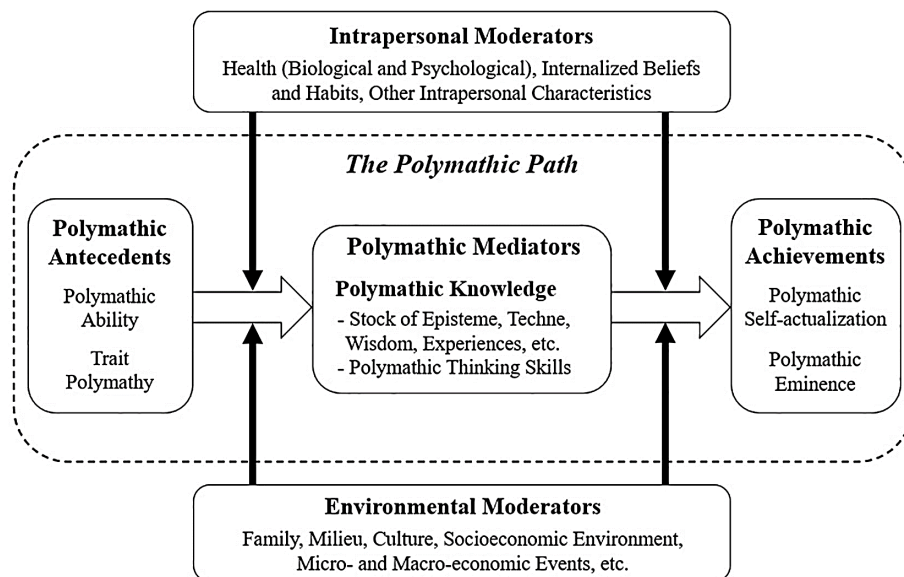


Figura. 1. Modelo de desarrollo de la polimatía (Araki, 2018: 23).

Las personas con rasgos polímatas tienden a desarrollar una combinación única de conocimiento profundo, aprendizaje y experiencias. En lugar de desarrollar su identidad a través de su pertenencia a una categoría social o grupo, la persona tiende a desarrollar su identidad polimática a través del procedimiento opuesto: no puede, o no quieren, estar circunscritos a un solo grupo o dominio de conocimiento y experiencia (Cotellesa, 2018).

La investigación también detecta relación entre la polimatía y la resiliencia. Personas con recursos para adaptarse a situaciones nuevas, capaces de cambiar sus comportamientos de manera adecuada, basándose en un conjunto versátil de procedimientos cognitivos y sociales (Oshio et al., 2018).

3. INTERACCIÓN CON LOS RASGOS DE PERSONALIDAD

La personalidad es clave en la resiliencia y la investigación propone tres de los rasgos de personalidad que están asociados con el comportamiento polimático: la apertura, la conciencia y el neuroticismo (Oshio et al., 2018).

La apertura a la experiencia se asocia con la polimatía de rasgos, a través de los componentes de amplitud e integración. La apertura implica la posesión de una gama amplia de intereses y una mayor probabilidad de explorar ideas y enfoques novedosos en las esferas profesionales y vocacionales. Las personas con apertura tienden a ser imaginativas y flexibles al examinar sus ideas. Además, es más probable que “cuestionen y reexaminan los supuestos comúnmente sostenidos dentro de un campo” (Kaufman, 2018).

De forma conjunta a la apertura, la diversificación de experiencias favorece la polimatía creativa (Damian 2017, Gocłowska et al., 2018), eso sí, requiere conocimientos o experiencias por encima del nivel superficial (Burke 2012, Simonton, 2017).

El neuroticismo representa la tendencia a experimentar angustia, incluye la propensión a la tensión, la irritabilidad, el malestar con uno mismo, ser más fácilmente intimidado, no resistir las tentaciones y no mantener la calma bajo presión. Desde una edad temprana, la persona polimática no sólo demuestra la capacidad de navegar bien en estas realidades, también ha vivido desafíos que involucran el comportamiento polimático, algo que conducirá, si se mantiene en el tiempo, al desarrollo de estrategias funcionales de afrontamiento.

En una sociedad que está institucionalizada la especialización y que desalienta, desincentiva o es abiertamente hostil al comportamiento polimático (Araki, 2020), el neuroticismo no facilita emprender el desafiante camino polimático. En otras palabras, cuando alguien con alto nivel de neuroticismo enfrenta mayores desafíos para convertirse en una persona polimática, puede terminar considerando un camino diferente.

4. POLIMATÍA CREATIVA Y TIPOS DE PROBLEMAS

Durante los últimos 100 años, el enfoque estándar en la sociedad occidental para resolver problemas ha sido el de la creciente especialización y departamentalización (Burke, 2012). Este enfoque ha conducido a

asombrosos avances tecnológicos y científicos; sin embargo, cuanto más “VUCA” (acróstico de *volátil, incierto, complejo, ambiguo*; Bennis y Nanus, 1985) se vuelven nuestros problemas y la sociedad, menos efectivo es el enfoque segregacionista (Cohen, 2015; Gombrich, 2016; Araki, 2020).

Las crisis son un ejemplo destacado de un problema VUCA multidisciplinario cuya solución requiere el más alto grado de creatividad. En cambio, el aislamiento y la pérdida del contacto social se asocian con “*síntomas psicológicos como la depresión y la ansiedad, que a su vez aumenta el riesgo de suicidio*” (Dsouza et al., 2020; Gunnell et al., 2020).

Para comprender las fortalezas y dificultades del enfoque actual y para identificar nuevas formas posibles de pensar para resolver problemas VUCA, se examina la forma en que los diferentes problemas pueden, o no, circunscribirse dentro de las actuales organizaciones disciplinarias. Root-Bernstein, (1982, 1989, 2003) y Gombrich (2016) aportan una tipología con cinco categorías de problemas y sus límites disciplinarios: disciplinarios; interseccionales; multidisciplinarios; epistemológicos; y transdisciplinarios (Fig. 2).

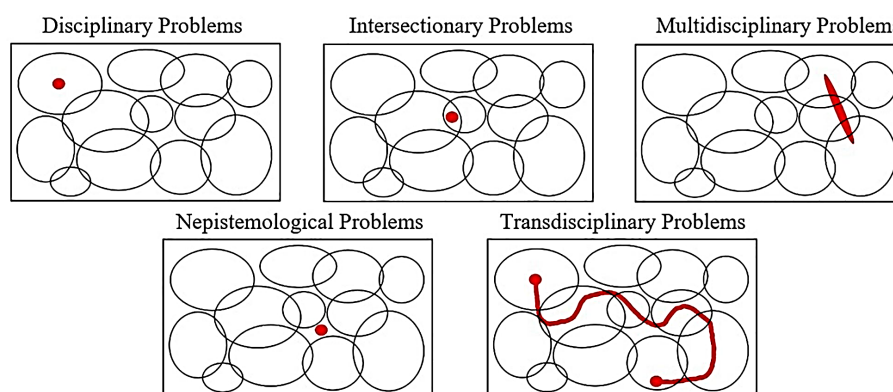


Figura 2. Categorías de problemas según sus límites disciplinarios (Root-Berstein, 1982, Gronbrich, 2016).

Primero, los problemas disciplinarios son aquellos que encajan con el conjunto actual de hechos, conceptos, técnicas, heurísticas, temas, preguntas, metas y criterios que se emplean en una sola disciplina. La mayoría de los problemas que se les pide a los estudiantes que resuelvan en la escuela secundaria o en sus programas de pregrado son problemas disciplinarios. Por lo general, existe una técnica dentro del conocimiento actual en la disciplina que resuelve el problema.

En segundo lugar, los problemas interseccionales involucran hechos, conceptos, técnicas, heurísticas, temas, preguntas, metas y criterios que son compartidos por dos o más disciplinas. Por tanto, estos problemas pueden resolverse desde diferentes ángulos. Sin embargo, este problema ocurre en un espacio interdisciplinario ya esperado y “estilizado”, como ocurre con la “bioquímica” en la intersección de la biología y la química, pero lo que es más importante, estos problemas aún se pueden tratar con el conjunto de herramientas tradicional de una o ambas disciplinas.

En tercer lugar, los problemas multidisciplinarios implican tres o más disciplinas. Son complejos y, a menudo, sistémicos, es decir, no pueden tratarse localmente, con hechos, conceptos, técnicas, heurísticas, temas, preguntas, metas y criterios de una sola disciplina. Estos problemas son más desafiantes que los dos anteriores y requieren la coordinación de la integración entre disciplinas, pero aún son susceptibles de un enfoque disciplinario combinado.

Cuarto, los problemas epistemológicos quedan fuera del conjunto de hechos, conceptos, técnicas, heurísticas, temas, preguntas, metas y criterios cubiertos por cualquier disciplina existente; es decir, son problemas ocultos, las “incógnitas desconocidas” y los “puntos en blanco en el mapa del conocimiento humano” (Root-Bernstein, 2003: 176). Debido a que han estado fuera del radar, cuando estos problemas surjan, desafiarán inherentemente la validez de los paradigmas actuales y los límites del conocimiento (Kuhn, 1962).

En quinto y último lugar, los problemas transdisciplinarios son la combinación de problemas multidisciplinarios y epistemológicos. Es decir, no solo involucran múltiples áreas de conocimiento sino también los espacios en blanco entre esas áreas. La crisis del COVID-19 es un ejemplo de un problema transdisciplinario.

5. DISCUSIÓN. ¿HACIA UN MUNDO MÁS POLIMÁTICO?

¿Qué lecciones se pueden derivar de la crisis del COVID-19?

Todavía estamos aferrados a la era de la especialización, en la que el paradigma dominante es que todos sean especialistas, enfocados en un área estrecha y fácil de comunicar. En la era de la información masiva, aquellos eruditos que dan “mensajes contradictorios” tendrán más dificultades para llamar la atención, el reconocimiento, ser apreciados por sus talentos e incluso pueden tener dificultades para encontrar un trabajo. Tal arreglo social no solo es reductivo sino también peligroso, especialmente en el contexto de los tipos de problemas que enfrenta la humanidad. Por lo tanto, necesitamos un cambio de cultura colectiva para estar mejor preparados para futuras crisis, que implique una mayor apreciación del enfoque polimático, tanto a nivel individual como colectivo.

En la actualidad, el enfoque segregacionista deja sin explotar una gran cantidad de potencial polimático. Por ejemplo, la academia trabaja en gran medida con departamentos aislados y currículos fragmentados, lo que dificulta que los profesores y los estudiantes aborden los problemas sistémicos de una manera más integral o integradora (Cohen, 2015).

Esta realidad también se encuentra en la mayoría de las empresas y organizaciones gubernamentales: los problemas que por casualidad caen en una brecha entre departamentos cruzados que no suelen trabajar juntos, ni tener un responsable de ellos.

Además, una faceta desafortunada de la cosmovisión segregacionista ha asomado su cabeza en los círculos populares y políticos, con la división demasiado simplista de “salud versus economía” en la discusión de la crisis de COVID-19. Este enfoque divisivo coloca a la sociedad en su conjunto en una posición más vulnerable al alejar a las personas de conexiones potencialmente útiles.

Por desgracia, el enfoque polimático no está siendo reconocido por los modelos dominantes (Araki, 2020); existe una necesidad urgente de cambiar el patrón de tales comportamientos y supuestos colectivos. Es decir, es necesario crear un entorno más propicio para la evolución científica y cultural a partir de los pilares de la polimatía: profundidad, amplitud e integración (Araki, 2020). Los procesos polivalentes pueden darse en tres dimensiones (Cordery (1995): horizontal (más amplitud), profundidad (más profundidad) y vertical (el aprendizaje de las tareas de supervisión o apoyo administrativo).

En conclusión, la humanidad ha recibido una proverbial “llamada de atención” de que nuestros complejos problemas mundiales exigen un enfoque más polimático. La crisis del COVID-19 exige soluciones que impliquen una mayor colaboración entre ámbitos, industrias y sectores, así como una aproximación entre innumerables partes.

El camino para una mejor preparación en el manejo y gestión de desastres importantes, implica la creación de un entorno y una cultura, donde las personas pueden ser recompensadas por adoptar una perspectiva polimática. Y debe ser fiel a todo tipo de segmentos, incluida la academia, industria, gobierno, organizaciones sin fines de lucro, etc. Institucionalmente, si queremos resolver problemas de VUCA de manera más rápida y eficiente, es vital adoptar un enfoque inteligente, que puede agregar amplitud e integración a la experiencia fragmentada existente.

Este enfoque implica todos los aspectos asociados con la polimatía: observar la intersección y las brechas entre disciplinas, aplicar lecciones y estrategias de un dominio a otro, buscar las conexiones fundamentales y ver el panorama más amplio mientras que otros pueden estar tan enfocados en una parte reducida de la realidad.

“Si se permite que la polimatía florezca, traerá vitalidad, adaptabilidad y agilidad a nuestras organizaciones e instituciones” (Cohen, 2015: 17). Más polimatismo significa más personas aportando más de su verdadero yo a sus intercambios con la sociedad, sin la necesidad de ocultar sus pasatiempos “disparos” o sus vocaciones en otras áreas porque tienen miedo de no ser entendidos o aceptados. Somos seres complejos, pero nuestras instituciones no están a la altura de esa complejidad.

6. CONCLUSIÓN. FOMENTO DE LA POLIMATÍA

¿Cómo pueden los profesionales de la educación ayudar al desarrollo de innovadores, que alteren sus campos, si los problemas que impulsan su personalidad, metas, valores y, motivación, no se comprenden bien?

Pasar por alto el fenómeno de la polimatía, puede tener consecuencias desafortunadas (e invisibles), tanto para los individuos como para la sociedad.

Hoy las personas con características propias de personalidad polimática llevando a cabo sus proyectos de vida sin mucho apoyo de la ciencia. Estas personas podrían (y deberían) contar con un cuerpo sistemático de conocimiento científico, fuente de información para mejorar la comprensión de fenómenos y para ejercer la práctica de forma reflexiva e informada.

Cuando una sociedad no reconoce el comportamiento polimático y no proporciona un entorno propicio para su florecimiento, no solo se aliena a los individuos, sino que también se renuncia a la oportunidad de generar más creaciones innovadoras y descubrimientos más originales y sorprendentes, que podrían haber mejorado la vida de toda la sociedad.

A pesar del largo camino por recorrer para que la polimatía se convierta en una construcción ampliamente adoptada, el interés general por la polimatía está ganando impulso, esperemos que no sigan siendo minoría.

7. REFERENCIAS

- Araki, M.E. and Cotellessa A.J. (2020) Creative Polymathy and the COVID-19 Crisis. *Frontiers Psychology*, 11, 601508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.601508>
- Araki, M. E. (2018). Polymathy: a new outlook. *J. Genius Eminence* 3, 66–82. <https://doi.org/10.18536/jge.2018.04.3.1.06>.
- Araki, M. E. (2020). Scientific Polymathy: the end of a two-cultures era? *Lancet* 395, 113–114. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32564-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32564-4).
- Bennis, W., and Nanus, B. (1985). *Leaders: The strategies for taking charge*. New York: Harper.
- Burke, P. (2012). *A Social History of Knowledge (Vol. II): From the Encyclopaedia to Wikipedia*. Cambridge: Polity Press.
- Burke, P. (2020). *The Polymath: A Cultural History from Leonardo da Vinci to Susan Sontag*. London: Yale University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv15pjzh6>.
- Cohen, P. R. (2015). A Return to Polymathy. Accessed August 29, 2020 in <http://paulrcohen.github.io/papers/Polymatyf>
- Cotellessa, A. J. (2018). *In Pursuit of Polymaths: Understanding Renaissance Persons of the 21 st Century*. Doctoral dissertation, George Washington University, Washington, DC.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. NY: Harper & Row.
- Damian, R. L. (2017). Where do diversifying experiences fit in the study of personality, creativity, and career success? En eds G. J. Feist, R. Reiter-Palmon, and J. C. Kaufman, Cambridge University Press, (pp.102–123). <https://doi.org/10.1017/9781316228036.007>.
- Dsouza, D. D., Quadros, S., Hyderabadwala, Z. J., and Mamun, M. A. (2020). Aggregated COVID-19 suicide incidences in India. *Psychiatry Res.*, 290:113145. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113145>.
- Gocłowska, M. A., Damian, R. I., and Mor, S. (2018). The Diversifying Experience Model: taking a broader conceptual view of the multiculturalism–creativity link. *J. Cross Cult. Psychol.* 49, 303–322. <https://doi.org/10.1177/0022022116650258>.
- Gombrich, C. (2016). *Polymathy, New Generalism, and the Future of Work: A Little Theory and Some Practice from UCL's Arts and Sciences Degree*, En *Experiences in Liberal Arts and Science Education from America, Europe, and Asia*, Palgrave Macmillan, (pp. 75–89). https://doi.org/10.1057/978-1-349-94892-5_6
- Gunnell, D., Appleby, L., Arensman, E., Hawton, K., John, A., Kapur, N., et al. (2020). Suicide risk and prevention during the COVID-19 pandemic. *Lancet Psychiatry* 7, 468–471. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(20\)30171-1](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(20)30171-1).
- Kaufman, J. C. (2018). Finding meaning with creativity in the past, present, and future. *Perspectives on Psychological Science*, 13(6), 734-749.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago press.
- Oshio, A., Taku, K., Hirano, M., and Saeed, G. (2018). Resilience and Big Five personality traits: a meta-analysis. *Personal Individ. Diff.*, 127, 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2018.01.048>.
- Root-Bernstein, R. (1982). The problem of problems. *J. Theor. Biol.* 99, 193–201. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(82\)90398-8](https://doi.org/10.1016/0022-5193(82)90398-8).

- Root-Bernstein, R. (1989). *Discovering. Inventing and Solving Problems at the Frontiers of Knowledge*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Root-Bernstein, R. (2003). Problem Generation and Innovation, En *The international handbook on innovation*, ed. L. Shavinina, Pergamon Press, (pp. 170–179). <https://doi.org/10.1016/B978-008044198-6/50012-7>.
- Root-Bernstein, R., and Root-Bernstein, M. (2020). Polymathy. En *Encyclopedia of creativity*, eds M. Runco and S. Pritzker, Academic press, (pp. 375–380). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.23671-7>.
- Root-Bernstein, R., Van Dyke, M., Peruski, A., and Root-Bernstein, M. (2019). Correlation between tools for thinking; arts, crafts, and design avocations; and scientific achievement among STEMM professionals. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116, 1910–1917. <https://doi.org/10.1073/pnas.1807189116>.
- Simonton, D. K. (2017). Creative Geniuses, Polymaths, Child Prodigies, and Autistic Savants: The Ambivalent Function of Interests and Obsessions. En *The Science of Interest*, eds P. O’Keefe and J. Harackiewicz, Cham: Springer (pp.203-225). https://doi.org/10.1007/978-3-319-55509-6_9.

#JUGAR ES DIVERTIDO PERO #INVENTAR_JUEGOS #MOLA_MAS

JL ANLLO NAVEIRAS

Estudiante de Diseño y Manufactura. MIT, Cambridge, USA

up202001222@edu.med.up

Abstract

Ante un escenario de fracaso escolar o un clima de competitividad en el aula, se pretende buscar herramientas que estimulen al alumno a conocer sus capacidades y a desarrollarlas, dirigiéndolo implementar proyectos propios inspirados en los contenidos de clase. Las ciencias, las matemáticas, la ingeniería nos evocan fascinantes aventuras e intrigantes argumentos de juego que canalizados a través del arte y las nuevas tecnologías nos ofrecen un universo mágico. Una fuente inagotable de ideas, soluciones que también pueden ser guiones de emocionantes juegos e inventos que pondrán de manifiesto el ingenio de alumnos con mayor facilidad para la ejecución que la retención, síntesis y expresión. El alumno experimentará el intercambio de ideas y espíritu de equipo, la complicidad y las posibilidades y divertidas ramificaciones a las que nos puede llevar nuestra creatividad. Es la diversión cerebral para arreglar el mundo.

Keywords

Creatividad, aminoácidos, melodía, juegos

1. INTRODUCCIÓN

Desde la experiencia como estudiante y profesora de prácticas de farmacia, se pretende aportar herramientas para estimular la creatividad en los/as niños/as y su autoconfianza así como el espíritu de equipo, la curiosidad y la colaboración. En el aula nos encontramos con niños/as con diversas capacidades. Algunos/as de ellos/as, con fracaso escolar. Tal vez porque tengan dificultades para sintetizar o memorizar pero eso no quiere decir que no la dominen los contenidos en su lugar cuentan con gran habilidad para relacionar conceptos y disposición. Tal vez tengan dificultad para gestionar el fracaso o sufran un bloqueo al sentirse supervisados. Puede ser que la búsqueda de la perfección les haga más exclusivos pero menos resolutivos. Tal vez les resulte difícil gestionar su creatividad ya que encuentran estímulos de forma constante. Muchas veces estos/as, son niños/as obstinados/as y brillantes profesionales, pero el fracaso escolar condicionará su porvenir. En algunos/as los malos resultados académicos, los/as invitan a la desmotivación o la falta de confianza personal. Como educadores sería un desafío, dirigir el foco al el aprendizaje y la diversión de el niño sin que prepondere la actitud supervisora. STEAM se convierte en una oportunidad para ver cómo se comportan estos niños en un escenario práctico. Dicen que cuando más se aprende es cuando se tramite. ¿Qué mejor manera de hacerlo que promoviendo que los niños traduzcan la materia escolar a juegos creados por ellos? ¿Hasta qué punto el STEAM será mejor asimilado por un niño que por un adulto? El Doctor Anllo dijo en una entrevista “El futuro es un niño colorado y despeinado con una bolsa de deportes en una mano y la mochila de libros a la espalda”. Metámosle una tablet en la mochila y el “juego” en la educación y veamos que crea ese niño llamado futuro.

2. OBJETIVOS

- Buscar la manera de que alumnos con formas particulares de aprendizaje encuentren en STEAM un canal para expandirse, conocer su potencial e interactuar con la sociedad, desde su “superpoder”.
- “Empujar” a los niños/as para que elaboren sus propios juegos y los compartan inspirándose en los contenidos de clase. Fusionando ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas
- Buscar la motivación en los niños/as y su autoconocimiento; estimulando la curiosidad y creatividad, el espíritu de equipo y la sofisticación puesta en práctica.
- Familiarizar a los niños/as con las nuevas tecnologías llevadas al aprendizaje y a la transmisión de conocimiento vinculado al ocio para ofrecer nuevas alternativas de ocio *tech* fuera de argumentos violentos, deshumanizados y competitivos.

3. MATERIAL

El Se desarrollan tres prototipos de juegos en los que se trata de reunir codones o aminoácidos y adquirir la mayor cantidad de puntos mediante el conocimiento de las características de los aminoácidos, los grupos en los que se distribuyen o su particularidades de una forma sencilla. Se intenta reconducir el fracaso como otra forma de aprendizaje de forma que a el jugador que pierde se le propone que empleando una aplicación desarrollada en MIT interprete la melodía que resulta de los aminoácidos obtenidos en la partida o de una proteína que contenga esos aminoácidos. La elección de música de fondo para generar atractivo en la melodía o la aportación personal a la experiencia del alumno que perdió la partida puede darle la oportunidad de mostrarnos su habilidad sorprendente, su “superpoder”. Los juegos están pensados para todas las edades e incluso pueden convertirse en una forma de acercar a los “adultos atrapados a la brecha digital” a las nuevas tecnologías. La intención es desarrollar los prototipos de juegos en el futuro y distribuirlos.

4. CLASIFICACIÓN DE LOS AMINOÁCIDOS Y CONTENIDO DEL JUEGO

4.1. Clasificación de los aminoácidos:

Aminoácidos comunes: Los 20 aminoácidos COMUNES que se encuentran en proteínas son: Alanina, Arginina, Asparagina, Ácido aspártico, Cisteína, Ácido glutámico, Glutamina, Glicina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Prolina, Serina, Treonina, Triptófano, Tirosina, Valina.

Aminoácidos esenciales: Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptófano y Valina.

Aminoácidos no esenciales: Alanina, Arginina, Asparagina, Acido aspártico, Cisteína, Acido glutámico, Glutamina, Glicina, Prolina, Serina y Tirosina.

Aminoácidos condicionales: Arginina, Cisteína, Glutamina, Glicina, Prolina, Serina y Tirosina.

Aminoácidos únicos: Triptófano y Metionina.

Aminoácidos no polares: Alanina, Valina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Prolina, Fenilalanina, Triptófano, Glicina.

Aminoácidos polares sin carga: Serina, Treonina, Cisteína, Asparagina, Glutamina, Tirosina.

Aminoácidos polares con carga positiva: Lisina, Arginina, Histidina.

Aminoácidos polares con carga negativa: Ácido aspártico, Ácido glutámico.

4.2. Contenido del juego

Esquema de grupos de codones y sus aminoácidos correspondientes. Tablero desplegable con las combinaciones de nucleótidos y codones que componen cada aminoácido impresas. 84 fichas de nucleótidos (21 de cada uno). Fichas de cartón de colores para marcar en el tablero los aminoácidos construidos por cada jugador(un color por jugador o equipo). 21 cartas con la estructura de cada aminoácido y sus características (carga eléctrica positiva, negativa, apolar, hidrofóbica... etc.). Suman 21 porque se incluye la Ornitina como carta comodín. 84 cartas de nucleótidos.

5. MÉTODOS:

5.1. Juego uno: de #tras_leit(e)

Cada jugador escoge sus fichas de entre los distintos colores. Estas fichas servirán para marcar en el tablero los aminoácidos obtenidos. Se programa el cronómetro para que en 6 minutos suene la alarma, marcando el fin de tiempo de carrera de aminoácidos. Se vuelcan las 84 fichas de nucleótidos en la mesa. Los jugadores deben construir la mayor cantidad de aminoácidos en los 6 minutos disponibles usando las 84 bases nucleotídicas y el tablero como guion. Se trata de conseguir el mayor número de puntos, hay que tener en cuenta que unos aminoácidos son más valiosos que otros y que conseguir varios aminoácidos del mismo grupo sumará puntos extra. Pasados los 6 minutos cada jugador coloca sobre el tablero una de sus fichas sobre los aminoácidos obtenidos para proceder a contar los puntos. El juego se puede jugar de forma individual o en grupo. En caso de jugar en grupo podrán hacerlo a partir de 5 años en adelante.

Puntuación del juego de tablero:

Los puntos obtenidos inicialmente coincidirán con 1 por el número de aminoácidos conseguidos por cada jugador Si los aminoácidos obtenidos pertenecen a un mismo grupo físico químico sumaremos puntos

extra. Es decir 2 aminoácidos de un mismo grupo suma 1 punto por el primer aminoácido y 10 por el segundo y el tercero (ej. Si reunimos 3 aminoácidos del mismo grupo obtendríamos 21 puntos). Pero si ya tenemos 3 aminoácidos de un grupo físico-químico por cada uno que incorporemos, a partir de ahí sumaremos 5 a mayores de forma sucesiva (ej. Si obtenemos 4 aminoácidos de un mismo grupo obtendremos 21 puntos correspondiente a los 3 primeros y por el cuarto obtendríamos 15 en lugar de 10 y si conseguimos un quinto aminoácido del mismo grupo físico químico obtendríamos 20 puntos en lugar de 10. Si conseguimos un grupo entero con las mismas características fisicoquímicas entonces sumamos 100 puntos a los obtenidos anteriormente. Los jugadores, recibirán 20 puntos extra si consiguen aminoácidos ESENCIALES, 25 si los consiguen CONDICIONALES y 50 si consiguen aminoácidos UNICOS. Para el jugador que pierde la partida tenemos una sorpresa. Coloca todos los aminoácidos que has conseguido en orden empezando en lo más alto del tablero siguiendo las agujas del reloj. A continuación sirviéndose de esta aplicación https://play.google.com/store/apps/details?id=com.synth.aminoacidplayer&hl=en_US podrás conocer la melodía generada.

5.2. Juego dos: #mi_familia_de_aminoácidos

Contamos con 21 de cartas. Se reparten entre los jugadores para jugar al clásico juego de las familias. Gana el jugador que tiene más familias construidas. La Ornitina será una carta comodín que se puede incluir cuando el número de jugadores es impar. Si un jugador reúne los aminoácidos polares positivos les permite completar la familia si les falta una carta. Gana el jugador que consigue más familias. Se pueden conceder puntos extra por aminoácidos determinados y evidentemente las familias más grandes contarán con un factor multiplicador ya que son más difíciles de completar. Con la secuencia de aminoácidos adquirida él o la perdedora sirviéndose de un adulto consultará una proteína que contenga todos los aminoácidos reunidos durante la partida sirviéndose de ChatGPT. Obtenida la secuencia de la proteína se acude a la siguiente aplicación https://play.google.com/store/apps/details?id=com.synth.aminoacidplayer&hl=en_US para conocer la melodía generada. ¿Te imaginas que preciosa será su estructura y a cuantas fuerzas está expuesta? Te parecerá increíble pero su estructura condicionará su función y características (<http://www.swissdock.ch/>)

5.3. Juego tres #codones_a_montones

Contamos con 84 cartas de nucleótidos. Se reparten 3 cartas a cada jugador. Los jugadores van echando cartas hasta que consiguen construir un codón. Si no se puede construir ese codón se coge una carta nueva del montón común y si no se puede construir igualmente después de coger la carta se pasa el turno para el siguiente jugador. Cuando se construye un cordón se lo lleva el que lo construyo. Gana el jugador que construyó más codones o el que terminó antes sus cartas. (eso se tiene que decidir antes de comenzar la partida). En la ficha de consulta podemos ver a qué aminoácidos correspondían esos codones. Con la secuencia de aminoácidos adquirida él o la perdedora sirviéndose de un adulto consultará una proteína que contenga todos los aminoácidos (asociados a los codones que reunió durante la partida) sirviéndose de ChatGPT.

Obtenida la secuencia de la proteína se acude a la siguiente aplicación https://play.google.com/store/apps/details?id=com.synth.aminoacidplayer&hl=en_US para conocer la melodía generada.

6. CONCLUSIONES

Mediante pasos sencillos se pretende desarrollar la creatividad del alumno estimulando que investigue sobre su medio y sus posibilidades, evocando su inspiración. Estamos invitándolo a que se expanda. Se pretende fomentar el desarrollo personal del alumno y que este defina sus capacidades o intereses. Se trata de aportar un escenario *tech* (STEAM) con argumentos alejados de la competición insana, la agresividad o la delincuencia. Estos argumentos tal vez contribuyan a deshumanizar a la sociedad. Nos interesa fomentar el espíritu de equipo, el entusiasmo y de forma indirecta la sensación de sentirse capaz, de aportar y de apasionarse. Es importante que este juego sea un modelo que haga ver al alumno que la ciencia es una gran aventura con unos efectos especiales fascinantes y que puede servirnos como argumento de juegos y que ellos, los niños pueden ser los productores y a la vez los protagonistas de esos juegos. Porque nadie sabe jugar mejor que un niño. Puesto que hablamos de contenidos interdisciplinares a medida que el niño va creciendo y adquiriendo nuevos conocimientos puede implementar nuevas versiones de su juego. Se encontrará en un escenario de toma de decisiones. Continuar con nuevas versiones de su proyecto o comenzar con una temática diferente. Esto será una experiencia útil en su futuro profesional que unida a la respuesta del público a su proyecto le ayudará a madurar.

7. AGRADECIMIENTOS

Muestro mis agradecimientos a Miguel Angel Queiruga-Dios por su entusiasmo, capacidad e interés en que participase en el congreso. A La Estación de la Ciencia y la Tecnología y a la Universidad Burgos. A mis profesores Markus. J Buehler (ingeniero y músico en el MIT) y a Santiago Ortiz Núñez (catedrático de Botánica de la Universidad de Santiago de Compostela). También agradezco a mis sobrinos/as que me inspiran con su refrescante creatividad.

8. REFERENCIAS

- [Base de datos de Nucleótidos]. (s.f.). National Library of Medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>
- Celainfob (2020). Lo que debes saber sobre las técnicas de análisis de proteínas. Comunidad Digital Celainfob. <https://www.celainfob.com/post/lo-que-debes-saber-sobre-las-t%C3%A9cnicas-de-an%C3%A1lisis-de-prote%C3%ADnas>
- ChatGPT. (s.f.). <https://chat.openai.com/chat>
- Ornitina. (2021). En *Wikipedia*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Ornitina>
- MIT Laboratory for Atomistic & Molecular Mechanics. (2019). *Amino Acid Synthesizer* [Aplicación móvil]. Google Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.synth.aminoacidplayer&hl=en_US
- Queiruga-Dios, M.Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Vázquez-Dorrío, J.B. (2021). Technologies Applied to the Improvement of Academic Performance in the Teaching-Learning Process in Secondary Students. In: Herrero, Á., Cambra, C., Urda, D., Sedano, J., Quintián, H., Corchado, E. (eds) *The 11th International Conference on European Transnational Educational (ICEUTE 2020)*. ICEUTE 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1266. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57799-5_32
- SwissDock (s.f.). Web service to predict the molecular interaction. Swiss Institute of Bioinformatic. <http://www.swissdock.ch/>
- Yu, C. H., Qin, Z., Martin-Martinez, F. J., & Buehler, M. J. (2019). A self-consistent sonification method to translate amino acid sequences into musical compositions and application in protein design using artificial intelligence. *ACS nano*, 13(7), 7471-7482. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b02180>

FYQVS: FÍSICA Y QUÍMICA VIVAZ EN SECUNDARIA: AULA-MUSEO Y CENTRO INTERACTIVO DE LA CULTURA CIENTÍFICA

J PEREA-LÓPEZ, S PEREA-PUENTE

King's College London, J. Castilla y León

sinuhe.perea@ieee.org

Abstract

A través de esta comunicación se discute el problema de la didáctica de las ciencias naturales en secundaria, con particular interés en el currículo de la Física y la Química a través de un estudio bibliográfico sobre la pedagogía del mismo e introducción de una serie de actividades didácticas enfocadas a lo largo de tres ejes complementarios: docencia y recursos didácticos, metodologías interactivas tictac y relación del alumno con el entorno. La propuesta introduce la creación de un Aula-Museo y Centro Interactivo de la Cultura Científica para la didáctica de la Física y Química, formado por el laboratorio y un aula anexa que favorezca una educación interactiva acorde a la actualidad. Este Aula-Museo albergaría objetos de interés científico, recursos audiovisuales y acceso a una plataforma colaborativa para el profesorado con distintas propuestas y actividades, fomentando la cooperación intercentros y como un modelo universal exportable.

Keywords

Aula-museo interactivo, constructivismo, FyQVS, problem-oriented teaching.

1. INTRODUCCIÓN: MOTIVACIÓN Y MARCO PEDAGÓGICO ACTUAL

La innovación desempeña un papel fundamental en la educación, según muchos expertos (Navarro Asensio, 2017), y resulta esencial para lograr una educación adaptada a la sociedad en la que los estudiantes se desenvolverán en su vida adulta. Sin embargo, a menudo no se le da la importancia que merece y se considera un aspecto secundario, en detrimento del plan de estudios y otros intereses más inmediatos. Una educación de calidad que se adapte adecuadamente a las necesidades actuales de la sociedad se trata de abordar, quizás, a través de las numerosas reformas educativas que se han llevado a cabo en las últimas décadas (*LOECE, LODE, LOGSE, LOPEG, LOCE, LOE, LOMCE* y en la actualidad *LOMLOE*). Sin embargo, esto puede resultar paradójico si consideramos que en la Física y Química, por ejemplo, las Leyes de Newton o la Teoría Cinética de los Gases apenas han cambiado en los últimos siglos. Por lo tanto, no parece descabellado apuntar que las modificaciones estén más relacionadas con la metodología que con la naturaleza de la materia en sí misma.

Este hecho nos ha motivado para desarrollar un proyecto de innovación en la enseñanza de estas materias, cuya motivación personal surgió de una feliz anécdota de mi época universitaria. En los años 80, los ordenadores apenas aparecían en las películas estadounidenses y, en contadas ocasiones, en algunas prácticas de laboratorio. La idea de la tecnología se limitaba en gran medida a nuestras experiencias personales, en su mayoría lúdicas, con la época dorada de Sinclair y Amstrad, y era difícil imaginar que “habría un ordenador en cada casa”. Fue en la asignatura de Química Analítica donde el catedrático D. Jesús López Palacios, llegó a clase arrastrando una pesada maraña de cables y lo que creo que era un Apple II, simplemente para que pudiéramos ver en vivo y en directo una simulación de una volumetría ácido-base. Desde aquel día, decidí que si alguna vez me convertía en profesor, intentaría “engancha” a los estudiantes a través de la innovación, de la misma manera en que yo quedé enganchado ese día.

Hoy en días es crucial ir más allá de la simple lección magistral y fomentar en su lugar el pensamiento crítico y la autonomía intelectual del alumnado, especialmente en un mundo donde las nuevas herramientas pueden convertirse en un arma de doble filo si se usan de manera incorrecta. Para lograr esto, es importante actualizar los métodos tradicionales que promueven la pasividad en los estudiantes y en su lugar fomentar la participación y la interacción. Además, es esencial proporcionar experiencias de aprendizaje novedosas y complementar las metodologías existentes con soportes adicionales para facilitar una comprensión más completa de los fenómenos. Es importante tener en cuenta que existen diferentes modelos educativos, y que el

docente debe navegar en un amplio espectro de grises en lugar de adherirse a un método único e inmutable. Desafortunadamente, en la “cultura popular” existen muchas ideas preconcebidas que justifican la falta de interés en la Física y la Química, lo que hace que proyectos innovadores y inclusivos adquieran todavía una mayor importancia. Es necesario tener mecanismos de retroalimentación para evitar la desconexión temprana de la disciplina y evitar la limitación académica en el futuro (Fig. 1).

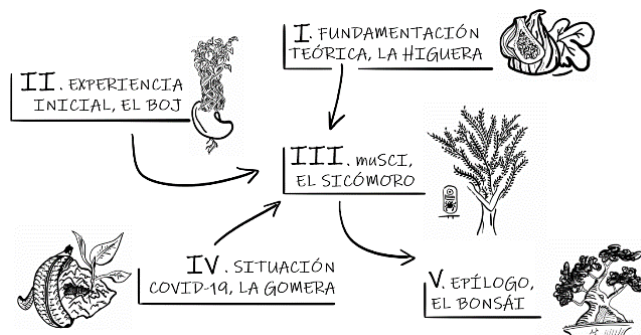


Figura 1. Estructura y diagrama de flujo del proyecto FyQVS. La fundamentación teórica del mismo es la que se presenta en el presente artículo correspondiente a “la higuera”.

Es común escuchar frases como “la letra con sangre entra” o referirse a las “ciencias duras”, como la Física y Química, lo que alimenta y justifica visiones anticuadas y peligrosas. En lugar de esto, se pueden introducir metodologías lúdicas que simulen situaciones de la vida real y fomenten metas internas beneficiosas para los estudiantes. Además, es importante evitar la desconexión temprana de los estudiantes de conceptos básicos de números y orden de magnitud, lo que puede limitar su pensamiento crítico. En la Física y Química, se busca un tipo de aprendizaje interactivo que involucre a los estudiantes en la experiencia, lo que les permitirá entender mejor los conceptos abstractos en el futuro. Para lograr esto, los docentes deben estar atentos a las dificultades de los estudiantes y plantear actividades complementarias que incluyan ejemplos prácticos y experiencias transversales de resolución de problemas.

En conclusión, la innovación didáctica en la Física y Química requiere de una sensibilidad especial y de métricas adecuadas para evaluar la efectividad de las metodologías utilizadas. La revisión de la literatura científica es importante para sustentar teóricamente los proyectos, pero el enfoque debe estar en su implementación práctica. En los próximos artículos, se plantearán los ejemplos didácticos propuestos en el marco del proyecto FyQVS.

2. FUNDAMENTO E INTERÉS DEL FyQVS

En el último siglo, el aumento del interés social y político en la alfabetización científica se ha traducido en un incremento del número de Museos de Ciencia y Tecnología, como reflejo de la intención de derrumbar preconcepciones sociales ya anticuadas y peligrosas acerca de las dos culturas, y de eliminar la idea de los científicos como habitantes de “torres de marfil”. La Conferencia Mundial sobre Ciencia para el Siglo XXI de la UNESCO subrayó la necesidad de fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y sectores de la sociedad.

En España, la creación de los primeros Museos de Ciencia y Tecnología se manifestó en su duplicación ocurrida en apenas una década con la incorporación, entre otros, del Museo de la Ciencia de Valladolid. Existe una creciente atención hacia esta cuestión en nuestra Comunidad, situándose en tercera posición entre las comunidades con mayor número de estos museos. Aunque no hay una definición exacta de lo que se considera un Museo de Ciencia y Tecnología, se puede establecer una posible taxonomía en tres grupos bien diferenciados: “Recursos y colecciones”, “Dinámico-interactivos” y “Entorno y reflexión”.

Esta clasificación nos permite establecer tres dimensiones distintas para la concepción de las actividades del aula-museo. A veces, parece que las visitas escolares a este tipo de centros se conciben de manera meramente “divertida”, con un acercamiento no formal a la Ciencia, que se asemeja más a un parque temático. Esto puede resultar en un mínimo aprendizaje para los alumnos. Para evitar este tipo de errores, se necesita un diseño muy cuidado y un planteamiento constructivista del museo.

Según las Encuestas Nacionales de Percepción Social de la Ciencia, este tipo de museos siguen estando a la cola en cuestiones como servir de medio de información para mantenerse “al día” sobre Ciencia y

Tecnología. Además, existe una “burbuja de la información”, en la que las personas más preparadas científicamente son las que más los visitan, lo que no ayuda al objetivo social planteado al principio. Además, dentro de los museos también existen sesgos en cuestiones como ofrecer una visión individualista y elitista de la comunidad científica, minusvalorar el papel de la Tecnología, o no dar el suficiente contexto a los recursos mostrados, ofreciendo en ocasiones, una visión deformada de la realidad científica.

El proyecto FYQVS no busca resumir la experiencia que se tiene en un museo de ciencia y tecnología en un espacio mucho más pequeño, ya que su enfoque es opuesto. Aunque los museos tienen una dimensión espacial muy amplia, su dimensión temporal es limitada, mientras que en el muSCI, aunque su espacio es reducido, su alcance temporal es más prolongado, lo que permite una maduración más pausada y reflexiva. Además, el aula no está limitado a la especialidad de Física y Química, sino que pretende ser un lugar de encuentro para todas las disciplinas científicas y afines. Se realizó un benchmarking para verificar si existían proyectos similares (Fig. 2).

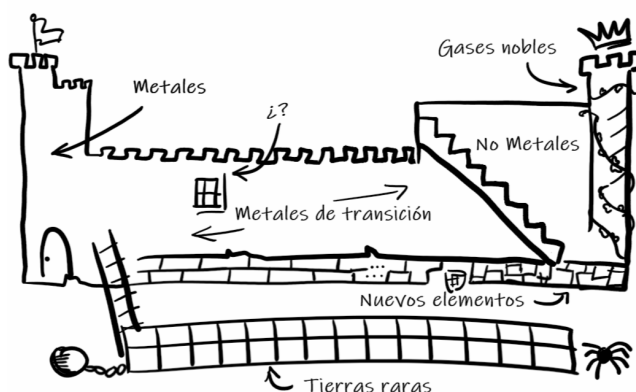


Figura 2. Ejemplo de actividad didáctica dentro del FYQVS correspondiente al eje docencia y recursos didácticos; boceto de la Tabla Periódica con forma de castillo. Se introducen las tierras raras a través de las “mazmorras”, los gases nobles en la “torre del homenaje”, los elementos sintéticos mediante “huecos” en la fachada y/o se introducen los nuevos elementos creados diciendo que “se empezó la tabla periódica por el tejado”. Estas metáforas permiten que la “curva de aprendizaje” de Ebbinghaus sea más suave a la entrada y facilitan, posteriormente, la introducción de los conceptos de manera formal.

Por ejemplo, en Castilla y León se han propuesto algunos proyectos incluyendo una pinacoteca de autores universales en las zonas comunes, la transformación del centro educativo en un museo enfocado en creaciones artísticas, o la realización de módulos transportables con experiencias y aparatos de disciplinas científicas compartibles entre centros.

3. DISCUSIÓN Y ROADMAP

En este artículo se han presentado las bases y los principales objetivos que se pretenden alcanzar con el proyecto FYQVS; es tarea de futuras comunicaciones la introducción formal de estas actividades didácticas y su consolidación en el aula-museo (que también pueden ser encontradas en la web del proyecto, disponible en la bibliografía).

A través de ello, en primer lugar, se busca mejorar la calidad de la enseñanza de la Física y Química mediante un enfoque innovador basado en recursos materiales y actividades novedosas ubicados en el seno del Centro Educativo, con el objetivo de fomentar el interés por la materia y permitir a los alumnos disfrutar de un conocimiento multidisciplinar y útil para su desarrollo personal. Además, se pretende fomentar la interacción entre los grupos del Centro con alumnos y profesores de otros centros educativos y con el entorno local del Instituto. En segundo lugar, se buscan objetivos específicos relacionados con la creación y gestión del Aula-Museo y Centro Interactivo de la Cultura Científica (*muSCI*). Para ello, se propone la creación de exposiciones permanentes y temporales, el desarrollo de propuestas de cooperación intercentros y la promoción del uso del muSCI a través de propuestas provinciales y regionales con otras comunidades educativas con visitas, certámenes o charlas. La adecuación de estos objetivos será evaluada mediante el uso de unos indicadores asociados. A partir de las experiencias parciales obtenidas en “El Boj”, se podrá desarrollar una serie de conclusiones parciales, estudio DAFO, líneas abiertas y plan de mejora que sirva como una primera evaluación experimental. En definitiva, se espera que este proyecto sea una propuesta innovadora que contribuya a mejorar la educación científica en el Instituto y tenga un impacto positivo en la comunidad educativa y en la sociedad en general.

4. AGRADECIMIENTOS

A mi mujer Salomé por los bellos dibujos de las especies del género ficus y la imagen del castillo de la Tabla Periódica y, a mis padres María del Carmen y José Luis por su paciencia en atender y preguntar en las fases embrionarias del proyecto. A ambos, gracias.

5. REFERENCIAS

Acerca de las distintas aproximaciones y teorías psico-pedagógicas

- Voneche, J. y Piaget-Vygotsky, T. A. (2001). La génesis social del pensamiento.
- Guevara Gómez, L. (2010). El modelo constructivista. *Temas Educación, 11*, 60.
- Martín Ortega, E. y Marchesi, A. (1996) Aportaciones de Piaget a la teoría y práctica educativas. *Psicología Educativa, 2*, 2 151-166.
- Varela Nieto, P., et al. (1993). *Iniciación a la física en el marco de la teoría constructivista*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.
- Montessori, M. (2014). *La mente absorbente del niño*. Pearson Publishing.
- Daisaku, I. (2001). *Soka education*. Middleway Press.
- Durán Palacios, P. (2014). Reflexiones en torno al valor pedagógico del constructivismo. *Ideas y Valores, 63*, 155.

Acerca del interés, aprendizaje y uso de los museos científicos y tecnológicos

- Laspra Pérez, B. (2013). El papel de los museos de ciencia y tecnología en los estudios demoscópicos de percepción social de la ciencia: El caso de España. *Revista de Estudios para el Desarrollo Social de la Comunicación, 7*, 123-140.
- Morentin Pascual, M. y Guisasaola Aranzábal, J. (2005). Museos de ciencia y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 43*, 58-66.
- Segarra, A., Vilches, A. y Gil, D. (2008). Los museos de ciencias como instrumentos de alfabetización científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales, 22*, 85-102.
- Perea López, J. (2000). *Física y Química. 1º Bach*. Editorial Monte Carmelo.
- Páramo, E. et al. (2002). *Guía del Parque de las Ciencias*. Consorcio Parque de las Ciencias.
- Janousek, I. (2000). The “context museum”: integrating science and culture. *Museum International, 52*, 4.
- Caraballo Martínez, I. (2013). *Pinacoteca de autores universales*. Tercer Premio Proyecto de Innovación Colegio Maestro María (Salamanca).
- Díaz Cruz, F.J., Flores Núñez, L. y González Hernández, S. (2007). *El museo como recurso didáctico*. Trabajo Fin de Grado, Universidad La Laguna.
- Gutiérrez Martín, D. (2008). *A ciencia cierta: un museo para todos*. Premio Especial Proyecto de Innovación IESO Tomás Bretón (Salamanca).
- Jiménez Maqueda, A., et al. (2007). *Creación de una escuela museo*. Premio Antonio Domínguez Ortiz IES José María Infantes (Sevilla).

Acerca de los proyectos de innovación y ejemplos generales y de la especialidad

- Navarro Asensio, E. et al. (2017). *Fundamentos de la investigación y la innovación educativa*. Editorial Unir.
- Grappin Navarro, S. (2010). *Innovación en la didáctica de la investigación educativa*. Facultad de Pedagogía, Universidad de Veracruz.
- Franco Mariscal, A.J. (2006). *Enseñando física y química con ideas quijotescas*. Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Cañas, F., Lazo, L. y Carcamo, C. (2016). Chemistry learning with application of the zone of proximal development and use of conceptual maps in the chemistry lab. *Journal of the Chilean Chemical Society, 61*, 1.
- Reyes, M. (2005). *Uso de mapas conceptuales en química*. VII Escuela Venezolana para la enseñanza de la Química.
- Perea López, J. (2021). *FyQVS: Física y Química Vivaz en Secundaria*. <https://sites.google.com/view/fyqvs>.

EL IMPACTO DE LA COMPRENSIÓN DE LA INDAGACIÓN CIENTÍFICA EN EL APRENDIZAJE DE LA GENÉTICA EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

JP JIMÉNEZ PÁVEZ

University of Talca, Linares, Maule, Chile

Juan.jimenez@utalca.cl

Abstract

La Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI en inglés) es un componente importante de la alfabetización científica. La literatura teoriza que NOSI aumenta la comprensión de los estudiantes sobre el conocimiento del contenido científico. Sin embargo, esta suposición aún no ha sido testeada empíricamente. El objetivo principal de este estudio fue evidenciar empíricamente la suposición de que comprender NOSI mejora el aprendizaje sobre genética. Utilizando un diseño cuasi-experimental, con diseño de grupo control no equivalente, una muestra de 150 estudiantes de noveno grado provenientes de tres escuelas secundarias públicas en Chile fueron asignados aleatoriamente a grupos de intervención y a grupos control. Los estudiantes en los grupos de intervención recibieron una Unidad NOSI de manera explícita y reflexiva con una duración de cinco semanas, y luego recibieron una Unidad de Genética de cinco semanas, como tratamiento. Los estudiantes en los grupos control recibieron solo la Unidad de Genética durante cinco semanas. Para medir la comprensión de NOSI y la comprensión sobre Genética, los estudiantes respondieron dos instrumentos: The views about Scientific Inquiry (VASI) y un test contextualizado de Genética de opción múltiple. Los resultados mostraron que la Unidad NOSI fue eficaz para mejorar la comprensión de NOSI en los grupos de intervención y los resultados también mostraron que la Unidad de Genética fue eficaz para mejorar la comprensión de la Genética en ambos grupos. Sin embargo, los estudiantes en los grupos de intervención superaron a sus compañeros en los grupos de control al obtener puntajes más altos en el test de Genética. Algunas limitaciones de este estudio incluyen el contexto remoto en el que se llevó a cabo y el posible sesgo en el análisis cualitativo de los cuestionarios VASI.

Palabras claves

Alfabetización Científica, Genética, Indagación Científica, Genética

1. INTRODUCCIÓN

La Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI en inglés) ha sido promovida durante mucho tiempo como un objetivo educativo importante en la educación científica alrededor del mundo y ha sido incluido en múltiples documentos curriculares (por ejemplo, National Research Council [NRC], 1996; National Science Teaching Association [NSTA], 2020; Next Generation Estándares de Ciencias [NGSS], 2013). Además, la inclusión de NOSI ha sido reconocida durante mucho tiempo como un componente crítico de la alfabetización científica (Roberts, 2007). Se han hecho varios esfuerzos para enseñar NOSI a estudiantes desde la educación pre-escolar hasta la educación universitaria y la literatura existente indica que los estudiantes de diferentes edades pueden aprender e identificar los aspectos de NOSI de manera efectiva (Lederman y Lederman, 2004; Lederman et al, 2013). Sin embargo, aunque se reconoce la importancia de comprender la NOSI como un componente clave en la educación científica, no se ha realizado suficiente trabajo para evaluar el impacto de la comprensión de la NOSI en el aprendizaje de biología o cualquier conocimiento de contenido en general (Driver et al., 1996; Lederman y Lederman, 2019). Se ha encontrado alguna evidencia del impacto de NOSI en la revisión de la literatura, sin embargo, problemas con los instrumentos utilizados y problemas con los diseños de investigación de dichas investigaciones hacen que las conclusiones no sean confiables.

El objetivo de este artículo es aportar evidencia empírica acerca de si la comprensión de NOSI facilita el aprendizaje sobre genética en estudiantes de secundaria. Esta investigación contribuirá a llenar el vacío existente en la literatura relacionada con la Naturaleza de la Indagación Científica.

2. EL PROBLEMA

La Naturaleza de la Indagación Científica (NOSI) ha sido reconocida durante mucho tiempo como un componente crítico e importante de la alfabetización científica (Roberts y Bybee, 2014). De hecho, se plantea la hipótesis de que NOSI puede mejorar la comprensión de los conceptos científicos por parte de los estudiantes y permitirles tomar decisiones informadas sobre cuestiones personales y sociales con base científica (NSTA, 2020). La NOSI se ha incluido en varios documentos curriculares en todo el mundo (p. ej., NGSS Lead States, 2013), pero se ha prestado poca atención a como la comprensión de la NOSI puede fomentar o afectar el aprendizaje de las ciencias. La extensa literatura sobre Indagación Científica [SI] (Crawford, 2014) muestra una falta de investigación sobre el impacto del aprendizaje de NOSI en el aprendizaje de contenido científico y la investigación actual muestra que los estudiantes pueden aprender y comprender los aspectos de NOSI cuando esos aspectos se enseñan en un forma explícita y reflexiva. Sin embargo, hay una falta de investigación sobre si la comprensión de NOSI facilita el aprendizaje de contenido científico en educación infantil, educación primaria o educación secundaria. Este estudio busca responder a las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Una intervención NOSI explícita y reflexiva promueve la comprensión de NOSI? (2) ¿Una unidad de enseñanza especial promueve la comprensión de la genética? (3) ¿La comprensión de NOSI facilita el aprendizaje de la Genética?

3. DISEÑO DEL ESTUDIO

Para responder a las preguntas de investigación, este estudio tomó un diseño de grupo de control no equivalente cuasi-experimental (NECGD en inglés). Los estudiantes en el grupo de intervención recibieron instrucción explícita-reflexiva en NOSI y luego una unidad de contenido científico sobre Genética (UCG). Los estudiantes del grupo control recibieron solo la unidad de contenido de Genética. Fuera del estudio (off-Study), los grupos control también recibieron la Unidad NOSI para compensar la falta de conocimiento que recibieron los grupos de intervención durante el estudio.

En el estudio participó una muestra de 150 estudiantes de noveno grado con una representación similar de género, antecedentes socioeconómicos, habilidades, cognitivas, y características similares de tres escuelas secundarias públicas en Chile. Los grupos de intervención ($n = 75$) y los grupos control ($n = 75$) estaban compuestos por seis clases intactas asignadas al azar lanzando una moneda. La unidad de análisis fue la clase y tres profesores de biología con puntos de vista informados sobre Naturaleza del Conociendo Científico (NOSK en inglés) y NOSI impartieron ambas unidades didácticas.

Ambas unidades didácticas fueron diseñadas por el autor principal y los seis profesores que participaron en el estudio y ambas unidades se impartieron dos veces por semana durante cinco semanas. La Unidad NOSI usó actividades descontextualizadas para enseñar aspectos de NOSI (Lederman y Abd-El-Khalick, 1998) utilizando un enfoque explícito y reflexivo (Lederman, 2007) como recomienda la literatura actual. Las actividades se transformaron en cinco planes de clases (inicio, desarrollo y cierre) y las lecciones se centraron en algunos aspectos de NOSI. En el caso de la Unidad de Contenidos de Genética (UCG), las actividades se alinearon con el currículo de ciencias local para cumplir con los requisitos educativos pertinentes (MINEDUC, 2020) y la unidad se centró en tres contenidos principales: Genética, mitosis, meiosis y enfermedades genéticas. El investigador observó, video grabó y tomó notas en cada una de las clases solo con fines de fidelidad.

Los estudiantes de los grupos de intervención y control respondieron dos instrumentos válidos y confiables durante el estudio con fines de recopilación de datos para responder a las tres preguntas de investigación: El cuestionario Views About Scientific Inquiry (VASI) (Lederman et al., 2014) y el test contextualizado de la unidad de Contenidos de Genética (UCG-T). El VASI es un cuestionario abierto que permite identificar los ocho aspectos de NOSI: (1) toda investigación científica comienza con una pregunta, (2) no existe un único método científico, (3) los mismos procedimientos pueden no producir los mismos resultados, (4) los procedimientos influyen en los resultados, (5) las conclusiones deben ser consistentes con los datos recopilados, (6) los procedimientos deben basarse y ser guiados por la pregunta de investigación, (7) los datos científicos son diferentes a las evidencias científicas, y (8) las conclusiones se formulan a partir de datos y conocimientos previos. El cuestionario VASI ha sido validado al contexto chileno y ha sido utilizado en diversas investigaciones con estudiantes (Cofré et al, 2014; Cofré et al, 2017). Posteriormente, el 20% de los estudiantes fueron entrevistados para la validez aparente (fase validity). El UCG-T es un cuestionario de 30 preguntas de selección múltiple y que está totalmente alineado con la UCG para cumplir con los requisitos

del currículo local. El instrumento se enfoca en los cuatro objetivos principales de la unidad de contenido (Genética, mitosis, meiosis y enfermedades genéticas). El UCG-T fue diseñado por los docentes participantes y se analizó su validez aparente y de contenido obteniendo un 100% de concordancia. Un grupo de 10 estudiantes de 12º grado ($n = 20$) respondieron la prueba con fines de validez de constructo y confiabilidad.

4. ANÁLISIS DE DATOS

Para responder a la pregunta de investigación 1, se analizaron los cuestionarios VASI y cada respuesta en cada cuestionario VASI fue analizada y categorizada como ingenua, mixta o informada según el nivel de comprensión de cada aspecto. Luego, se utilizaron 10 cuestionarios para establecer la confiabilidad o inter-rater reliability entre evaluadores (100% de confiabilidad entre evaluadores) con el autor principal de los cuestionarios. Posteriormente, se crearon perfiles individuales para cada estudiante para comparar el nivel de comprensión de NOSI. Finalmente, se utilizó la prueba de McNemar-Bowker para comparar las respuestas previas a las posteriores a la prueba en cada aspecto de NOSI.

Para responder a la pregunta de investigación 2, para los Análisis de UCG-T (prueba de contenido), cada respuesta se clasificó de forma dicotómica como correcta o incorrecta (rango de puntaje total de 0 a 30 puntos totales) y se crearon perfiles individuales para cada estudiante para comparar el nivel de comprensión. Finalmente, se utilizó la prueba t de muestras pareadas (Paired-Samples t -Test) para comparar las puntuaciones previas y posteriores a la prueba.

Para responder a la pregunta de investigación 3, se utilizaron los cuestionarios VASI de los grupos de intervención y control (post test) y el UCG-T de los grupos de intervención y control (post test). Luego, se estableció un puntaje de corte de 5 aspectos informados NOSI informados, y se utilizó la prueba t de muestra independiente (Independent Sample t -Test).

5. RESULTADOS

RQ1. El efecto de la intervención de NOSI

Los resultados del análisis y la comparación de los cuestionarios VASI mostraron que los estudiantes en los grupos de intervención mejoraron su comprensión de NOSI desde las pruebas previas a las posteriores en todos los aspectos (Fig. 1). En contraste, los grupos de control respondieron los cuestionarios VASI antes y después de la intervención para identificar si la UCG podría tener algún efecto en la comprensión de NOSI, pero los resultados confirmaron que los estudiantes en los grupos de control no mejoraron su comprensión de NOSI después de recibir la Unidad UCG (Fig. 2).

Por otra parte, el enfoque explícito y reflexivo fue efectivo para promover una mejor comprensión de NOSI y esto está en línea con investigaciones de larga data sobre la enseñanza efectiva de NOSI (Lederman, 2007). Se observaron mejoras significativas en la comprensión de los ocho aspectos de NOSI y un bajo porcentaje de puntos de vista informados sobre Datos vs. Evidencia (NOSI), pero este aspecto es muy difícil de comprender (Cofré et al, 2010). Esta intervención de NOSI ha permitido obtener un grupo de estudiantes informados para los aspectos de NOSI.

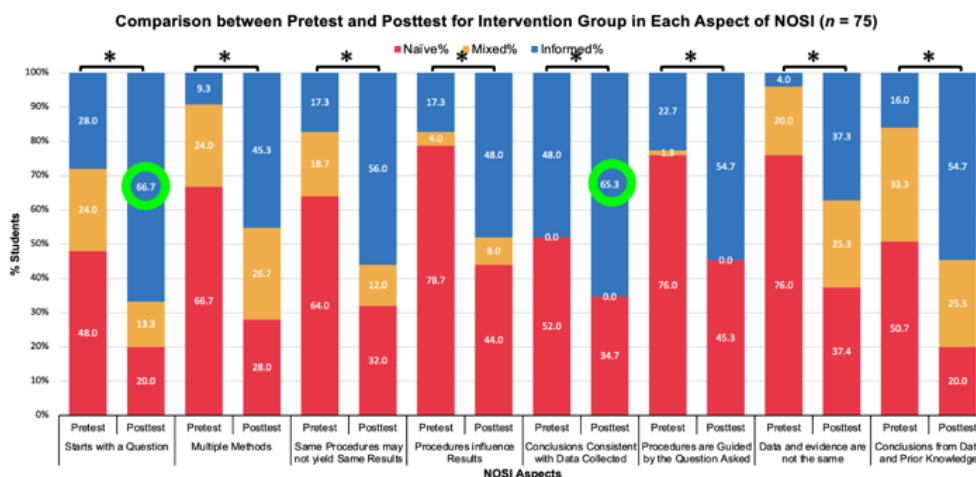


Figura 1. Comparación pretest y posttest en el grupo intervención.

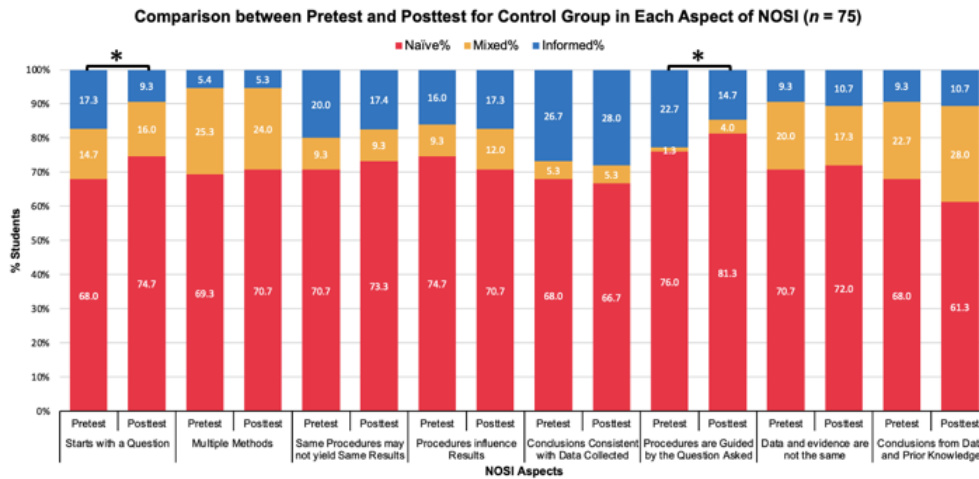


Figura 2. Comparación pretest y posttest en el grupo control.

RQ2. El efecto de la Unidad de contenido de la genética

La prueba t para muestras pareadas mostró una diferencia significativa en las puntuaciones del grupo de control para la prueba previa ($M = 9,39, SD = 3,22$) y la prueba posterior ($M = 18,59, SD = 5,77$); $t(74) = -11,97, p < 0,05$. La prueba t para muestras pareadas también mostró una diferencia significativa en las puntuaciones del grupo de intervención para la prueba previa ($M = 11,56, SD = 4,23$) y la prueba posterior ($M = 19,71, SD = 5,87$); $t(75) = -9,73, p < 0,05$ (Fig. 3).

Los hallazgos sugieren que ambos grupos se beneficiaron de la UCG y mejoraron sus puntajes desde la prueba previa a la prueba posterior. Los estudiantes de los grupos de intervención mostraron puntuaciones más altas en comparación con los grupos de control.

Estos hallazgos fueron esperados considerando que la UCG fue diseñada para cumplir con los nuevos requisitos de aprendizaje curricular (MINEDUC, 2020) y la UCG-T estaba totalmente alineada para medir esos objetivos de aprendizaje. Las comparaciones con la literatura actual parecen limitadas. Los resultados obtenidos en esta intervención son muy similares a los resultados obtenidos en las intervenciones presenciales.

Group	n	Mean	S.D	t	df	p
Control	75	-9.2	6.6	-11.9	74	0.00
Intervention	75	-8.1	7.2	-9.7	74	0.00

Note: p value significant at the $p < .05$ level.

Figure 3. Paired sample t- Test para el grupo intervención y el grupo control.

RQ3. ¿Comprender NOSI en la escuela secundaria facilita el aprendizaje de la Genética?

Teniendo en cuenta la puntuación de corte (5 de 8) de las puntuaciones informadas, la prueba t de muestra independiente indicó una diferencia significativa en las puntuaciones UCG-T para el grupo ingenuo (nave) ($N = 90; M = 18,06; SD = 5,4$) y el grupo informado (informed) ($N = 60; M = 22,78; SD = 6,0$); $t(149) = -2,87, p < 0,05$ (Fig. 4). Los resultados indican que la comprensión de NOSI parece tener un impacto significativo y positivo en el aprendizaje de la genética. Los estudiantes del “grupo informado” también obtuvieron puntajes altos en la UCG-T. De hecho, el “grupo informado” obtuvo 2,8 puntos más que el “grupo ingenuo”. La literatura sobre la comprensión de NOSI es escasa y aún limitada (Crawford, 2014) y solo se han publicado algunos artículos de secundaria.

Estudios o intervenciones exploratorias (Leblebicioglu et al., 2017) y estudios correlacionales que exploran o infieren la relación entre la comprensión de NOSI y el conocimiento del contenido de aprendizaje no han sido informados todavía. Por lo tanto, los resultados de este estudio para esta pregunta de investigación son novedosos y no hay otros estudios empíricos que aborden la relación entre la comprensión de NOSI y el aprendizaje de Genética o cualquier otro conocimiento de contenido, especialmente en las aulas de secundaria.

Algunas implicaciones llaman a la importancia de adoptar un enfoque explícito y reflexivo para enseñar ciencias y cómo NOSI puede promover efectivamente el aprendizaje de ciencias. Además, la importancia de que los formuladores de políticas brinden tiempo y apoyo a los maestros que desean incluir la enseñanza de NOSI explícita. Los formadores de docentes deben incluir la NOSI en los programas de preparación docente y se necesita más investigación considerando otros contenidos científicos. Algunas limitaciones de este estudio, puede mencionarse el contexto físico en el que se realizó esta investigación y los resultados de esta investigación consideran el efecto de la intervención de NOSI de manera general y no por cada aspecto de NOSI.

	NOSI 5 of 8 Aspects	n	Mean	S.D	t	df	p
Genetics Content test	Naïve	90	18.06	5.4	-9.827	451	.00
	Informed	60	20.78	6.0			

Note: p value significant at the p < .05 level.

Figure 4. Comparación entre grupo ingenuo y grupo informado.

6. REFERENCIAS

- Cofré, H.L., Camacho, J., Galaz, A., Jimenez, J., Santibañez, D., y Vergara, C. (2010). Science Education in Chile: Weaknesses in teaching and future challenges of the education of the teachers of science. *Estudios Pedagógicos*, 2, 279-293.
- Cofré, H.L., Cuevas, E. y Becerra, B. (2017a). The relationship between biology teachers' understanding of the nature of science and the understanding and acceptance of the theory of evolution. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2243–2260.
- Cofré, H.L., Jimenez, J., Santibañez, D., y Vergara, C. (2014) Chilean Pre-service and In-service Teachers and Undergraduate Students' Understandings of Evolutionary Theory, *Journal of Biological Education*, 50(1), 10-23.
- Cofré, H., Santibañez, D., Jiménez, J., Spotorno, A., Carmona, F., Navarrete, K., y Vergara, C. (2017b). The effect of teaching the nature of science on students' acceptance and understanding of evolution: Myth or reality? *Journal of Biological Education*, 51(3) 248-261.
- Crawford, B. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education, volume II*, (pp. 515–541). New York: Routledge.
- Crawford, B.A., Zembal-Saul, C., Munford, D., y Friedrichsen, P. (2005). Confronting perspective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and inquiry-based tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 613–637.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., y Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Leblebicioglu, G., Metin, D., Capkinoglu, E., Cetin, P.S., Eroglu Dogan, E., y Schwartz, R. (2017). Changes in students' views about nature of scientific inquiry at a science camp. *Science & Education*, 26, 889–917. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9941-z>
- Lederman, N.G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*, (pp. 831– 880). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N.G. y Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp. 83–126). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N.G. y Lederman, J.S. (2004). Project ICAN: A professional Development project to promote teachers' and students' knowledge of Nature of Science and scientific enquiry. In Proceedings of the 11th Annual SAARMSTE Conference. Cape Town, South Africa.
- Lederman, N.G. y Lederman, J.S. (2019). Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* 1(1), 1-9.

- Lederman, J. S., Bartels, S. L., Liu, C., y Jimenez, J. (2013). Teaching Nature of Science and scientific Inquiry to diverse classes of early primary level students. A Paper Presented at the Annual Conference for the National Association of Research in Science Teaching, San Juan, PR.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., y Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry- The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1), 65–83. <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2020). *Priorización curricular COVID-19: Ciencias naturales*. Retrieved from https://curriculumnacional.mineduc.cl/614/articles-177729_archivo_01.pdf
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- National Science Teaching Association. (2020). *Nature of science* (position statement). Retrieved from <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science>
- National Research Council [NRC], 1996; National Science Teaching Association [NSTA], 2020; Next Generation Science Standards [NGSS], 2013).
- Roberts, D.A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. (p. 729-780) Mahwah, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.
- Roberts, D.A. y Bybee, R. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman, & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, (vol. II, pp. 545–558). New York: Routledge.

FOMENTO DE LA COMPETENCIA DIGITAL Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LAS FAKE NEWS

E. LÓPEZ-IÑESTA¹, M.Á. QUEIRUGA-DIOS², M.T. SANZ¹, A. FORTE¹, D. GARCÍA-COSTA¹, D. HERREROS-TORRES,
C. BOTELLA-MASCARELL¹, S. RUEDA, L. MONSALVE-LORENTE¹, E. ÁLVAREZ-GARCÍA¹, F. GRIMALDO¹

¹ *Universitat de València, España*

² *Universidad de Burgos, España*

emilia.lopez@uv.es

Abstract

El alumnado universitario como parte de una ciudadanía activa, debe comprender la información que le llega y saber filtrar los contenidos de las noticias recibidas a través de internet, televisión, redes sociales, etc. En este trabajo se presenta el diseño de un proyecto que emplea las noticias falsas y la competencia digital para estudiar qué es la desinformación y aprender herramientas de pensamiento crítico. En particular, se pretende que el alumnado aprenda a buscar información contrastada y a reflexionar sobre el grado de las competencias de pensamiento crítico y digital que tienen adquiridas y los canales que utilizan para informarse.

Keywords

Competencias, Competencia digital, Innovación, Noticias falsas, Pensamiento Crítico

1. INTRODUCCIÓN

Las competencias son la orientación fundamental que articula proyectos de educación como los de la OCDE y la Unión Europea. La OCDE, por ejemplo, con el Proyecto de Definición y Selección de Competencias conocido como DeSeCo (OCDE, 2001). Por su parte, la Unión Europea parte llevó a cabo el proyecto Tuning que como señala Montero-Curiel (2010) responde a un intento de fijar puntos de referencia y de convergencia de las estructuras educativas europeas para la consecución de los objetivos de la declaración de Bolonia del Espacio Europeo de Educación Superior. La adquisición de las competencias es el punto más importante de ese proceso de convergencia, ya que, todas las titulaciones universitarias están equiparadas en las competencias que debe adquirir cualquier estudiante de la Unión Europea independientemente de los años que duren los estudios.

Se puede definir competencia como la capacidad de aplicar los resultados del aprendizaje en la práctica en distintos contextos (CEDEFOP, 2008). Por ello, una competencia va más allá de la aplicación de la teoría y el conocimiento y abarca actitudes, habilidades sociales u organizativas y valores éticos.

Las competencias a desarrollar en los grados universitarios reúnen aspectos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 2018. Entre ellas que se encuentra la competencia digital que implica el uso seguro, saludable, sostenible, crítico y responsable de las tecnologías digitales para el aprendizaje, en el trabajo y para la participación en la sociedad, así como la interacción con dichas tecnologías.

Así, la competencia digital incluye varios aspectos de las denominadas habilidades del Siglo XXI (Maggio, 2018). En particular, habilidades vinculadas a la información, los medios de comunicación y la tecnología que se caracterizan por el uso de distintas herramientas tecnológicas y el acceso a información abundante donde resulta esencial disponer de una correcta alfabetización digital, pero también de una capacidad entrenada de pensamiento crítico. A este respecto, tal y como indican Bezanilla-Albisua et al. (2018), el desarrollo del aprendizaje basado en competencias ha producido un gran interés en los últimos años por el pensamiento crítico en la educación superior. En concreto, estos autores señalan que el pensamiento crítico y la resolución de problemas son competencias marcadas como esenciales en el currículum de las y los futuros profesionales por informes como el del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2016).

En este sentido, las *fake news* son un material educativo ideal con el que trabajar fuera y dentro del aula. Un ejemplo de trabajo que usa las *fake news* como recurso para la divulgación científica y estudiar la necesidad de alfabetización mediática e informacional de la ciudadanía se tiene en Manfra y Holmes (2020). Por otro lado, las noticias falsas se han utilizado como material formal en las aulas para dotar al alumnado de herramientas contra la desinformación en distintos trabajos (Hodgin y Kahne, 2018; Kaufman, 2021).

En este trabajo se presenta un Proyecto de Innovación Docente (PID) diseñado en los cursos 2021/2022 y 2022/2023 que tiene por objetivo desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento crítico y la competencia digital en estudiantes universitarios. Para ello se utilizan las denominadas *fake news* o noticias falsas como recurso con el que trabajar. La competencia digital como elemento central para estudiar qué es la desinformación, aprender herramientas de pensamiento crítico para evaluar la información recibida, distinguir la información falsa de la verdadera y aplicar métodos que permitan verificar gráficos, imágenes o textos de noticias de internet y redes sociales. Por otro lado, se trata de potenciar que el alumnado argumente sus opiniones basándolas en dicha información contrastada que ha de ser obtenida de fuentes fiables.

2. DISEÑO Y APORTACIONES DEL PROYECTO

Este PID aporta una serie de actividades con las que es posible desarrollar una metodología para capacitar a las y los estudiantes de grados y másters universitarios de distintas titulaciones para que sean mejores consumidores de información y apliquen en su vida diaria destrezas de la competencia digital y el pensamiento crítico más allá del aula.

El diseño del PID se ha realizado en el marco de un grupo de innovación docente estable en el que colabora profesorado de distintos departamentos de tres universidades españolas (Dpto. de Didáctica de la Matemática, Dpto. de Estadística e Investigación Operativa, Dpto. de Informática, Dpto. de Didáctica y Organización Escolar y Dpto. de Didácticas Específicas área de Didáctica de las Ciencias Experimentales). En particular, se trata de una colaboración entre la Facultad de Magisterio, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Facultad de Física, Facultad de Matemáticas y Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la Universitat de València y Facultades de educación de la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Burgos.

Se trata de un equipo estable que ha colaborado en otros proyectos de innovación educativa relacionados con la comprensión de gráficos estadísticos o el uso de datos obtenidos de plataformas docentes para estudiar patrones del alumnado y el profesorado derivados de los procesos de enseñanza-aprendizaje (López-Iñesta y Sanz, 2021; Queiruga-Dios et al., 2021; Sanz et al., 2021).

Además, resulta interesante la conexión del alumnado de Facultades de Magisterio y Educación con el alumnado de niveles como Educación Infantil y Primaria. Este PID tiene en cuenta la necesidad de dotar al futuro profesorado de Infantil y Primaria de conocimientos relacionados con el pensamiento crítico y la competencia digital como parte de una ciudadanía capaz de entender la información disponible y como transmisores de conocimiento.

3. PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO

El análisis de los datos, la gestión de la información y su tratamiento está presente en las competencias clave vinculadas a los objetivos definidos para la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en España en la reciente Ley Orgánica 3/2020 y afectan a materias del ámbito científico, de ciencias sociales, humanísticas o artísticas. Sin embargo, se observa que el alumnado universitario tiene carencias en su formación en cuanto a pensamiento crítico.

La reciente pandemia de la COVID-19 supuso un punto de partida para este proyecto. En concreto, las declaraciones del director general de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la conferencia de seguridad en Múnich en febrero de 2020 que ponían de manifiesto que “no solo estamos luchando contra una epidemia; estamos luchando contra una infodemia. Las noticias falsas se propagan más rápido y más fácilmente que este virus, y son igualmente peligrosas” (Ghebreyesus, 2020).

Se planteó una actividad utilizando esta reflexión que hace referencia al concepto de infodemia con el trasfondo de la COVID-19. Ante la avalancha de información que llega a diario, se busca que el alumnado reflexione sobre la importancia de tomar decisiones basadas en información contrastada. Se trata de pensar en la importancia de filtrar la información recibida y no propagar noticias falsas, incompletas o bulos.

Como conclusión de esta actividad, se pide al alumnado que piense en otros ámbitos y contextos en los que es importante usar datos para obtener evidencias y tomar decisiones informadas. Dado el perfil de las y los participantes se hace hincapié en que surjan ejemplos del campo de la educación

4. ACTIVIDADES

Se diseñan actividades para realizarse de manera individual, en parejas o en grupo.

Una primera actividad después del análisis de la infografía sería analizar en el aula qué se entiende por información falsa y desinformación planteando un debate en pequeños grupos de estudiantes y después realizando una puesta en común. Después del debate, se da al alumnado distintas definiciones relacionadas con la información que consume a diario de autores relevantes en el área de la comunicación y el periodismo en el estudio de la desinformación. Algunos de estos autores son Allcott y Gentzkow (2017) o Fallis (2015).

En una segunda actividad, se pregunta al alumnado si piensan si todas las personas nos preocupamos por igual ante la veracidad de las noticias que circulan por Internet. Se trata de una actividad que requiere de una reflexión individual para después hacer una puesta en común. Como material se aportan distintas infografías y el informe Digital 2021: Global Overview Report sobre internet, redes sociales y comercio electrónico (<https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>).

Una tercera actividad, tendría el objetivo de que el alumnado adquiriera habilidades y hábitos que puedan aplicar a diario para valorar las noticias recibidas. Por un lado, se proporciona una batería de preguntas sobre pensamiento crítico basadas en la guía de Elder y Paul (2019).

Para poner en práctica el uso de estas baterías de preguntas, se propone al alumnado que busquen noticias en grupos de cuatro personas que han resultado falsas. A continuación, las han de intercambiar con otros grupos de la clase y utilizando las preguntas de pensamiento crítico deben tratar de averiguar si son noticias falsas. Se pueden encontrar noticias falsas en secciones concretas de periódicos en línea (por ejemplo, El País) o agencias de información como la BBC.

Como complemento a la actividad anterior, se propone en una cuarta actividad que el alumnado utilice buscadores o portales de Internet *fact-check* (Maldita, Newtral) para realizar las verificaciones de las noticias encontradas. Estos buscadores utilizan herramientas para verificar hechos con los que detectar noticias falsas en los medios de comunicación o en redes sociales. Se pide al alumnado que haga una lista de buscadores o páginas de *fact-check* y que explique cuáles son sus características o la metodología que emplean. Como buscadores o portales de Internet *fact-check* se puede usar el buscador de Google (<https://toolbox.google.com/factcheck/explorer>) que ofrece una clasificación en función de si la noticia es engañosa o es falsa

5. CONCLUSIONES

En este trabajo muestra el diseño de un Proyecto de Innovación Docente (PID) enmarcado en el ámbito de la educación por competencias que se puede extrapolar a otros niveles educativos o países que trabajen por competencias. Los materiales empleados y las sesiones preparadas hacen que sea un PID sostenible en el tiempo en términos de dedicación del profesorado y actualidad de la temática tratada y que, además, se pueda exportar a otras licenciaturas o grados universitarios de distintos países. A la luz de las referencias empleadas, se expone la importancia del pensamiento crítico y la competencia digital y surge una necesidad de asegurar la alfabetización mediática e informacional a la ciudadanía en general y a las y los futuros docentes en particular.

6. AGRADECIMIENTOS

Trabajo enmarcado en el marco de los proyectos con códigos UV-SFPIE_PIEE-2736877, UV-SFPIE_PIEC-2737017 y el proyecto REMISS código PLEC2021-007850 del Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MICINN), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Next Generation EU (NGEU).

7. REFERENCIAS

Allcott, H., & Gentzkow, M. (2017). Social media and fake news in the 2016 election. *Journal of economic perspectives*, 31(2), 211-36. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.211>

Bezanilla-Albisua, M. J., Pobleto-Ruiz, M., Fernández-Nogueira, D., Arranz-Turnes, S., & Campo-Carrasco, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 89-113. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000100089>

- CEDEFOP (2008). *Terminology of European education and training policy: A selection of 100 key terms*. Office for Official Publications of the European Communities. <http://www.cedefop.europa.eu/EN/publications/13125.aspx>
- Elder, L., & Paul, R. (2019). *The art of asking essential questions: Based on critical thinking concepts and Socratic principles*. Rowman & Littlefield.
- Fallis, D. (2015). What is disinformation? *Library trends*, 63(3), 401-426. <https://doi.org/10.1353/lib.2015.0014>
- Gelfert, A. (2018). Fake news: A definition. *Informal logic*, 38(1), 84-117. <https://doi.org/10.22329/il.v38i1.5068>
- Ghebreyesus, T.A. (2020). Conferencia de Seguridad de Múnich. <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/munich-security-conference>
- Hodgin, E., & Kahne, J. (2018). Misinformation in the information age: What teachers can do to support students. *Social Education*, 82(4), 208-212. <https://www.socialstudies.org/social-education/82/4/misinformation-information-age-what-teachers-can-do-support-students>
- Kaufman, C. (2021). Civic education in a fake news era: Lessons for the methods classroom. *Journal of Political Science Education*, 17(2), 326-331. <https://doi.org/10.1080/15512169.2020.1764366>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. seq. 1, p. 122868-122953, 30 dic. 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- López-Iñesta, E., & Sanz, M. T. (2021). Estudio de dos modelos de aprendizaje semipresencial en educación superior. *Latin-American Journal of Physics Education*, 15(1), 17. http://www.lajpe.org/mar21/15_1_17.pdf
- Maggio, M. (2018). *Habilidades del siglo XXI: Cuando el futuro es hoy*. Fundación Santillana. <https://bit.ly/3NMelgC>
- Montero Curiel, M. (2010). El Proceso de Bolonia y las nuevas competencias / The Bologna Process and the new skills. *TEJUELO. Didáctica De La Lengua Y La Literatura. Educación / TEJUELO. Didactics of Language and Literature. Education*, 9, 19-37. <https://tejuelo.unex.es/article/view/2451>
- OCDE (2001). Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo). Background paper. <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529556.pdf>
- Queiruga-Dios, M. A., Vázquez-Dorrío, J. B., Sáiz-Manzanares, M. C., López-Iñesta, E. L., & Díez-Ojeda, M. (2021). Assessment of the virtualised self-regulated learning ecology for the Didactics of Natural Sciences during the COVID-19 crisis. *PUBLICACIONES*, 51(3), 375-420. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/publicaciones/article/view/18046>
- Sanz, M.T., López-Iñesta, E., Garcia-Costa, D., & Grimaldo, F. (2020). Measuring Arithmetic Word Problem Complexity through Reading Comprehension and Learning Analytics. *Mathematics*, 8(9), 1556. <https://doi.org/10.3390/math8091556>
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Global Challenge Insight Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

METODOLOGÍA STEAM EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS SOCIALES

ME LÓPEZ NIETO, E SANZ DOMÍNGUEZ,
CEIP Vicente Aleixandre, Valladolid, España.
melopezn@educa.jcyl.es

Abstract

Se describe la evolución histórica del acrónimo STEM, hasta su evolución al acrónimo STEAM incorporando el arte como parte de la Ciencia.

Además, se analiza la intersección entre las CCNN y las CCSS, describiendo las implicaciones en nuestra práctica educativa. Existe una tendencia hacia la tecnología, olvidando la parte humana, priorizando los recursos para reducir las diferencias de género y aumentar la participación femenina en STEAM, desviando así el interés por las ciencias sociales. También, se describe como fomentamos en niños con necesidades especiales el interés hacia las STEAM a través del método científico y con metodologías activas.

Finalmente, se concluye que es necesaria la relación entre ambas ciencias.

Keywords

Diversidad, género, sociedad, educación STEAM, STEM.

1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL ENFOQUE STEM HACIA STEAM

El término STEM, en un principio se denominó SMET, pasó a denominarse STEM porque no era una palabra que sonara bien, recoge las iniciales en inglés de las disciplinas Science (S), Technology (T), Engineering (E) y Mathematics (M) y se introduce en la década de los años 90 por National Science Foundation (NSF), el cual es un organismo federal autónomo de los Estados Unidos de América que fomenta la investigación científica y tecnológica. Pero el interés académico no se impulsa hasta el año 2010 desde el proyecto promovido por el presidente Obama para contratar a profesores de estas áreas con el objetivo de hacer frente al desfase de los estudiantes en estas disciplinas en América con respecto a China, lo que llevó a un declive de la educación artística en todo el mundo (Arostegui, Perales y Bautista, 2019). A Europa este interés llegó en el año 2005 con la publicación del informe “Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology” publicado por la Comisión Europea que recogía la necesidad de contar con un número mayor de científicos (Ortega, Verdugo y Gómez, 2019).

El enfoque STEM se define como “la habilidad de identificar, aplicar e integrar conceptos de la ciencia, la tecnología y las matemáticas para comprender problemas complejos y para innovar en su solución” (Balka, 2011, citado en Ortega, Verdugo y Gómez, 2019).

2. EL ENFOQUE STEAM

En el año 2006, Georgette Yackman introduce la educación artística a las cuatro materias que formaban el término STEM para crear lo que hoy conocemos como STEAM (Science, Technology, Engineering, Art-[Arte+Diseño], Mathematics), Estas metodologías según (Catterall, 2017) tienen el objetivo de aumentar el interés del alumnado por la ciencia y la tecnología a través de nuevas formas de aprendizaje más lúdicas y experienciales y que la autopercepción de ser bueno o no en ciencias cambie haciendo más atractiva las ciencias a los alumnos que no se sienten cómodos con ellas con la inclusión de la A.

Esta metodología STEAM ya se estaba gestando en los EEUU desde el año 1993 donde el padre de Lisa Catterall llevaba años trabajando en un proyecto en escuelas al que se acercaban artistas de la danza, el teatro, la música y las artes escénicas para crear lecciones sobre historia, ciencia y matemáticas. El plan fue publicado en un libro y empezó a llamarse STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas).

En este sentido, hemos llevado a cabo en nuestro centro una experiencia en la que incluimos la educación STEAM con el método de aprendizaje basado en proyectos (ABP) a través del desarrollo de un proyecto relacionado con la figura de Miguel Delibes.

Se desarrollaron tres actividades comunes, o “de pasillo”, en la que todos los alumnos pudieran aprender algo sobre la figura de Delibes a través de las actividades STEAM.

Para la primera, se utilizó MakeyMakey y Scratch para elaborar un itinerario interactivo sobre la vida del autor. Los alumnos debían explorar el póster, siguiendo el camino de las ratas. En cada parada, se les ofrecía información sobre distintos ámbitos de Miguel Delibes (niñez, estudios, vida familiar, libros y cine). De ahí que se haga referencia a los cinco sentidos, ya que, para esta actividad, se han utilizado el tacto, el oído, la vista en la propia actividad, y el gusto y el olfato, muy relacionados con el cine y la lectura, tanto por las palomitas como por el olor a papel de libros antiguos, que evoca sentimientos en los participantes (Fig. 1).

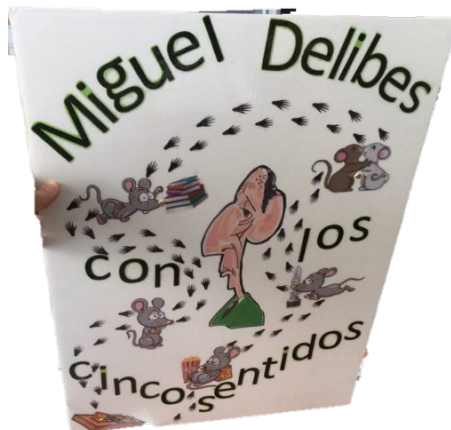


Figura 1. Actividad STEAM “Miguel Delibes con los cinco sentidos”.

Para la segunda, se utilizó nuevamente MakeyMakey y Scratch para elaborar un rosco interactivo sobre la vida del autor. Para esta actividad, los alumnos de segundo habían elaborado durante los meses previos al inicio del proyecto, una sección en la radio escolar, en la que cada viernes, daban información siguiendo el abecedario. De esta manera, dicha información ya había sido ofrecida con antelación, y fue mucho más sencillo abordar el proyecto de una manera más motivadora.

En este caso, un maestro ejercía de presentador del concurso, y, por turno, cada alumno debía responder la pregunta que el maestro le iba haciendo, siguiendo el rosco. Cada alumno tenía un cuaderno para apuntar las respuestas. Las preguntas y respuestas fueron elaboradas en base a las inquietudes que los estudiantes manifestaron en la rutina de comienzo de proyecto “¿Qué sé? ¿Qué quiero saber?” (Fig. 2).

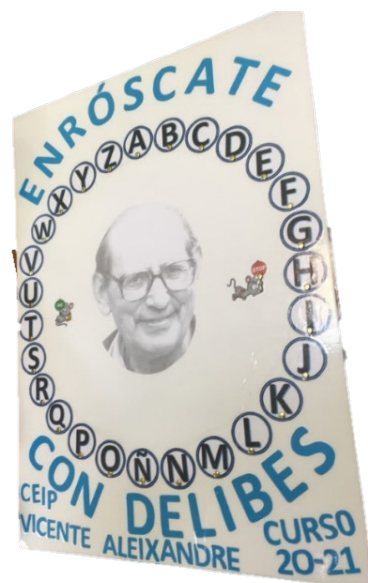


Figura 2. Actividad STEAM “Enróscate con Delibes”.

Para la tercera, se elaboró un circuito eléctrico simple basado en los libros y los personajes de dichos libros escritos por Delibes. Lo alumnos habían elaborado los dibujos que decoraban el vestíbulo y los pasillos del colegio, por lo que las imágenes usadas, fueron los dibujos que los propios alumnos habían hecho, para que les fuera más sencillo identificar los personajes con los libros (Fig. 3).



Figura 3. Actividad STEAM “Conéctate a Delibes”.

3. HACIA UN PUNTO DE VISTA MÁS SOCIAL: STEAM+S=STEAMS

La sociedad del siglo XXI nos sitúa en un nuevo paradigma complejo, por lo que no se puede pensar en un sistema educativo que separe las ciencias sociales de los avances tecnológicos y científicos.

Hoy en día es mucha la diversidad que se encuentra en las aulas. Sin embargo, la falta de diversidad está latente en los contextos STEM (Fonseca et al., 2021) desde la escuela primaria. Por este motivo proponemos introducir la S al acrónimo STEAM surgiendo la metodología STEAMS, lo que nos sitúa ante un nuevo marco de aprendizaje donde el arte, la ciencia y la tecnología están conectadas con el mundo real permitiendo establecer nuevas relaciones entre las competencias y el currículo y a planteamientos más dirigidos por el interés personal (Fig. 4).

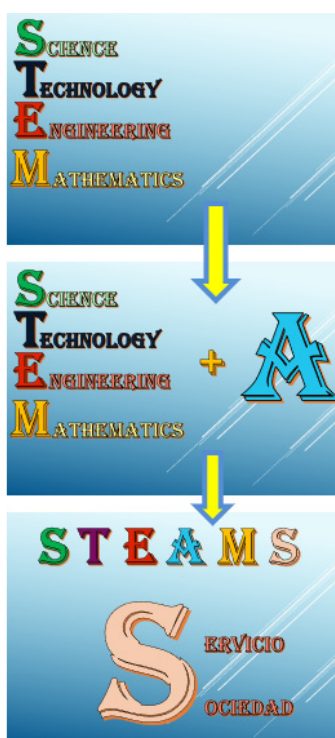


Figura 4. STEAM+S. (STEAM al servicio de la sociedad).


Este nuevo enfoque pretende que, por un lado, los estereotipos aprendidos provenientes de factores personales, familiares, sociales y escolares que hacen que el acceso a los estudios y trabajo esté influenciado por el género identificándose las profesiones STEM con el género masculino, cambie. Este es uno de los principales retos de la Unión Europea, aumentar la presencia femenina en STEAM y la inclusión social. Sin embargo, este interés por atraer a los estudiantes del género femenino hacia carreras científicas puede hacer que las STEAM impacten menos socialmente. Y por otro lado, pretendemos atraer a estudiantes con distintas discapacidades reduciendo la brecha de la diversidad con el enfoque STEAM a través de buenas prácticas con metodologías activas para favorecer la inclusión y donde el maestro orienta al estudiante en entornos reales.

En base a esta problemática proponemos un nuevo paradigma llevado a cabo por maestras y estudiantes de educación primaria involucrados en un proyecto común, aún por formalizar, y que se denominaría STEAMS y cuya finalidad es:

- Generar conocimiento científico en los estudiantes en una sociedad cambiante que reclama vocaciones científicas para resolver problemas reales y que los conocimientos trasciendan a la sociedad.
- Comprender el comportamiento humano además de con conocimientos científicos y técnicos con los de las artes, las humanidades, añadiendo las ciencias sociales. Por lo que queremos que nuestros alumnos sean capaces de hacer frente a las cuestiones socio-científicas que afectan a la sociedad.
- Permitir mejorar la formación de los estudiantes. En nuestros proyectos abordamos las STEAM con metodologías activas, involucrando a distintos entornos académicos desde la escuela primaria hasta los niveles universitarios ya que pensamos que las sociedades requieren la continua participación de todos en la búsqueda de soluciones para sus problemas.

En este sentido llevamos a cabo una experiencia con estudiantes universitarios en la que alumnos con necesidades educativas especiales explicaban un experimento con aplicación práctica en el aula a través de una exposición oral y mediante un póster. Posteriormente estos alumnos han realizado un cuestionario para valorar las expectativas de los estudiantes de la Universidad con respecto a la experiencia realizada (Fig. 5).

EL SISTEMA RESPIRATORIO



EXPERIMENTO: PULMÓN ARTIFICIAL

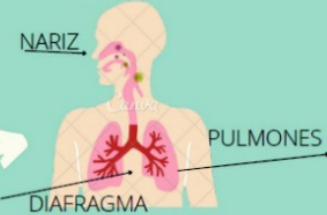
MATERIALES

- BOTELLA
- 2 GLOBOS
- CINTA ADHESIVA

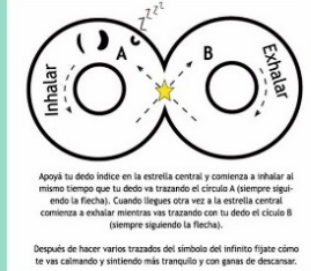
PROCESO

1. **INSPIRACIÓN:** cojo aire, entonces se hinchan los pulmones y se contrae el diafragma.
2. **INTERCAMBIO DE GASES:** cojo el Oxígeno y echo el Dióxido de Carbono.
3. **ESPIRACIÓN:** el aire sale de los pulmones por la nariz o la boca.

ANATOMÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO



NARIZ
PULMONES
DIAFRAGMA



Apoyá tu dedo índice en la estrella central y comienza a inhalar al mismo tiempo que tu dedo va trazando el círculo A (siempre siguiendo la flecha). Cuando llegues otra vez a la estrella central comienza a exhalar mientras vas trazando con tu dedo el círculo B (siempre siguiendo la flecha).

Después de hacer varios trazados del símbolo del infinito fíjate cómo te vas calmando y sintiendo más tranquilo y con ganas de descansar.

APLICACIÓN A LA PRÁCTICA EDUCATIVA: RELAJACIÓN CON LA RESPIRACIÓN DEL INFINITO

Figura 5. Actividad STEAMS. “Póster “el sistema respiratorio”.

4. CONCLUSIONES.

La alfabetización en STEAMS supone estar preparado para unir la ciencia con el mundo real. Por lo que con este nuevo enfoque ofrecemos una visión más completa del mundo a nuestros estudiantes para responder a los cambios del futuro.

Hemos observado que el rendimiento de los estudiantes mejora con esta metodología, ya que proponemos actividades con herramientas reales y para alumnos con necesidades educativas especiales favoreciendo el interés tanto del alumnado como del profesorado, que se siente parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Si los alumnos pueden participar en un proyecto STEAM usando su emoción para expresar algo sobre sí mismos y su contexto, habrán descubierto al científico que llevan dentro.

5. AGRADECIMIENTOS.

Al CSIC en la Escuela y al CEIP Vicente Aleixandre de Valladolid.

Además, la colaboración y el apoyo de la Universidad de Valladolid.

6. REFERENCIAS.

- Aróstegui, J. L., Perales, F. J., y Bautista, A. (2019). Redefinir los currículos académicos rompiendo fronteras: la propuesta STEAM (Science-TechnologyEngineering-Arts-Mathematics). *Revista infancia y aprendizaje*. 42 (2), 459-464. <https://doi.org/10.1080/02103702.2019.1579450>
- Catterall, L.G. (2017). A Brief History of STEM and STEAM from Inadvertent Insider. *The STEAM Journal*, 3(1). <https://doi.org/10.5642/steam.20170301.05>
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*
- Fonseca, D., et al. (2021). CreaSTEAM. *Hacia la mejora de brechas en diversidad mediante la recopilación de proyectos, buenas prácticas y espacios STEAM. VI congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación*. pp.38-43. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0007>
- Ortega-Torres, E., Verdugo-Perona, J.J. y Gómez. C.B. (2019). Docente STEAM. *Educación para cambiar la mirada. Hacia una cultura avanzada* (pp. 130-133): Edicions Florida https://www.researchgate.net/publication/336900141_Docente_STEAM
- Quibus-López, R. (2022). *Aprendizaje STEAM y alumnado TEL, juntos aprendemos mejor*. (Trabajo fin de grado). Universidad de Zaragoza
- Santillán.Aguirre, J.P., Jaramillo-Moyano, E.M., Santos-Poveda, R.D. y Cadena-Vaca, V. (2020). *STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. Polo de conocimiento*, 48(5), 467-492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Serón Torrecilla, F.J. (2020). *El enfoque STEAM: Diseño participativo en una experiencia de ciencia ciudadana*. *AusArt Journal for Research in Art*. 8 (1), pp. 247-257. <https://doi.org/10.1387/ausart.21474>

HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

M GARCÍA-VALVERDE¹, R QUESADA¹, NA CORDERO²

¹*Departamento de Química. Universidad de Burgos, España*

²*Departamento de Física. Universidad de Burgos, España*

magaval@ubu.es

Abstract

Se propone la aplicación de diferentes paquetes de software para crear un laboratorio virtual de química orgánica, concretamente GaussView, Gaussian y Mathematica. Los dos primeros permiten determinar las propiedades de reactivos y productos, así como de intermedios de reacción y estados de transición, involucrados en las reacciones orgánicas, mientras que el tercero se ha utilizado para escribir un programa que, sobre los datos proporcionados por Gaussian, permite calcular las propiedades termoquímicas de la reacción.

Keywords

Gaussian, Gaussview, laboratorio virtual, Mathematica, Química orgánica.

1. INTRODUCCIÓN

Son muchas las propuestas existentes para la enseñanza de la química orgánica, muchas de ellas centradas en preguntas del tipo “¿cómo elegir la mejor estrategia para llevar a cabo una síntesis?” o “¿cómo explicar o predecir el resultado de una reacción?” (Lafarge, Morge & Méheut, 2014), pero antes hay que responder a otras preguntas como “¿cuáles son las características de los compuestos orgánicos?”, “¿cómo se distribuye la carga en ellos?” o “¿cuál es su conformación más estable?”. El conocimiento profundo de los compuestos orgánicos es tan importante para un químico orgánico como el de los materiales de construcción para un ingeniero o un arquitecto. Por ello, creemos que la forma tradicional de enseñar química orgánica puede optimizarse mediante el uso de laboratorios virtuales, a través de los cuales llegar a conocer las moléculas de forma aislada.

Con este fin, proponemos el uso de Gaussian[®] (Gaussian, 2022) y GaussView[®] (GaussView, 2022) en los cursos básicos, complementado en cursos más avanzados con aplicaciones desarrolladas por nosotros en el lenguaje de programación Wolfram Language[®] (Mathematica, 2023). Gaussian es el programa más utilizado en la simulación computacional aplicada a la química y Gaussview es una intuitiva herramienta gráfica que permite preparar ficheros de entrada para Gaussian y analizar los ficheros de salida resultantes. Gaussview es una herramienta extraordinaria, pero tiene sus limitaciones en algunos campos como, por ejemplo, la interpretación de los resultados termoquímicos que genera Gaussian. Por este motivo hemos desarrollado una aplicación en Mathematica que busca datos termoquímicos relevantes, proporcionados por Gaussian, para obtener las magnitudes termoquímicas útiles en química orgánica.

El conjunto Gaussview + Gaussian + Mathematica constituye un auténtico laboratorio virtual en el que el alumno podrá llevar a cabo reacciones de síntesis orgánica, pero con ventajas sobre el laboratorio presencial. Entre otras, por ejemplo, el poder determinar los mecanismos a través de los cuales transcurren esas reacciones, así como la implicación de la distribución de carga y de la geometría en su desarrollo.

2. USO DE GAUSSVIEW + GAUSSIAN

Presentamos en este apartado algunos ejemplos sencillos de aplicación de Gaussview + Gaussian al estudio de diferentes aspectos de interés en química orgánica: geometrías en hidrocarburos (como el etano, el etileno y el acetileno) en la Fig. 1, conjugación y aromaticidad (comparación del etileno y el benceno) en la Fig. 2, grupos funcionales (como alcoholes, halogenuros, aminas, aldehídos, ácidos carboxílicos o amidas) en la Fig. 3, estudio conformacional en sistemas de cadena abierta (ilustrado con el butano) en la Fig. 4 o ciclos (como el metilciclohexano) en la Fig. 5 y estudio configuracional (con el 1-fenil-1,2-propanodiol) en la Fig. 6.

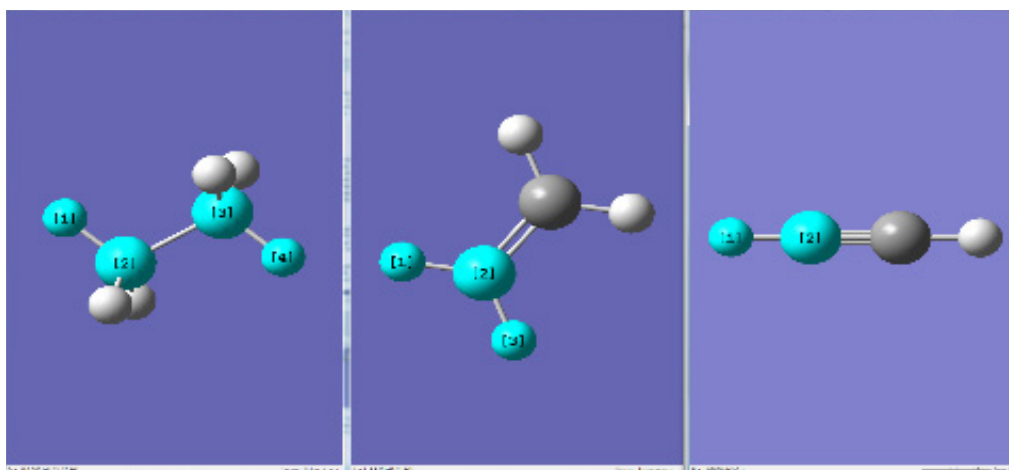


Figura 1. Hidrocarburos: (a) etano, (b) etileno y (c) acetileno, en los que se resalta en azul el ángulo diedro, el ángulo de enlace y la longitud de enlace, respectivamente.

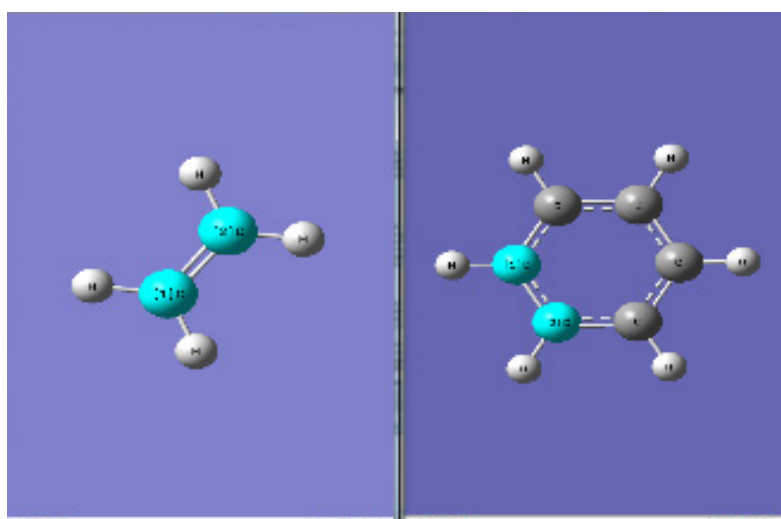


Figura 2. (a) Etileno y (b) benceno. Estudio de la conjugación y de la aromaticidad.

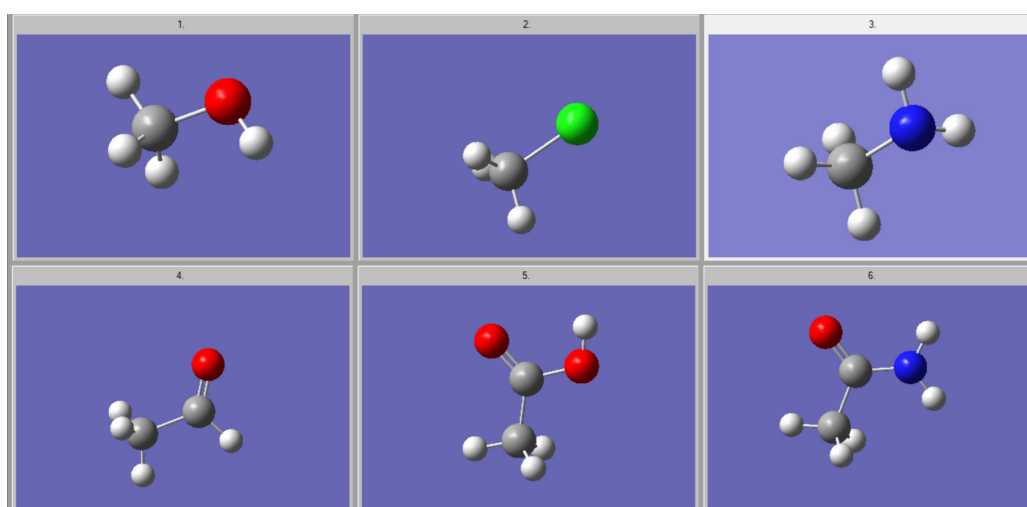


Figura 3. (a) Metanol, (b) clorometano, (c) metilamina, (d) acetaldehído, (e) ácido acético y (f) acetamida. Estudio de grupos funcionales.

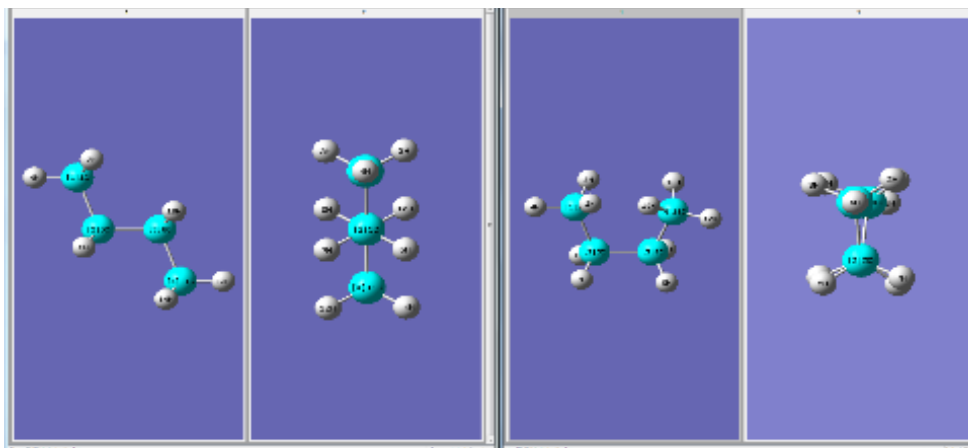


Figura 4. Estudio conformacional en el butano modificando el ángulo diedro formado por C1-C2-C3-C4.

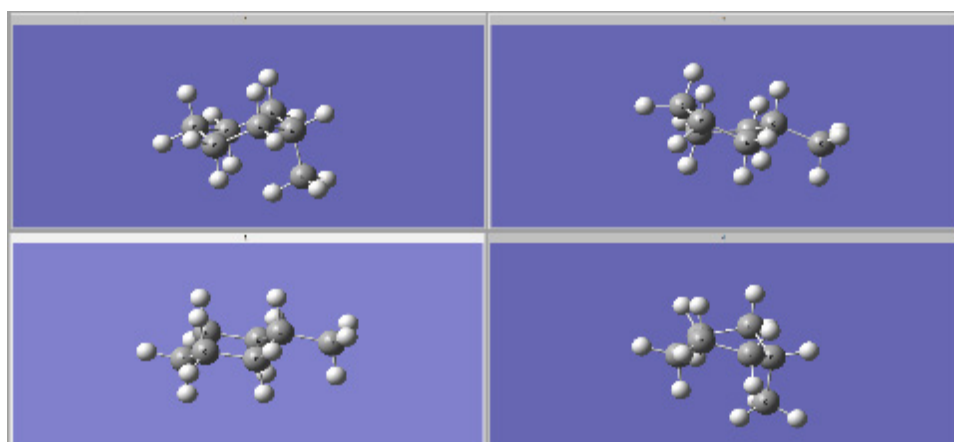


Figura 5. Estudio conformacional en el metilciclohexano.

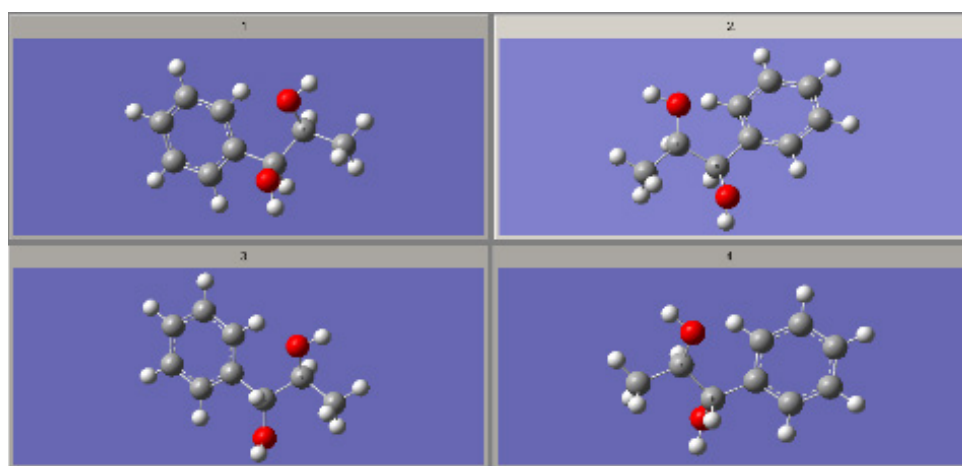


Figura 6. Estereoisómeros en el 1-fenil-1,2-propanodiol. Estudio configuracional.

3. HERRAMIENTA DESARROLLADA EN MATHEMATICA

Hemos empleado el lenguaje de programación Wolfram Language (Mathematica, 2023) por tres motivos:

- (1) Es un lenguaje de alto nivel que incluye de manera directa comandos para desarrollar acciones complicadas que en otros lenguajes requerirían muchas líneas de código.
- (2) Permite crear herramientas interactivas intuitivas de manera sencilla.
- (3) Existe una aplicación gratuita (Wolfram Player, 2023) para MacOS, iOS, Windows y Linux que permite usar las herramientas desarrolladas con múltiples dispositivos (ordenadores, tabletas y teléfonos móviles).

A modo de ejemplo, presentamos la información que obtiene el programa desarrollado por nosotros en Mathematica para analizar los ficheros de salida generados por Gaussian para la reacción $C_2H_5 + H_2 \rightarrow C_2H_6 + H$ propuesta en (Ochterski, 2000).

La Fig. 7 recoge los parámetros termoquímicos de los reactivos y de los productos de la reacción extraídos por el programa de los ficheros de Gaussian, mientras que la Fig. 8 presenta los resultados de los cálculos realizados por el programa para determinar las propiedades termoquímicas de la reacción.

```

Thermochemistry for reactant 1 from file C2H5.LOG
Electronic energy:  $\epsilon_0 = -77.663$  Hartree
Zero-point correction:  $\epsilon_{ZPE} = 0.070832$  Hartree
Thermal correction to Energy:  $E_{tot} = 0.074496$  Hartree
Thermal correction to Enthalpy:  $H_{corr} = 0.075441$  Hartree
Thermal correction to Gibbs Free Energy:  $G_{corr} = 0.047049$  Hartree

Thermochemistry for reactant 2 from file H2.LOG
Electronic energy:  $\epsilon_0 = -1.11751$  Hartree
Zero-point correction:  $\epsilon_{ZPE} = 0.012487$  Hartree
Thermal correction to Energy:  $E_{tot} = 0.014848$  Hartree
Thermal correction to Enthalpy:  $H_{corr} = 0.015792$  Hartree
Thermal correction to Gibbs Free Energy:  $G_{corr} = 0.001079$  Hartree

Thermochemistry for product 1 from file C2H6.LOG
Electronic energy:  $\epsilon_0 = -78.2873$  Hartree
Zero-point correction:  $\epsilon_{ZPE} = 0.089704$  Hartree
Thermal correction to Energy:  $E_{tot} = 0.09306$  Hartree
Thermal correction to Enthalpy:  $H_{corr} = 0.094005$  Hartree
Thermal correction to Gibbs Free Energy:  $G_{corr} = 0.068316$  Hartree

Thermochemistry for product 2 from file H.LOG
Electronic energy:  $\epsilon_0 = -0.479069$  Hartree
Zero-point correction:  $\epsilon_{ZPE} = 0.$  Hartree
Thermal correction to Energy:  $E_{tot} = 0.001416$  Hartree
Thermal correction to Enthalpy:  $H_{corr} = 0.00236$  Hartree
Thermal correction to Gibbs Free Energy:  $G_{corr} = -0.010654$  Hartree

```

Figura 7. Información extraída de los ficheros correspondientes a los compuestos de la reacción $C_2H_5 + H_2 \rightarrow C_2H_6 + H$.

```

Energy of reaction
 $\Delta E = 0.014128$  Hartree
 $\Delta E = 37.0931$  kJ/mol
 $\Delta E = 8.86545$  kcal/mol

Enthalpy of reaction
 $\Delta H = 0.01926$  Hartree
 $\Delta H = 50.5671$  kJ/mol
 $\Delta H = 12.0858$  kcal/mol

Gibbs Free Energy of reaction
 $\Delta G = 0.023662$  Hartree
 $\Delta G = 62.1246$  kJ/mol
 $\Delta G = 14.8481$  kcal/mol

```

Figura 8. Información calculada por la aplicación para la reacción $C_2H_5 + H_2 \rightarrow C_2H_6 + H$.

4. REFERENCIAS

- Gaussian (2022), Gaussian 16. Información disponible en: <https://gaussian.com/gaussian16/>
- GaussView (2022), GaussView 6. Información disponible en: <https://gaussian.com/gaussview6/>
- Lafarge, D.L., Morge, L.M., & Méheut, M.M. (2014), A New Higher Education Curriculum in Organic Chemistry: What Questions Should Be Asked? *J. Chem. Educ.* 91, 173. <https://doi.org/10.1021/ed300746e>
- Mathematica (2023), Wolfram Mathematica 13.2. Información disponible en: <https://www.wolfram.com/mathematica/>
- Ochterski, J.W. (2000), Thermochemistry in Gaussian. Disponible en: <https://gaussian.com/thermo/>
- Wolfram Player (2023), Wolfram Player 13.2. Información disponible en: <https://www.wolfram.com/player/>

“MISE IN PLACE” COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA

M ALEXANDRE FRANCO^{1*}; S SÁNCHEZ HERRERA²; GM GÓMEZ ALEXANDRE², M ADAME PEREIRA¹; C FERNÁNDEZ GONZÁLEZ¹; C ESCUDERO CLIMENT²; C RODRÍGUEZ RASERO¹, EM CUERDA CORREA¹

¹Facultad de Ciencias, UEx, España

²Facultad de Educación, UEx, España

malexandre@unex.es

Abstract

La eficacia o el éxito de la realización de experiencias en laboratorios de química comienza muchas veces por que cada “cosa esté en su lugar” que se relaciona estrechamente con las denominadas funciones ejecutivas (FE), y en concreto, con la planificación. La adquisición de esta FE permite liberar recursos cognitivos y estímulos distractores. “Mise in place” fue aplicada como herramienta de trabajo al alumnado del grado en Química de la UEx en la “Síntesis del bicarbonato sódico por el proceso Solvay”. El alumnado adquirió, en su mayoría, un elevado grado de organización y mejora en la elaboración de la práctica tratándose, por tanto, de una herramienta bastante efectiva.

Keywords

Enseñanza-Aprendizaje, Función Ejecutiva (FE), Laboratorio, Planificación.

1. INTRODUCCIÓN

Un laboratorio de química es un espacio físico diseñado para la ejecución de prácticas o investigaciones que cuenta con la instrumentación necesaria según el área de conocimiento donde se trabaje. En el laboratorio el estudiante lleva a cabo diferentes acciones en las cuales desarrolla su creatividad, su capacidad de descubrimiento, su ingenio y se involucra de forma directa con el conocimiento. Así pues, cuando se inicia la realización de cualquier práctica en un laboratorio de química es deseable que todo el instrumental esté a disposición de los alumnos en el área de trabajo y por el orden en el que lo vayan a utilizar.

En un “**Mise in place**” es imprescindible que se disponga de un guion que sirva a los alumnos a planificar su trabajo en la consecución de los procesos químicos. Además, esta herramienta pretende que el alumnado adquiera funciones ejecutivas como son la responsabilidad de tener previamente organizado todo lo que sea necesario para la elaboración de cualquier experiencia y disponer de ello en el momento oportuno, sin pérdidas de tiempo ni otros incidentes debidos a la improvisación, reduciendo el tiempo de elaboración de la misma. De esta forma, se garantiza un modelo de trabajo más relajado y un aprendizaje de mayor calidad.

En este trabajo se aplica esta herramienta para alumnos de cuarto curso del Grado en Química de la Universidad de Extremadura en los laboratorios del área de Química Inorgánica. La práctica que se realiza es la “Síntesis del bicarbonato sódico por el proceso Solvay”. Se pretende que, mediante la conjugación de funciones ejecutivas (Barroso Martín et al., 2002) como la organización, planificación y economía del tiempo, adquieran competencias y habilidades que les ayuden a formarse como profesionales competentes con miras a la demanda de la sociedad desde el punto de vista científico, técnico y socio humanístico.

2. PROCEDIMIENTO DEL “MISE IN PLACE”

Para poner en práctica un **Mise in place** en un laboratorio de química es muy importante mantener una organización dentro del mismo. El orden y la precisión son la identidad de todo experto en el desempeño de las actividades inherentes a la química, así como el manejo del material del laboratorio o, la disposición de los componentes de un espacio de trabajo puede tener un efecto tanto en la eficiencia del método científico, como en el rendimiento del alumno.

2.1. Ordenación de un laboratorio de química

Es necesario que se tengan presentes algunos consejos básicos con el fin de que la ordenación en el laboratorio sea máxima:

1.- Distribuir el laboratorio en espacios diferenciados como son el área de pesado, el cual tiene que contener balanzas y granatarios, el área de medida del pH, etc. deben estar ubicados en espacios designados y establecidos previamente, a fin de que los alumnos sepan dónde poder realizar esas tareas. Otros espacios que se necesitan son los de desecho y reposición. Es habitual que los reactivos se agoten y tengan que reemplazarse, por lo que es aconsejable que se destine un área de fácil acceso y visible para almacenar tanto lo que se agota como lo que se deba desechar. Así como asignar espacios como estantes, desecadores o neveras para guardar las muestras preparadas para su posterior empleo.

2.- La ocupación en distribución vertical (Fig. 1) puede parecer irrelevante, pero el modo en que se disponen los reactivos y equipos de laboratorio puede acelerar o ralentizar los procesos. Es preferible que no se tengan espacios muertos debajo de las mesas, y tampoco se trata de apilar un objeto sobre otro, sino de aprovechar cada rincón para que haya un ambiente de trabajo óptimo y despejado.



Figura 1. Laboratorio de química.

3.- El uso de material de vidrio tal (Fig. 2) permite una clasificación e identificación mejor y más rápida de lo que contiene.



Figura 2. Material de vidrio.

4.- Desarrollar un inventario como sistema de clasificación es esencial en un laboratorio. Esto mejora mucho la comunicación con el resto del personal y evita que el material del laboratorio empleado, muestras, sustancias y reactivos se mezclen o extravíen.

5.- Se debe etiquetar o nombrar para no correr el riesgo de confundir una sustancia o una muestra con otra. Para ello se dispondrá de etiquetas o rotuladores de vidrio.

2.2. Precauciones para el alumnado

El alumnado ha de tener ciertas precauciones antes de trabajar con cualquier material de vidrio con el fin de evitar accidentes que pueden acarrear consecuencias sobre todo para su integridad o la del material. Así pues, se ha de verificar su estado antes de ser utilizado sin intentar repararlo si se encuentra roto o tiene fisuras, a pesar de que no haya deterioros visibles o daños apreciables. Se ha de evitar exponer al material a variaciones de presión y menos aún, si han sufrido un golpe fuerte. Por tanto, el material de vidrio que se encuentre en mal estado o presente desperfectos, siempre debe ser reemplazado.

3. “MISE IN PLACE” EN LA “SÍNTESIS DEL BICARBONATO POR EL MÉTODO SOLVAY”

Con el fin de potenciar la autonomía en el laboratorio de los alumnos matriculados en la asignatura de Química Industrial se les proporcionó el guion de la práctica de la “Síntesis del bicarbonato por el método Solvay”. En se describe únicamente el proceso, varias de sus aplicaciones y se les relaciona una serie de cuestiones como son: Indicar las reacciones químicas que se dan en el proceso de la síntesis del bicarbonato, el material de laboratorio y en el orden en el que lo van a utilizar y por último, se les pide que realicen un diagrama que represente el montaje de la misma. Una vez finalizadas las tareas, el profesor les proporcionará las respuestas y ellos mismos serán los que tengan que autoevaluarse (Fig. 3-4; Tabla 1).

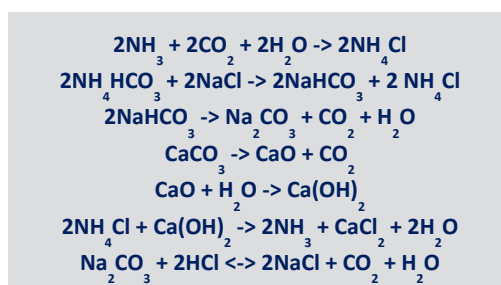


Figura 3.- Reacciones en la “Síntesis del bicarbonato sódico por el proceso Solvay”.

Tabla 1. Operaciones básicas, reactivos y material para la “Síntesis del bicarbonato en un laboratorio de química.

Operaciones Básicas	Reactivos	Material
Preparación de disoluciones acuosas de NaCl, HCl y NH ₃	NaCl + H ₂ O	Balanza, espátula, pesa sustancia, mortero y pistilo, vaso de precipitado, matraces y gotero
	HCl + H ₂ O	Pipetas, vasos de precipitado, matraces y gotero
	NH ₃ + H ₂ O	Pipetas, vasos de precipitado, matraces y gotero
Generación de CO ₂	CaCO ₃ + HCl	Kipp
Precipitación de NaHCO ₃	CO ₂ + NaCl a pH 8	Goma de teflón y frascos lavadores

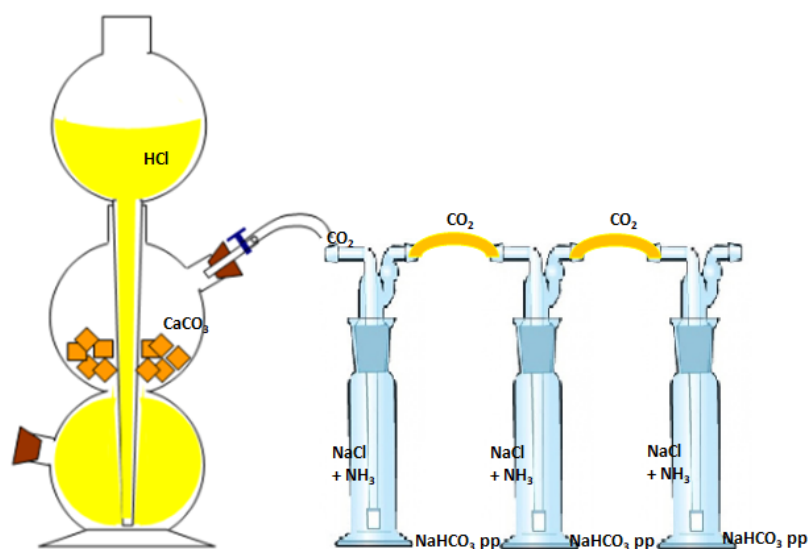


Figura 4.-Diseño del proceso de la “Síntesis del bicarbonato en el laboratorio de química”.

Para la realización de estas tareas los alumnos han de planificar y organizar el modo de trabajo: En primer lugar han de saber dónde obtener la información (libros, apuntes, artículos). En segundo lugar, deben visualizar el proceso de la elaboración del bicarbonato sódico en el laboratorio, en tercer lugar, han de seleccionar el material necesario y por último, han de presentar un informe con todas las respuestas y su autoevaluación.

De esta forma, se pretende que los alumnos se vean inmersos y partícipes de su aprendizaje con el fin de desarrollar y adquirir las funciones ejecutivas (Barroso Martín et al., 2002) bajo estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Una vez que el profesor obtiene los informes de la práctica realizados por los alumnos, se recogen los datos del desarrollo de las funciones ejecutivas, aptitudes y conocimientos adquiridos por parte de los alumnos mediante la rúbrica (Pigrau, T. et al. 2013) que se muestra en la Tabla 2. Una vez analizados los datos se toman como indicadores para evaluar la mejora de la enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de experiencias en un laboratorio de química.

Tabla 2.- Funciones ejecutivas en la planificación del diseño de procesos experimentales.

Funciones Ejecutivas	Criterios de Realización.	Criterios de Resultados
Aplicar estrategias y habilidades de la investigación científica. Planificar un diseño experimental coherente con el guion planteado.	Reconocer el tema “.	Identifica problemas científicos. Hace una descripción teniendo en cuenta el marco teórico y la relación entre variables.
	Planificar estrategias, recogida de datos e información.	Planifica un diseño experimental coherente con la hipótesis planteada. Localiza y selecciona información relevante relacionada con el experimento.
	Hacer observaciones y medidas, utilizando instrumentos y utensilios y aplicando normas de seguridad e higiene.	Aplica adecuadamente y con precisión procedimientos y técnicas instrumentales para la recogida de datos, y las normas pactadas de seguridad e higiene.
	Registrar procesar los resultados md esquemas, mapas, tablas y gráficos.	Registra y documenta, de forma sistemática y fiable, datos, resultados y condiciones del proceso experimental con claridad.
Formular conclusiones fundamentadas, utilizando pruebas científicas.	Deducir conclusiones y contrastarlas con la información inicial.	Identifica las variables que inciden en el fenómeno y las relaciones entre ellas. Interpreta los resultados en función de los modelos teóricos trabajados.
	Exponer y argumentar el resultado de la experimentación y las decisiones tomadas,	Expone y argumenta coherentemente el proceso experimental aplicado y las conclusiones a las que ha llegado en base a los modelos teóricos de referencia, utilizando con precisión diferentes lenguajes -verbal, gráfico, matemático y md TICs..

Los resultados obtenidos a partir del análisis de la rúbrica ponen de manifiesto que el 85% del alumnado contesta adecuadamente a las cuestiones planteadas, lo que indica el esfuerzo y empeño por parte de este por lograr la consecución de los objetivos propuestos. Sin embargo, un 15% no supo entender muy bien cómo abordar el desarrollo de la práctica.

5. CONCLUSIONES

“Mise in place” como herramienta en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje en un laboratorio de química permite que la etapa de formación del alumno pase de ser rígida y memorística a ser creativa, flexible y crítica; por lo que el modelo de enseñanza transmisora se convierte en enseñanza transformadora-activa y motivadora.

Se observa que la realización de prácticas en el laboratorio de un modo más autónomo desarrolla en los alumnos funciones ejecutivas favorables, así como habilidades participativas, argumentativas y críticas, que promueven la capacidad para la resolución de problemas de su entorno y crea responsabilidad como ciudadano.

El procedimiento y este modo de trabajo reúne e incluye habilidades y conocimientos que se engloban en los métodos didácticos STEM (Fernández et al., 2021).

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a la Junta de Extremadura de la ayuda económica recibida, cofinanciada con fondos FEDER, a Grupos de Investigación.

7. REFERENCIAS

- Barroso Martín, J.M., León-Carrión, J. (2002). Funciones ejecutivas: Control, planificación y organización del conocimiento. *Revista de psicología general y aplicada*, 55(1), 27- 44.
- Fernández, M., González, Y. A. F., y López, C. M. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 230101-230123.
- Pigrau, T. y Sanmartí, N. (2013) Tresor de recursos. Servei Educatiu Baix Llobregat V.

LA PUESTA EN PRÁCTICA DE STEAM

M VICENTE GÓMEZ

Colegio Público “Los Ángeles”, Torrelotones, Madrid, España

m.vicentegomez18@gmail.com

Abstract

La enseñanza ha tenido que dar un giro exponencial para dar respuesta a lo que el alumnado de hoy en día demanda. Esto es así porque en esta sociedad, donde todo está inventado, es difícil sorprenderles. En este contexto aparecen nuevos enfoques educativos destacando entre ellos la educación STEAM. Esta nueva forma de aprender ayuda a los y las alumnas a ser competentes en ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Sin embargo, los y las docentes necesitan poner esto en práctica a través de estrategias didácticas innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje por Descubrimiento, Robótica o Gamificación.

Keywords

Aprendizaje, didáctica, educación STEAM, innovación.

1. INTRODUCCIÓN

La educación de hoy en día ha cambiado mucho a lo largo de las últimas décadas. Debido a ello, los y las docentes huyen de una enseñanza basada en la memorización y en la comunicación vertical. En contrapartida, lo que se persigue es desarrollar ciudadanos capaces de resolver los problemas de la vida diaria. Esto no se podría lograr si las estrategias utilizadas no estuvieran basadas en la innovación puesto que generan perspectivas pedagógicas fundamentadas en la enseñanza competencial.

Son muchos los enfoques educativos que se prestan a desarrollar este objetivo. Sin embargo, esta comunicación va a tener como fin analizar cómo la educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) logra, a través de diferentes estrategias didácticas innovadoras, crear alumnos y alumnas competentes dentro de los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.

2. PRESENTACIÓN DE LA EDUCACIÓN STEAM

La educación STEAM es un enfoque educativo que pone su énfasis en integrar cinco áreas disciplinares (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) en un único proyecto y así poder impulsar la educación técnico-científica y artística. Esta estrategia didáctica tiene múltiples beneficios: fomenta la autonomía y la toma de decisiones por parte del alumnado, ayuda a desarrollar el razonamiento crítico, promueve el aprendizaje colaborativo y también el pensamiento computacional. Además, al estar basada en las ciencias y en el arte, no se puede concebir sin un aprendizaje empírico.

Por todo ello y para llevar la educación STEAM a la práctica, los y las docentes tienen que seguir una serie de pasos a la hora de planificar sus sesiones. Los y las educadoras saben que no es concebida ninguna sesión de ningún tipo sin una adecuada planificación sólida. Por lo tanto, han de establecerse los objetivos, las competencias y los contenidos que van a ser desarrollados y trabajados por parte del alumnado. Seguidamente, estos elementos curriculares han de conducir a un problema social que necesita ser resuelto. Finalmente, y para que esto suceda, se elaborará un producto final que responda a la cuestión previamente planteada.

Para que esta forma de enseñanza tenga éxito, es necesario que el entorno en el que se desarrolle sea óptimo. Es por ello por lo que se debe tener en cuenta las siguientes premisas. En primer lugar, el o la docente debe asegurarse que cuenta con los materiales (nuevas tecnologías y elementos naturales) y recursos de aula necesarios para llevar a cabo su sesión de educación STEAM. Además de ello, debe actuar como un o una guía para que el alumnado pueda descubrir el apasionante mundo que se le presenta. Finalmente, debe asegurarse que el ambiente en el que se desarrolla su clase es el adecuado para el diálogo.

Por lo tanto, de lo que se concluye es que este nuevo enfoque pedagógico además de ser necesario para fomentar las áreas disciplinares que tienen que ver con las ciencias, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas; es vital para que los y las alumnas desarrollen un aprendizaje significativo dentro de un modelo interdisciplinar y transversal.

3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS INNOVADORAS

Se entiende por estrategia didáctica innovadora aquella que comprende un conjunto de acciones pedagógicas basadas en la Nueva Escuela que se llevan a cabo de manera planificada para la consecución de unos objetivos de aprendizaje específicos.

En el ámbito de la educación STEAM, muchas estrategias didácticas pueden ser utilizadas. Sin embargo, se van a analizar sólo cuatro de ellas: Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje por Descubrimiento, Robótica y Gamificación.

3.1. Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una estrategia didáctica que permite que el alumnado adquiera los conocimientos y las habilidades a través de un proceso de investigación y el trabajo colaborativo. Este procedimiento tiene como fin último solucionar un problema de la vida cotidiana de los y las alumnas a través de la consecución de un producto final.

Este método de enseñanza es idóneo para llevar a cabo dentro de la educación STEAM ya que comparten pilares fundamentales de sus estrategias. En primer lugar, el Aprendizaje Basado en Proyectos fomenta el espíritu autocrítico tan necesario a la hora de dar respuesta a un problema basado en la rama científica y artística. Además de eso, facilita la alfabetización mediática la cual está basada en la capacidad que tienen los y las alumnas en buscar, seleccionar, contrastar y analizar información. Seguidamente, ayuda al alumnado a desarrollar su creatividad tan vital sobre todo en la especialidad artística. Finalmente, tanto el Aprendizaje Basado en Proyectos como la educación STEAM son idóneos para atender a la diversidad ya que contribuye tanto a los y las alumnas con problemas de aprendizaje como a los y las que están más avanzados. A los primeros les proporciona una interdependencia positiva con sus compañeros y compañeras mientras que a los segundos les abre todo un campo de oportunidades para desarrollar sus capacidades.

3.2. Aprendizaje por Descubrimiento

Bruner (1966) explicó que el Aprendizaje por Descubrimiento es aquella forma de enseñanza que basa su metodología en que el alumnado aprende a través de investigaciones y resoluciones de problemas. Es en este contexto donde el o la docente pasa a ser un guía en el viaje del aprendizaje ya que su único propósito es que los y las alumnas averigüen por sí solos y solas.

El Aprendizaje por Descubrimiento es una de las metodologías didácticas innovadoras más adecuadas para trabajar la educación STEAM ya que el fundamento principal de la ciencia es descubrir a través de la investigación y la experimentación. Siendo este mismo objetivo el del Aprendizaje por Descubrimiento. Además de ello, tanto el Aprendizaje por Descubrimiento como la educación STEAM despiertan la motivación y la curiosidad del alumnado. Esto hace que, al unir estos dos enfoques metodológicos, se cree un ambiente en el que se propicie la iniciativa y la inconformidad dando como resultado un fomento de las habilidades comunicativas, un aumento del trabajo colaborativo, así como una mejora de las capacidades cognitivas y creativas. Finalmente, es importante apuntar que ambas estrategias didácticas (la educación STEAM y el Aprendizaje por Descubrimiento) coinciden en que son claramente competenciales. Esto es así ya que sus objetivos finales se basan en que el alumnado sea capaz de dar una respuesta práctica a una problemática social.

3.3. Robótica

La robótica es un sistema de enseñanza interdisciplinario y transversal que se basa en la utilización de dispositivos robóticos educativos con el fin de alcanzar un aprendizaje significativo. Esto desencadena múltiples beneficios como pueden ser el desarrollo de las áreas cognitivas y psicosociales de los y las alumnas, así como la mejora de las capacidades de emprendimiento.

La robótica permite que el alumnado desarrolle sus conocimientos y habilidades de la educación STEAM ya que ambas herramientas educativas comparten las mismas áreas: ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. Además de eso, la robótica permite contextualizar los contenidos de la educación STEAM en función de la edad de los y las alumnas. Durante las primeras etapas educativas, el alumnado se limita a manipular

robots. Seguidamente, estos dispositivos se convierten en un elemento motivador para el conocimiento de las áreas de educación STEAM. Por último, los robots pasan a ser objeto de estudio.

Por otro lado, existen evidencias de que la robótica garantiza el desarrollo de las capacidades más artísticas (Sullivan, 2018) puesto que su uso permite potenciar la creatividad y la imaginación. Esto sucede porque el alumnado tiene como objetivo buscar formas de solucionar un dilema y se sabe que no hay otra forma de que esto suceda si no es a través de un pensamiento innovador e imaginativo.

3.4. Gamificación

Según Deterding (2011), la gamificación es el uso de mecánicas de juego en un contexto no lúdico. Esta afirmación no quiere decir que la gamificación sea sinónimo de juego, sino que los aspectos más interesantes de esta actividad son utilizados para motivar al alumnado y así el aprendizaje pueda ser más significativo.

Ortiz-Colón J. (2018) apuntó que la gamificación y la educación STEAM deben trabajar unidas para lograr mayores beneficios. En primer lugar, la utilización de insignias, puntos y demás recursos destinados a la gamificación hace que los y las alumnas perciban el entorno como un concurso constante. Como resultado, se obtiene un aprendizaje mucho más visible y una estimulación del aprendizaje vivencial. En segundo lugar, la educación STEAM puede ser la base de cualquier juego ya sea virtual o no. Por lo tanto, los y las docentes tienen el beneficio de utilizar los contenidos y las competencias para ayudar al alumnado a interiorizarlas a través del juego educativo. En tercer lugar, tanto la educación STEAM como la gamificación tienen como objetivo final el desarrollo integral del alumnado. Cuando los y las alumnas aprenden jugando con la educación STEAM, están desarrollando una serie de valores sociales necesarios para la vida cotidiana como son el control emocional, la deportividad y la humildad. Finalmente, la educación STEAM no puede entenderse sin el trabajo colaborativo al igual que la gamificación. Esto se traduce en que en el aula se genere un clima de autoconfianza y respeto mutuo.

4. CONCLUSIONES

Habiendo hecho la investigación propiamente dicha, se concluye que no se puede concebir una educación cuyo objetivo final no sea el desarrollo integral del alumnado. Es por este motivo que los y las docentes deben seleccionar muy bien los métodos de enseñanza para que los y las alumnas sean individuos competentes en esta sociedad tan cambiante.

Es en este contexto donde entran en juego las estrategias didácticas innovadoras como el Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje por Descubrimiento, Gamificación, Robótica o la educación STEAM. Es tanto su aporte didáctico y metodológico que ya no se puede concebir una educación sin los pilares anteriormente citados.

5. REFERENCIAS

- David, J., (2008). What research says about project-based learning. Editorial Educational Leadership from: <https://www.ascd.org/el/articles/project-based-learning>
- García, I., Gros, B., y Noguera, I. (2010). La relación entre las prestaciones tecnológicas y el diseño de las actividades para el aprendizaje para la construcción colaborativa del conocimiento. Cultura y educación. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233613528_La_relacion_entre_las_prestaciones_tecnologicas_y_el_diseno_de_las_actividades_de_aprendizaje_para_la_construccion_colaborativa_del_conocimientoThe_relationship_between_current_technological_affordanc
- Santillán Aguirre, J.P., Cadena Vaca, V. del C., y Cadena Vaca, M. (2019). Educación STEAM: entrada a al sociedad del conocieminto. Ciencia Digital. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/issue/view/48>

LA OBSERVACIÓN: CLAVE PARA LA COMPRENSIÓN DE LA CIENCIA. PRIMERA LEY DE NEWTON

S RODRÍGUEZ ANTÓN¹, A BOL ARREBA²

¹*Facultad de Educación. Universidad de Burgos, España*

²*Departamento de Física. Universidad de Burgos, España*

sergiora.villandiego@gmail.com

Abstract

La observación para la enseñanza de la mecánica en general y de la 1ª ley de Newton en particular, a la que no se le presta la atención adecuada quizá por no disponer de una expresión matemática y donde se introduce la formulación matemática prematuramente para la resolución de ejercicios sin que el alumnado haya asimilado los conceptos adecuadamente, es de vital importancia. Hay que tener también en cuenta los preconceptos del alumnado como base de la que partir. Con la realización de algunos experimentos puede conseguirse mejorar la comprensión de la mecánica, colaborando entre distintos departamentos y cursos.

Keywords

Educación, Experimentación, Leyes de Newton, Pensamiento crítico, Observación.

1. INTRODUCCIÓN

Vistos los problemas que se observan en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, particularmente de la mecánica, y la presencia y persistencia de ideas previas en el mismo ámbito científico, como señala Covián (2004, p.403), incluso de personas con formación académica en física, quizá debamos abordar la enseñanza de estos conceptos de otro modo diferente al tradicional, representado por clase magistral y ejercicios.

Según Covián (2004), en las escuelas de ingeniería hay que “desarrollar en el estudiante la capacidad de analizar cualquier situación mecánica planteada de una forma lógica y sencilla, aplicando en su resolución unos principios básicos bien asimilados” (p. 22), autor que nos indica que esta idea de que el alumnado debe aprender trabajando la comprensión está extendida entre el profesorado de física.

Estos principios sobre la enseñanza pueden extenderse a todas las etapas educativas, desde la educación primaria, pasando por la secundaria hasta la educación universitaria, la educación no formal y la informal. Sería deseable que ya desde la primaria se enseñara la ciencia, y en este caso la física, de este modo, consiguiendo que en cursos o ciclos superiores los conceptos estuvieran bien asentados y las concepciones alternativas corregidas en la medida de lo posible, provocando así una sinergia o un mayor avance en cursos superiores, donde ya no se dedicaría tiempo a corregir errores conceptuales.

2. PROBLEMAS EN LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA

Uno de los errores a la hora de enseñar la mecánica es introducir la realización de ejercicios demasiado pronto, cuando aún no se han comprendido los conceptos y fenómenos. Esto provoca que no se modifiquen las concepciones alternativas y reaparezcan continuamente. Estas concepciones alternativas o preconcepciones, que según Covián (2004) pueden definirse “como una idea basada en el razonamiento del sentido común que se contrapone al razonamiento científico aunque sirve para dar una explicación a un fenómeno determinado” (p. 34), suelen estar muy arraigados y es difícil corregirlos. Por tanto, son de carácter no científico, se presentan en gran cantidad y son de difícil erradicación, además de surgir incluso de pensadores y científicos que los transmiten a los alumnos (Hierrezuelo y Montero, 1989, como se citó en Covián, 2004, p.34).

3. LA CLAVE PARA ENTENDER LA MECÁNICA

La clave para comprender y asimilar correctamente los conceptos de mecánica es la observación. Los alumnos deben ver por ellos mismos lo que sucede con las fuerzas, movimientos, etc. De esta manera ellos buscarán una explicación a lo que ven.

Para llevar a cabo una eficiente enseñanza y lograr un correcto aprendizaje se deben seguir ciertas consideraciones. Dar importancia a la interpretación de los resultados y no poner en primer plano el desarrollo matemático (García, Lorenzana, Magdaleno, Requejo, Rico y Recio, 2003, como se citó en Covián, 2004, p. 22), “potenciar trabajos prácticos que favorezcan aspectos esenciales como la emisión de hipótesis o el diseño de experimentos” (Solbes, Calvo y Pomer, 1994, Celemín y Covián, 2003, como se citó en Covián, 2004, p. 22) “y la discusión grupal de los alumnos orientada por el profesor para favorecer la argumentación y la crítica” (Coll, 1994, como se citó en Covián, 2004, p.22); no dedicarse a resolver ejercicios tipo por medio del uso de ecuaciones matemáticas (Solbes, Calvo y Pomer, 1994 y Riley y Sturges, 1995, como se citó en Covián, 2004, p.22) y “tener en cuenta las características de los alumnos: forma en la que aprenden, ideas previas, formas de razonamiento, intereses y actitudes” (Solbes et al., 1994, como se citó en Covián, 2004, p. 23).

Se deben contextualizar las situaciones planteadas al alumnado, que vea dónde es de utilidad lo que se está desarrollando, que no sea algo ficticio que nunca pueda materializarse. La actual ley de educación (Ley Orgánica 3/2020) incide en que es necesario contextualizar las situaciones de aprendizaje.

La resolución de problemas, dejando al principio de lado el desarrollo matemático, es de gran utilidad, ya que, guiado a través de la indagación por el profesorado, el alumnado observa sobre la situación planteada y a través del pensamiento crítico, razonando sus respuestas, va planteando hipótesis que posteriormente se comprueba si son acertadas a través de la formulación y el desarrollo matemático, construyendo así conocimiento.

Hacer ejercicios tipo usando simplemente las formulas y el desarrollo matemático no beneficia intelectualmente al alumnado del mismo modo en que lo hacen los problemas pues simplemente se aplican las fórmulas dadas y no se hace observar y pensar al alumnado.

Una buena herramienta que se puede usar para evaluar el grado de asimilación de los conceptos de mecánica y la presencia y persistencia de preconcepciones es el Force Concept Inventory (Hestenes et al., 1992) o Cuestionario sobre el concepto de fuerza, que está suficientemente contrastado (Covián, 2004, p. 404). Se trata de un test de 29 preguntas en su versión original que puede ser presentado a los alumnos antes y después de la enseñanza de los conceptos de mecánica con el fin de detectar preconcepciones y conocimientos previos y de evaluar la enseñanza y el aprendizaje y la persistencia de estos preconcepciones.

4. 1ª LEY DE NEWTON

La 1ª Ley de Newton dice que si la resultante de las fuerzas que actúan sobre una partícula es nula, la partícula permanecerá en su estado original de reposo o movimiento rectilíneo y uniforme.

Esta ley puede malinterpretarse ya que hay situaciones en las que un objeto en reposo comienza a moverse y un objeto en movimiento va hacia el reposo cuando “aparentemente” no hay fuerzas aplicadas en los cuerpos. Situaciones de este tipo se dan cuando, por ejemplo, nos encontramos montados sobre una bicicleta parada ante un semáforo en una rampa de un tramo recto y esta constantemente tiende a moverse hacia abajo, para lo cual, aún teniendo un pie sobre la calzada apretamos el freno para mantener la bicicleta en reposo. En esta situación la fuerza de la gravedad es la que empuja a la bicicleta y al ciclista a moverse hacia abajo por la rampa y la fuerza de rozamiento entre la rueda de la bicicleta y la calzada la que consigue mantener la bici y al ciclista en reposo, ya que la resultante de las fuerzas que actúan sobre el sistema es nula.

Por el contrario, cuando seguimos circulando con nuestra bicicleta pero ahora ya por un tramo recto de calzada horizontal y decidimos dejar de pedalear, pues tenemos una velocidad suficiente en ese momento, estamos cansados de hacer que nuestra bicicleta se mueva o simplemente queremos relajarnos admirando el paisaje, lo que sucede es que nos vamos parando poco a poco si no ponemos remedio volviendo a pedalear. Pedaleando estamos aplicando una fuerza que se trasmite a través del rozamiento entre la rueda y la calzada. Si no pedaleamos nos paramos ya que actúan sobre nosotros el rozamiento entre la rueda y la calzada que provoca una pérdida de energía y la fuerza de choque con el aire (aunque este puede ser tendente a frenarnos o movernos hacia atrás si viene de cara y tendente a movernos hacia adelante si viene por la espalda). También está la fuerza de la gravedad que contribuye al mayor o menor rozamiento entre la rueda y la calzada.

Como vemos en ambos casos se cumple la 1ª ley de Newton, pero debemos darnos cuenta de que, aunque no se vean, ya que no hay un sistema material que transmita las fuerzas como podría ser una cuerda atada a la bicicleta tirando de ella, hay fuerzas aplicadas y por eso podría parecer que no se cumple la 1ª ley de Newton, pero no es así.

Además, la posición del observador es importante, pues no es igual que el observador esté en reposo y el objeto en movimiento a que el observador se mueva con el objeto.

Cuando el observador acompaña al objeto (es decir, si el objeto está en reposo el observador está en reposo y si el objeto se mueve el observador se mueve con él con igual velocidad, dirección y sentido) el observador generalmente sabe que está en reposo o movimiento por que ve a su alrededor. Pero si el objeto y el observador se encuentran, por ejemplo, en el interior de un ferri donde no haya ventanas pero si luz artificial y apenas oleaje o en el interior de la caja de carga, iluminada artificialmente, de un camión frigorífico en un tramo recto y horizontal de una carretera sin baches, el observador no sabría si el objeto y él están en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. Podría por ejemplo llenar un vaso de agua con una jarra y seguiría sin saber si se está moviendo o no.

Esto pone de manifiesto la similitud entre el reposo y el movimiento rectilíneo uniforme, ya que suceden las mismas cosas en ambos casos, como, por ejemplo, si tenemos un péndulo colgando de nuestra mano este no oscilará, se mantendrá simplemente vertical o si lanzamos verticalmente una pelota, volverá a caer en nuestras manos en ambos casos.

Sin embargo, si el observador no está en reposo sí sabe el estado de movimiento del objeto.

Esta idea es la que proponía Galileo en su obra “Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano”, en la que sugiere que se encierre alguien con algún amigo en una estancia bajo la cubierta de un barco, se desarrollen allí ciertos experimentos similares a los planteados sobre estas líneas y se compruebe que no pueden dilucidar esas personas si el barco está en reposo o en movimiento (Bol, s.f., pp. 1-2).

5. PROPUESTAS DE ACTIVIDADES PARA COMPRENDER LA 1ª LEY DE NEWTON

Hay actividades que pueden desarrollarse interdisciplinariamente entre varios departamentos o asignaturas de un colegio, instituto o universidad. Esto favorece que el alumnado comprenda que en la vida real las cosas o situaciones implican generalmente varias disciplinas, no se encuentran en estado natural divididas en compartimentos estancos como en un centro educativo donde cada asignatura se estudia independiente al resto. También favorece la atención a la diversidad del alumnado al enfocar las situaciones a desarrollar desde diferentes competencias.

Por ejemplo, en un instituto de educación secundaria la asignaturas de física, tecnología y audiovisuales pueden trabajar conjuntamente en el desarrollo de una actividad de enseñanza-aprendizaje de conceptos sobre la 1ª ley de Newton, consistente en la observación directa y grabación de vídeos, que luego son trabajados con programas de análisis, de una persona subida en un carro, construido en las clases de tecnología, que se mueve con movimiento rectilíneo uniforme sobre un suelo horizontal, llenando un vaso de agua con una jarra, lanzando una pelota verticalmente que luego cae de nuevo en sus manos o dejando caer la pelota y observando que esta, cuando llega al suelo, lo hace en la vertical del mismo punto del carro desde el que se dejó caer, comprobando que no se queda atrás hasta que no toca el suelo. Por supuesto es deseable que ese día la velocidad del viento sea mínima o nula, o si es posible desarrollar la experiencia en el interior de un polideportivo. La observación directa y los vídeos se realizan desde un punto en reposo y desde un punto que se mueva con el mismo movimiento que el carro (colocando una cámara unida al carro). Si además sobre este carro disponemos un fondo que impida distinguir desde el punto de vista de la cámara de vídeo el paso de los objetos tras el fondo, se constatará el hecho de que no se sabe si el carro está en movimiento o en reposo cuando se realizan las experiencias. Para contextualizar esta experiencia, podemos hablar de por ejemplo alguien en un tren vertiendo un refresco en un vaso cuando el tren circula por una recta con velocidad constante.

Otra actividad muy sencilla de realizar es observar y grabar en vídeo a una persona subida en una báscula que se encuentra en el suelo de un ascensor. Como en los ascensores la puerta se cierra antes de arrancar, sólo tiene sentido observar desde el interior, tanto directamente como con la cámara. Debe observarse el valor del peso que marca la báscula cuando se encuentra parado, antes de iniciar el movimiento. En el supuesto de que el movimiento del ascensor sea ascendente, cuando este comience el movimiento, se observará en la báscula un peso de la persona mayor a cuando se encontraba parado. La cabina del ascensor provoca una fuerza sobre la persona que la obliga a moverse hacia arriba, pero como entre la cabina y la persona se encuentra la báscula, esta registra esa fuerza, que además, según la 3ª ley de Newton, se produce una fuerza igual a la provocada por la cabina sobre la persona pero de sentido opuesto. Cuando la velocidad del ascensor se estabilice, estará realizando un movimiento rectilíneo uniforme, en dirección vertical, y el valor que indicará la báscula será el

mismo que cuando el ascensor está parado. Finalmente, en la frenada, sucederá lo contrario, recogiendo un valor en la báscula menor a cuando se encuentra parado. Con la observación directa y sobre todo con la cámara de vídeo podrá demostrarse que no puede saberse desde el interior de la cabina si esta se encuentra en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme. Esta experiencia puede fácilmente contextualizarse pensando en algo tan cotidiano como cuando llevas las bolsas cargadas de compras y entras en el ascensor. Cuando este arranca parece que las bolsas pesan más, luego pesan lo mismo que antes de entrar en la cabina y cuando frena, parece que nos hemos liberado de algo de peso de nuestras bolsas.

Así pues, la 1ª ley de Newton es un caso particular de la 2ª ley de Newton en el que la resultante de las fuerzas actuantes sobre un sistema es nula (Covián, 2004, p. 24). En el caso del ascensor van alternándose resultantes nulas con no nulas. Partiendo del reposo (resultante de fuerzas nula) la persona sobre la báscula tiende a mantener su estado de reposo hasta que es aplicada una fuerza sobre ella (resultante de fuerzas no nula). Luego se mueve con movimiento rectilíneo uniforme (resultante de fuerzas nula) y posteriormente cuando la cabina frena su ascenso la persona tiende a seguir en movimiento ascendente pero es aplicada sobre ella una fuerza descendente (resultante de fuerzas no nula).

6. AGRADECIMIENTOS

A Alfredo Bol Arriba, por su aportación de ideas para desarrollar este texto y por su manera diferente de explicar los conceptos.

A Miguel Ángel Queiruga Dios por su aportación en una visión diferente en el modo de enseñar y la posibilidad que me ha ofrecido de participar en este congreso.

7. REFERENCIAS

Bol Arriba, A. (s.f.) *Notas sobre teoría especial de la relatividad* [Departamento de Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Burgos].

Covián Regales, E. (2004). *El proceso enseñanza aprendizaje de la mecánica de Newton en las carreras técnicas: evaluación de la utilidad y rendimiento académico de la simulación informática de fenómenos mecánicos en su aprendizaje y su influencia en la corrección de preconceptos* [Tesis doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos].

Ley Orgánica 3/2022 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

LA EDUCACIÓN Y LA GESTIÓN EMOCIONAL COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

T ALONSO DEL HIERRO

Universidad Internacional Isabel I, Burgos (España)

taraalonsohierro@gmail.com

Abstract

Existe una necesidad clara de centrar parte de las herramientas educativas en la potenciación del desarrollo de las competencias emocionales, no solo con el objetivo de motivar al alumnado y potenciar su desarrollo como persona, sino también para impulsar y apoyar la labor del profesorado. En este sentido, la educación emocional debe encontrarse presente en todos los niveles educacionales, ser continua y permanente; de esta forma, las habilidades de gestión emocional adquiridas por el alumnado supondrán un medio de prevención de conductas de riesgo futuras como el consumo de sustancias y, también, un mecanismo de gestión del estrés, la ansiedad o la frustración.

Keywords

Educación emocional, Gestión emocional, Innovación educativa, Inteligencia emocional.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje emocional como parte del contexto educativo ha comenzado a ser objeto de interés durante las pasadas décadas; concretamente, se ha identificado no solo la necesidad de invertir en el progreso del propio aprendizaje académico, sino también en mejorar otras habilidades más allá de las que ya se encuentran atendidas por la educación ordinaria (Thi Do et al., 2022). Sobre todo, si se tiene en cuenta los efectos negativos que se han encontrado relacionados con la falta de educación emocional tanto en las personas como en la sociedad entre los que se encuentran la violencia, la ansiedad, el estrés, la depresión, el abuso de sustancias, etc. (Gilar-Corbí et al., 2018).

En esta línea, la implementación de estrategias que fomenten la educación y la gestión emocional en los estudiantes y, por ende, que conduzcan a una mejora global en su formación y personalidad, contribuirán a paliar algunas cuestiones de vital importancia que se pueden detectar en el día a día del aula en cualquier nivel educativo: comportamientos erráticos y falta de implicación por parte de los estudiantes, frustración del alumnado e impotencia del profesorado, tensión en las relaciones personales, etc. Lo que, a su vez, supondrá una potenciación del bienestar no solo de la persona sino también de la sociedad (Mira Agulló et al., 2017).

En definitiva, parece crucial concebir la enseñanza y el aprendizaje como una práctica emocional en la que participen no solo procesos cognitivos sino también afectivos (Brígido et al., 2013).

2. LA RELEVANCIA DE LAS EMOCIONES EN EL PROCESO EDUCACIONAL

El papel relevante de las emociones en la motivación y, por ende, en el rendimiento académico y en el proceso de aprendizaje ha quedado claramente constatado, si bien es cierto, esta cuestión ha sido insuficientemente investigada (Jeong et al., 2016; Manassero, 2013).

En términos generales, se puede afirmar que las emociones positivas contribuirán a una mayor autoconfianza y esfuerzo académico, sin embargo, la percepción de ausencia de éxito conllevaría una disminución de este rendimiento, por lo que favorecer estados emocionales positivos potenciará el aprendizaje y a la inversa. Pero, es más, la atención de las emociones en el aprendizaje no solo debe considerarse como un medio más para conseguir el logro académico inmediato, sino también para aprender a mantener un adecuado enfoque a la hora de afrontar situaciones de fracaso puntual a medio o largo plazo (Sánchez-Martín et al., 2018).

Asimismo, se ha expuesto que la intervención de las emociones en el ámbito educacional no solo afecta al alumnado sino también al profesorado. Es decir, docentes con adecuadas competencias emocionales tienden

a generar una mayor motivación centrando la atención de los alumnos en aquellos conocimientos que se les quiere transmitir y, además, contarán con las habilidades necesarias para favorecer las competencias emocionales de los estudiantes (Fernández Ruiz, 2020).

Sin embargo, nuestro sistema educativo sigue centrándose casi de forma exclusiva en el desarrollo y la potenciación de habilidades puramente intelectuales, y prestando menos atención al desarrollo emocional. La educación en esta segunda esfera se propone, incluso, como un trabajo transversal de forma conjunta con otras áreas que ayudaría al desarrollo físico, intelectual, moral y emocional del alumnado, a la vez que prevendría el surgimiento de diversas situaciones de riesgo y fomentaría unos mejores resultados académicos (Gueldner et al., 2020).

3. LA INTELIGENCIA EMOCIONAL Y SU IMPORTANCIA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Aunque hoy en día sigue sin haber acuerdo sobre las habilidades que conforman en su totalidad la inteligencia emocional, sí parece haber un consenso sobre la importancia de adquirir y trabajar las habilidades centradas en el uso y gestión de la esfera emocional y social para conseguir un bienestar superior en diferentes áreas de la vida de las personas, entre ellas, la académica (Mira Agulló et al., 2017). A grandes rasgos, estas habilidades engloban variables tan importantes como la conciencia de las emociones propias y ajenas, la capacidad para resolver problemas, la motivación, el autocontrol, la apertura o elasticidad, etc. (Zhoc et al., 2018).

En este sentido, parecen identificarse deficientes niveles de bienestar y apoyo psicológico, una disminución del rendimiento académico y de la cantidad y calidad de las relaciones sociales, así como el surgimiento de conductas disruptivas entre el alumnado con niveles bajos de inteligencia emocional. Por el contrario, unos niveles adecuados de habilidades emocionales se han mostrado relacionados con un mayor apoyo social, una menor propensión al surgimiento de comportamientos perturbadores, un mejor afrontamiento de situaciones de estrés y un mayor rendimiento académico (Extremera y Fernández-Berrocal, 2004).

Por tanto, estos mismos autores concluyen sobre la importancia de considerar la inteligencia emocional como una variable más a considerar en el ámbito educacional desde etapas tempranas junto con otros factores que han demostrado también su relación con el éxito en este contexto como son las habilidades cognitivas, el apoyo familiar, la motivación y/o las expectativas.

A este respecto, no solo se ha comprobado la importancia de implementación de este tipo de estrategias en el alumnado, sino también en el profesorado. En concreto, se ha constatado que poseer un mayor nivel de habilidades relacionadas con la inteligencia emocional por parte del cuerpo docente, en este caso universitario, no solo facilita el dominio emocional, sino que también supone un mayor bienestar psicológico, una mejora en la puesta en práctica de las relaciones públicas e interpersonales, un mejor enfrentamiento de la carga de trabajo y de las situaciones estresantes, y una mejora en los resultados de aprendizaje del alumnado debido a una ejecución más satisfactoria de sus ideas y conocimientos (Shafait y Huang, 2022) y, de forma más genérica una mejor gestión de los conflictos (Shafait et al., 2021).

4. LA EDUCACIÓN EMOCIONAL: POSIBILIDADES DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Han sido muchos los mecanismos que se han estudiado como metodología a llevar a cabo para fomentar las competencias emocionales tanto en el alumnado como en el profesorado. En concreto, Elias et al. (2003) ya recogieron algunos de los factores asociados a la aplicación exitosa de programas de educación socioemocional en el ámbito educativo, entre ellos: supervisión por parte de un coordinador o comité organizador de la aplicación del programa, procedimientos continuos de formación formal e informal, alto grado de inclusión de toda la población académica, enfoques pedagógicos diversos y atractivos, etc.

Por su parte, Fernández-Gavira et al. (2022) introducen en un grupo de alumnos universitarios una serie de actividades transversales dirigidas a que estos tomen conciencia sobre la necesidad de modificar determinados hábitos para su beneficio emocional (conocer y entender las emociones, el lenguaje emocional, optimismo inteligente y emociones positivas, resolución de conflictos, etc.). Estos contenidos, junto con la motivación y responsabilidad del alumno de preservar dicho aprendizaje, han demostrado mejorar las competencias emocionales básicas de los participantes.

En esta misma línea, Mira Agulló et al. (2017) propusieron una serie de tareas orientadas al desarrollo emocional para aplicarse de forma complementaria a las actividades regladas en el ámbito universitario. Estas tareas se centraron en fomentar la conciencia emocional, la regulación emocional, la autonomía personal y la

inteligencia interpersonal. Con esta propuesta los autores pretendieron fomentar el desarrollo de la inteligencia emocional del alumnado para que les permitiera, a su vez, el desarrollo y refuerzo de aquellas destrezas que apoyen y ayuden en la identificación y resolución de conflictos en etapas futuras.

Asimismo, Nicoll (2014) concluye la necesidad de un cambio transformador en la educación centrado en la atención de diversas variables en interacción en el alumnado como son la resiliencia, las competencias socioemocionales, los entornos sociales de apoyo (familia y escuela), las creencias sobre las capacidades y el potencial de los estudiantes. Y añade que los sistemas educativos centrados en estos factores influyen de forma significativa en el éxito académico y en los resultados de desarrollo de los estudiantes.

Por otro lado, Joshith (2012) encuentra una relación positiva entre la inteligencia emocional y la capacidad docente, por lo que avala en su estudio la importancia de aplicar herramientas que fomenten la inteligencia emocional en el profesorado futuro para que sean capaces de reconocer su potencial innato, su capacidad de afrontamiento de situaciones estresantes, así como expresar abiertamente sus emociones y, en consecuencia, promover una mejor inteligencia emocional entre el alumnado.

5. CONCLUSIONES

El proceso de innovación debería entenderse como un rasgo propio y continuo de la educación que exija pequeños esfuerzos por parte de aquellas personas que se encuentren en contacto directo con el alumno, evitando, de esta forma, la conformidad docente (Denning, 2018). En esta línea, Ramsey y Khan (2020) comprobaron lo emocionalmente comprometido que puede ser este proceso de innovación para el profesorado y el desánimo que puede ligarse al mismo; por lo que animar y apoyar a aquellos educadores que se encuentren dispuestos a adoptar enfoques emocionalmente innovadores sería esencial no solo como mecanismo de minimización de la frustración de este colectivo, sino también como impulso a la potenciación de las competencias emocionales del alumnado.

Asimismo, se establece como imprescindible la necesidad de concienciar a aquella parte del profesorado con una menor motivación y propensión a la innovación sobre la importancia de educar en emociones para favorecer el desarrollo socioafectivo y emocional del alumnado (Abrami et al., 2004; Fernández y Extremera, 2002).

Por tanto, parece esencial la preparación de los profesionales de la enseñanza para dirigir sus esfuerzos hacia la reforma escolar a través de la inclusión de la educación emocional como parte esencial en el proceso educativo, así como una mayor investigación sobre los resultados que pueden derivarse de la implantación de estas estrategias de innovación educativa y las diferentes formas de aplicación de estas (Elias, 2003).

En definitiva, la influencia de las emociones en el proceso educativo es demasiado importante como para no impulsar o promover las competencias emocionales en el ámbito de la enseñanza (Fernández Ruiz, 2020) con el objetivo de desarrollar instituciones académicas más eficaces y un alumnado más capaz (Nicoll, 2014).

6. REFERENCIAS

- Abrami, P. C., Poulsen, C., y Chambers, B. (2004). Teacher Motivation to Implement an Educational Innovation: Factors differentiating users and non-users of cooperative learning. *Educational Psychology, 24*(2), 201-216. <https://doi.org/10.1080/0144341032000160146>
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C., y Mellado, V. (2013). The emotions about teaching and learning science: a study of prospective primary teachers in three Spanish universities. *Journal of Baltic Science Education, 12*(3), 299-311.
- Denning, S. (2018). *The age of agile: How smart companies are transforming the way work gets done*. New York: AMACOM.
- Elias, M. J., Zins, J. E., Graczyk, P. A., y Weissberg, R. P. (2003). Implementation, sustainability, and scaling up of social-emotional and academic innovations in public school. *School Psychology Review, 32*(3), 303-3019.
- Extremera, N. y Fernández-Berrocal, P. (2004). El papel de la inteligencia emocional en el alumnado: evidencias empíricas. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 6* (2).
- Fernández, P. y Extremera, N. (2002). La inteligencia emocional como una habilidad esencial en la escuela. *Revista Iberoamericana de Educación, 29*(1), 1-6.

- Fernández-Gavira, J., Castro-Donado, S., Medina-Rebollo, D., y Bohórquez, M. R. (2022). Development of Emotional Competencies as a Teaching Innovation for Higher Education Students of Physical Education. *Sustainability*, 14(1), 300. <https://doi.org/10.3390/su14010300>
- Fernández Ruiz, B. (2020). Innovación educativa mediante la gestión emocional. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 25(3), 41-56. [http://doi.org/10.35742/rcci.2020.25\(3\).41-56](http://doi.org/10.35742/rcci.2020.25(3).41-56)
- Gilar-Corbí, R., Pozo-Rico, T., Sánchez, B., y Castejón, J. L. (2018). Can emotional competence be taught in higher education? A randomized experimental study of an emotional intelligence training program using a multimethodological approach. *Frontiers of Psychology*, 9, 1039. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01039>
- Gueldner, B. A., Feuerborn, L. L., y Merrell, K. W. (2020). *Social and emotional learning in the classroom: Promoting mental health and academic success* (2ª ed.). Nueva York: The Guilford Press
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., y Cañada-Cañada, F. (2016). Students' Perceptions and Emotions Toward Learning in a Flipped General Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747-758. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8>
- Josith, V. P. (2012). Emotional Intelligence as a tool for innovative teaching. *Journal of Educational Psychology*, 5(4), 54-60.
- Manassero, M. (2013). Emociones: del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. In V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero, y J. C. Árdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 3-18). Badajoz: DEPROFE.
- Mira Agulló, J. G., Parra Meroño, M. C., y Beltrán Bueno, M. A. (2017). Educación emocional en la universidad: Propuesta de actividades para el desarrollo de habilidades sociales y personales. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 139, 1-17. <https://doi.org/10.15178/va.2017.139.1-17>
- Nicoll, W. G. (2014). Developing Transformative Schools: A Resilience-Focused Paradigm for Education. *The International Journal of Emotional Education*, 6(1), 47-65.
- Ramsey, P. L. y Khan, S. (2020). Dilemmas, emotion and innovation in tertiary education. *Innovations in Education and Teaching International*, 58(3), 250-260. <https://doi.org/10.1080/14703297.2020.1733046>
- Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F., y Dávila-Acedo, M. A. (2018). Emotional responses to innovative science teaching methods: Acquiring emotional data in general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346-359. <https://doi.org/10.3926/jotse.408>
- Shafait, Z. y Huang, J. (2022). Nexus of Emotional Intelligence and Learning Outcomes: A Cross-Country Study of China and Pakistan Higher Educational Institutes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 16215. <https://doi.org/10.3390/ijerph192316215>
- Shafait, Z., Yuming, Z., y Sahibzada, F. (2021). Emotional intelligence and conflict management: an execution of organisational learning, psychological empowerment and innovative work behaviour in Chinese higher education. *Middle East Journal of Management*, 8(1), 1-22. <https://doi.org/10.1504/MEJM.2021.111988>
- Thi Do, D., Estrela Pereira, A., y Zsolnai, A. (2022). The integration of social and emotional education in the European Context. *Vietnam Journal of Education*, 6(3), 187-195. <https://doi.org/10.52296/vje.2022.166>
- Zhoc, K. C. H., Chung, T. S. H., y King, R. B. (2018). Emotional intelligence (EI) and self-directed learning: Examining their relation and contribution to better student learning outcomes in higher education. *British Educational Research Journal*, 44(6), 982-1004. <https://doi.org/10.1002/berj.3472>

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN JUEGO DE MESA SERIO CON APRENDIZAJE AUTORREGULADO

Y ARNAIZ MARTÍN

La Estación de la Ciencia y la Tecnología - Universidad de Burgos, España

yarnaiz@ubu.es

Abstract

Es necesario buscar enfoques y herramientas que faciliten el desarrollo del pensamiento científico y aumenten la motivación del alumnado hacia el aprendizaje. Una forma de conseguir esto es mediante el juego. Una de las mayores dificultades durante el proceso de aprendizaje de las ciencias es que el alumnado no sea capaz de conocer si comprende o no los conceptos. Teniendo en cuenta esto, se ha diseñado y desarrollado en el aula un juego de mesa serio para el aprendizaje de la energía en educación secundaria basado en el aprendizaje autorregulado.

Keywords

Gamificación, Juegos de mesa serios, Aprendizaje autorregulado, Energía.

1. INTRODUCCIÓN

Se conoce desde hace años la falta de interés que muestran los estudiantes hacia disciplinas científicas como la física (Sáiz-Manzanares et al., 2020; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2008). Para realizar un cambio en la actitud del alumnado y que presenten una mayor motivación durante el proceso de aprendizaje una herramienta con gran poder motivacional es el juego (Kalogiannakis et al., 2021).

La gamificación se puede definir como “el uso de elementos de diseño de juegos, de mecánicas de juego, estética y pensamiento de juegos para motivar a los estudiantes” (Kapp, 2012). Estos elementos de diseño pueden ser premios, puntos, niveles, insignias, etc. Su objetivo es alterar la actitud del alumnado afectando a su motivación para influir en su comportamiento durante el proceso de aprendizaje, de forma que el aprendizaje se consigue de forma indirecta.

Existen otras herramientas como los juegos serios o juegos de aprendizaje, interesantes para su aplicación, ya que se consiguen objetivos más allá del entretenimiento.

2. JUEGOS SERIOS

Estos juegos se centran en motivar al estudiante a jugar el juego sin que el estudiante conozca los objetivos educativos del juego. No presentan un número de mecánicas limitado, de forma que se incorporan todos los elementos de los juegos en mayor o menor medida (Landers, 2014).

En estos juegos serios, el aprendizaje se ve directamente afectado ya que los contenidos que se abordan en la aplicación provocan ese aprendizaje, por lo que el objetivo va más allá del entretenimiento, es la educación.

Un modelo que atiende a este concepto de juego serio, se define como: Gameplay/Purpose/Scope (G/P/S). Este hace referencia a la estructura del juego, al propósito con el que se ha diseñado y a qué destinatarios va dirigido, respectivamente (Djaouti et al., 2011).

2.1. Juegos de mesa serios

Dentro de estos juegos de mesa serios, se pueden destacar los juegos de mesa serios caracterizados por presentar una superficie, fichas y normas.

Existe una interacción entre los jugadores, los cuales suelen competir unos contra otros. Estos juegos no solo van a favorecer el aprendizaje, sino que facilitan el desarrollo de habilidades de comunicación, desarrollo de pensamientos matemáticos y las relaciones entre personas que poseen diferentes habilidades sociales (Bayeck, 2020).

Estos juegos se pueden basar a veces en la percepción de uno mismo de ser capaz de realizar una tarea (Blumberg et al., 2013), lo que podría derivar en el aprendizaje autorregulado, donde el estudiante va a gestionar su propio aprendizaje, sus conductas y su motivación durante la resolución de un problema (Mateos, 2001).

El hecho de que el estudiante sea capaz de autorregular su proceso de aprendizaje resulta muy interesante debido a que, cuando el alumnado está aprendiendo ciencias, una de sus mayores dificultades es no ser capaz de conocer si comprende o no los conceptos. (Otero, 1990).

3. DISEÑO DE UN JUEGO DE MESA SERIO

Se ha diseñado un juego de mesa serio para trabajar, en la asignatura de física y química de 3º de educación secundaria, los contenidos del bloque de Energía.

El juego “Salvar al planeta del colapso” comienza introduciendo una situación del planeta insostenible debido a las elevadas producciones de dióxido de carbono y que los combustibles fósiles se están agotando, es necesario construir fuentes de energía renovable. Para ello, se dividirá al alumnado en cuatro equipos heterogéneos, presentando los estudiantes de cada equipo distintos roles (Portavoz, administrador de la energía, etc.).

El objetivo del juego es que cada equipo acumule el mayor número de créditos de energía a medida que van respondiendo a distintas preguntas y van realizando distintas experiencias de indagación. Con esos créditos de energía, cada equipo podrá construir distintas centrales de energía renovable.

El aprendizaje se va construyendo a medida que se avanza en el juego, ya que las preguntas y experiencias se van desarrollando por tramos, de forma que los contenidos se van introduciendo en un orden concreto. Además, se podrán visualizar pequeños videos informativos o aclaratorios que ayuden a la construcción de ese conocimiento.

4. EVALUACIÓN DEL RECURSO

Para evaluar dicho recurso se han realizado dos investigaciones:

Por un lado, se ha implementado el recurso en el aula (49 alumnos/as), evaluando el aprendizaje de los contenidos científicos, si se produce una alteración en la actitud del alumnado hacia la ciencia y cómo valoran el juego de mesa.

Por otro lado, se ha mostrado el recurso a varios docentes (30 docentes) para que valoren su usabilidad y si consideran que presenta beneficios el empleo del recurso en el aula.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos han sido positivos en ambas investigaciones.

Cabe destacar en el caso de la implementación en el aula que se produce una mejora en el rendimiento académico del alumnado. Además, se producen resultados positivos en cuanto al interés del alumnado por la ciencia donde en la dimensión de interés y disfrute se muestra una gran eficacia.

En el caso del profesorado, han mostrado una opinión favorable en cuanto a la facilidad y la simplicidad del juego y consideran que puede facilitar la comprensión de los contenidos teóricos a situaciones reales.

6. REFERENCIAS

- Arnaiz-Martín, Y. (2021). Diseño y evaluación de un juego de mesa serio para el aprendizaje de la energía en educación secundaria con aprendizaje autorregulado. [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Burgos]. Riubu. <http://hdl.handle.net/10259/6728>
- Bayeck, R. Y. (2020). Examining board gameplay and learning: A multidisciplinary review of recent research. *Simulation & Gaming*, 51(4), 411-431. <https://doi.org/10.1177/1046878119901286>
- Blumberg, F. C., Almonte, D. E., Anthony, J. S., y Hashimoto, N. (2013). Serious games: What are they? What do they do? Why should we play them. *The Oxford handbook of media psychology*, 334-351. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780195398809.013.0019>
- Djaouti, D., Alvarez, J., y Jessel, J. P. (2011). Classifying serious games: the G/P/S model. *In Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches* (pp. 118-136). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.ch006>

- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., y Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Kapp, K.M. (2012) The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. *Int. J. Gaming Comput. Simul.*, 4, 81–83.
- Landers, R.N. (2014) Developing a Theory of Gamified Learning. *Simul. Gaming* 45, 752–768.
- Mateos, M. (2001). *Metacognición y Educación*. Editorial Aique.
- Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17-22. <https://bit.ly/2XKPj91>
- Sáiz-Manzanares, M.C., Rodríguez-Arribas, S., Pardo-Aguilar, C., y Queiruga-Dios, M.A. (2020). Effectiveness of Self-Regulation and Serious Games for Learning STEM Knowledge in Primary Education. *Psicothema*, 32(4), 516-524. <https://doi.org/10.7334/psicothema2020.30>
- Sáiz-Manzanares, M. C., y Valdivieso-León, L. (2020). Relación entre rendimiento académico y desarrollo de Estrategias de autorregulación en estudiantes universitarios . *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3). <https://doi.org/10.6018/reifop.385491>
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(3), 274-292. <http://bit.ly/3sEpsxN>

BLOQUE 2

**Experiencias educativas STEAM en diferentes etapas educativas:
Infantil, Primaria, Secundaria y Universidad.
STEAM educational experiences in different educational stages:
Infant, Primary, Secondary and University**

ARDUINO APPLICATION FOR MONITORING PLANT GROWTH

A RAREȘ GEORGE, C GEORGIA, DA MARIA, EM HRECIUC
“Ion Creangă” Secondary School Suceava
ehreciuc@yahoo.com

Abstract.

The STEAM project, Arduino Application for Plant Growth Monitoring, developed by our team, aims to design, build and test an application that monitors changes in temperature, humidity and light intensity to create an environment conducive to plant growth. At the same time, creative computational skills are stimulated through the integrated application of the knowledge acquired by students mainly in the subjects of Computer Science/Programming, Biology, being complemented by those from the subjects of Physics, Mathematics/Geometry, Art Education.

Keywords.

STEAM, ARDUINO, sensors, plant growth, biotic factors

1. INTRODUCTION

The development of innovative, inclusive ecosystems, in which intelligent digital solutions ensure the optimal valorization of biotic factors, is one of the perspectives. The design of sustainable technological prototypes for plant development constitutes an important component in FoodTech ecosystems, which would allow obtaining high-quality plant food products directly at the point of consumption or distribution. Technological solutions must take into account as main factors: soil moisture, temperature and light intensity. Light ensures the process of photosynthesis which is essential for plants to develop properly. Temperature influences all plant growth processes such as respiration, transpiration, photosynthesis, seed germination, transport and translocation in plants. Humidity is, however, the most important factor, because it affects the functioning of stomata in plants, which regulate water loss.

Monitoring the various factors responsible for plant growth - soil moisture, temperature and light intensity - using an Arduino programmed system, ensures the calibration of the water requirement, and, implicitly, an efficient watering, so that the plant has optimal conditions for development. The system uses sensors - CL73, for soil moisture, DHT11, for temperature, DFR0026, for light, being connected to the Arduino UNO and programmed, the code being integrated into the Arduino. The following objectives were pursued:

- making the Arduino application using integrated knowledge of Biology - Informatics
- testing Arduino application

2. THE METHOD USED IN THE DEVELOPMENT OF THE PRODUCT

The method used in this project is the experimental technique, approach based on product experiment, aiming for a new contribution in form, process and design. Several stages were considered: design, development, product assembly and testing based on a set variable. The block diagram of the application is shown in Fig. 1.

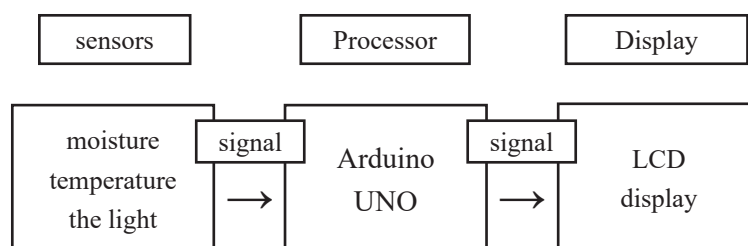


Figura 1. Arduino application block diagram.

3. ACTIVITIES PLANNED AND CARRIED OUT WITHIN THE PROJECT

3.1. Arduino application design

3.1.1. Arduino UNO

Arduino Uno is a microcontroller board, it has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, a header ICSP and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; it connects to a computer with a USB cable, is powered by an AC-to-DC adapter or a battery (Fig. 2).

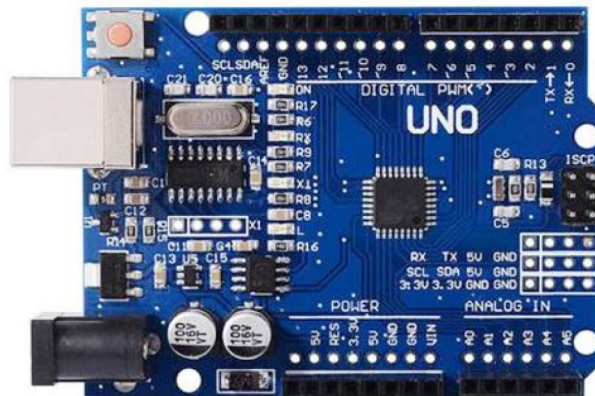


Figure 2. Arduino UNO.

3.1.2. Soil moisture sensor

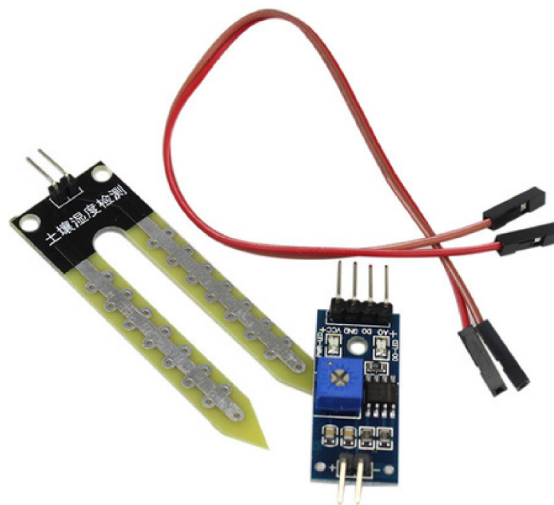


Figure 3. Soil moisture sensor.

The cheap and reliable soil moisture sensor has a capacitive probe with a comparator. This is inserted into the soil to measure soil moisture. When the soil is dry, the sensor outputs a high voltage output signal, and the voltage decreases with increasing moisture. The sensitivity can be adjusted using a potentiometer in the comparator. The temperature is measured by an NTC. The output is provided as a digital signal. The DHT11 offers good accuracy, ease of use and small size

3.1.3. Temperature sensor

This is an Arduino temperature sensor based on the LM35 temperature chip (display in degrees Celsius) and can be used to detect the temperature of the surrounding air. Characteristics:

Functional detection range: 0-100°C, Sensitivity: 10mV per degree Celsius, Operating voltage: 3.3-5.5V DC, Analog interface (Fig. 4).



Figure 4. Temperature sensor.

3.1.4. Light sensor

Useful sensor module that detects light density and reflects the value as an analog signal to the controller. Features: Wide voltage range from 3.3V to 5V, Illumination range: 1-6000 Lux, 15us Response time, Analog interface (Fig. 5).



Figure 5. Light sensor.

3.1.5. Case

The case was designed in the Blender application, using knowledge of geometry, but also of the aesthetics of shapes. The obtained .stl file was 3D printed, obtaining the product with a functional design of good quality.

The case includes compartments for all the component elements, as can be seen in Fig. 6:

1. compartment for sensors, adapted for display mounting
2. compartment for the power source (batteries)
3. compartment for the water source (water pump + water supply hose)

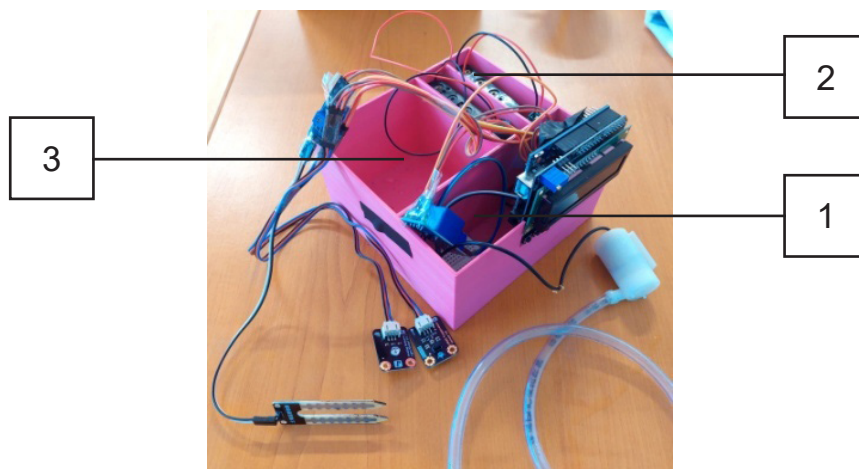


Figure 6. Arduino application prototype.

3.2. Arduino application development

3.2.1. General System Function

Fig. 7 shows the general function of the system. The system starts by placing the sensors. The soil hygrometer sensor was inserted into the soil and the DHT11 sensor was mounted in the experimental enclosure. These sensors measured changes in parameters or values of soil moisture, temperature and soil moisture, and the data were displayed on the LCD display.

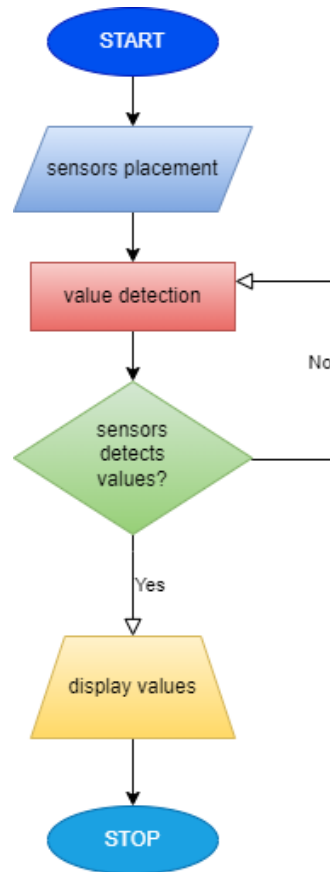


Figure 7. Logical scheme.

3.2.2. Arduino code

Arduino code it was written using the ARDUINO platform and the programming knowledge acquired in the C++/Python programming classes, but also in the robotics lessons on the Micro:Bit MakeCode and OpenRoberta platforms. Arduino code for LCD display could be observed in Fig.8.

```


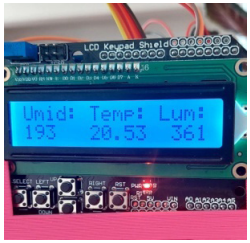

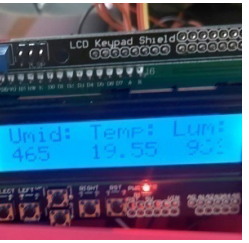
aplica.ino
1 #include <LiquidCristal.h>
2
3 const int rs = 8, en = 9, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
4
5 LiquidCristal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
6
7 void setup{
8   Serial.begin(9600);
9   lcd.begin(16, 2);
10  lcd.clear();
11  lcd.setCursor(0, 0);
12  lcd.print(„START”);
13
14  digitalWrite(11, HIGH);
15  pinMode(11, OUTPUT);
16  delay(1000);
17 }
18
  
```

Figure 8. Arduino code LCD display.

3.3. Arduino Application Testing

Tests were carried out on several soil samples, finding that the application is functional, and the results obtained can be seen in Table 1.

Table 1. Arduino application test results.

Test	1			2			3			4		
Show display values*												
	u	T[0C]	L[lx]	u	T[0C]	L[lx]	u	T[0C]	L[lx]	u	T[0C]	L[lx]
	127	20.53	357	193	20.53	361	513	19.55	139	465	19.55	962

*U-humidity T-temperature L-light

4. CONCLUSIONS

The designed temperature, light and humidity monitoring system proved to be successful, obtaining accurate measurements for the environmental factors mentioned above. Further development of the project will aim at calibrating the sensors and improving the software component so that monitoring and watering decisions are efficient and determine optimal plant development in the school’s biology laboratory. Future development of the prototype by adding hardware and software elements to ensure autonomous operation – autonomous mini-robot is envisaged.

The application of knowledge and skills acquired from the perspective of STEM disciplines in real contexts develops an educational ecosystem for the formation of transversal, global skills, which ensures an applied, sustainable learning that prepares young people to solve problems in everyday life in an innovative and creative way.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Authors’ gratitude goes to Professor engineer *Laurentiu Dan Milici* and lecturer engineer *Valentin Vlad* for their professionalism and unconditional contribution to the project. Also, for the collaboration, trust and support given, we would like to thank our parents: *Achiței Monica și Constantin, Constantinescu Gabriela și George, Dorobăț Gabriela și Mihai*.

6. REFERENCES (AND NOTES)

Reinolds, K.; O’leary, M., Brown, M., Costello, E. (2020). Digital Formative Assessment of Transversal Skills in STEM A Review of Underlying Principles and Best Practice Report #3 of ATS STEM Report Series. 10.5281/zenodo.3673365.
<https://zenodo.org/record/3673365#.ZCrFCnZBzDc>

Corell, N.; Arechiga, N, Bolger, A., Bollini, M. (2010). Indoor robot gardening: Design and implementation. *Intelligent Service Robotics*, 3(4), 219-232.
https://www.researchgate.net/publication/225485587_Indoor_robot_gardening_Design_and_implementation

Website Arduino. <https://www.arduino.cc/>

ABP PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CLAVE STEM

A REY LÓPEZ, A TOBES AGUILAR, A VARELA NEILA, C MARQUÍNEZ PÉREZ, D ROJO FRANCÉS,
GA GUERRERO FLORES, Y ARNAIZ MARTÍN.

Universidad de Burgos - La Estación de la Ciencia y la Tecnología, España

alejandrort@ubu.es

Abstract

La aprobación de la reforma de la ley del sistema educativo español en 2020, la LOMLOE, pone de manifiesto la apuesta por el aprendizaje basado en las competencias clave tras las recomendaciones del Consejo de la Unión Europea. En este marco cobran especial importancia las metodologías activas de enseñanza, cuyo elemento nuclear son las capacidades y competencias de los individuos. En este sentido, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) constituye una de las metodologías en las que, gracias a la labor guía del docente, el alumnado puede desarrollarse íntegramente en un contexto real e interdisciplinar.

Keywords

ABP, Competencias clave, LOMLOE, STEM.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la aprobación de la nueva reforma de ley educativa, la LOMLOE, en 2020, el sistema educativo español está siendo protagonista de una gran reforma la cual reorienta la estructura y la labor educativa ante la nueva realidad mundial. Esta reforma, que pretende potenciar y adaptar la formación de las nuevas generaciones para poder enfrentarse a los futuros retos globales, trae consigo numerosos cambios que afectan tanto a la estructura del sistema, como al proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

Uno de los focos principales de esta reforma es el aprendizaje basado en competencias, el cual, como recomendación del Consejo de la Unión Europea (2018), debe ser revisado para adaptarse a los actuales entornos educativos. Esta recomendación del Consejo, la cual supone una actualización a la anterior recomendación realizada por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea (2006), afirma, entre otras cosas, que en lo que respecta a la economía del conocimiento, memorizar hechos y procedimientos es clave, sin embargo, no suficiente para el progreso y el éxito. Por este mismo motivo, empiezan a cobrar importancia las capacidades de los individuos – la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la habilidad para cooperar, la creatividad, el pensamiento computacional o la autorregulación –, las cuales son más esenciales que nunca en la actual sociedad en rápido cambio.

Este nuevo proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual se basa en las competencias y las capacidades de los individuos, relegando los propios contenidos a un segundo plano, requiere, no solo de una adaptación del proceso de enseñanza-aprendizaje, sino también de una adaptación del rol del propio docente en el aula.

Además de esto, empiezan a cobrar un protagonismo real, y no secundario, determinadas metodologías activas de enseñanza y enfoques, surgidos en las últimas décadas, que tienen como objetivo final el desarrollo integral, no únicamente cognitivo, de los alumnos. Tal y como expresa el Consejo de la Unión Europea y la Comisión (2015) en el informe conjunto del programa Educación y Formación 2020, es clave “respaldar el desarrollo de competencias clave estableciendo buenas prácticas para mejorar el apoyo al personal docente en su labor y perfeccionar su educación, actualizar los métodos y las herramientas de evaluación y validación, además de establecer formas nuevas e innovadoras de enseñanza y aprendizaje”.

En este sentido, una de las metodologías más adecuadas para lograr el desarrollo de individuos más preparados y competentes es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), tal y como refleja el Ministerio de Educación y Formación Profesional en los respectivos Reales Decretos de la reforma de la ley educativa.

El ABP ofrece la gran ventaja de permitir la conexión interdisciplinar entre distintas “áreas de conocimiento” o materias en el contexto de problemas reales del entorno de los alumnos. Por esta razón, esta meto-

dología se presenta como una oportunidad para combatir la gran segmentación paulatina y desconexión que se va produciendo a medida que se va avanzando en las distintas etapas del sistema educativo.

La gran flexibilidad y capacidad de adaptación a distintos contextos que ofrece esta metodología, unido a la imperiosa necesidad de conectar las distintas áreas y contextos, hace que la metodología ABP sea la herramienta perfecta para potenciar el desarrollo de una de las ocho competencias clave definidas por el Consejo de la Unión Europea: la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (Competencia STEM).

2. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (ABP)

Tal y como expresa (Bautista-Vallejo et al., 2017) el ABP “se trata de un modelo de acción y enseñanza aprendizaje en el cual los alumnos activamente y con un propósito personal claro investigan su entorno, forman ideas y conceptos acerca de éste, tratan de comprenderlo, forman opiniones acerca de él y actúan en él.” En otras palabras, el ABP se presenta como una oportunidad única para que el alumnado pueda interactuar e impactar en su entorno siguiendo sus intereses y mediante la aplicación de recursos y procedimientos tanto conocidos como desconocidos por él.

Sin embargo, la variable realidad existente en cada ámbito educativo formal o no-formal, hace que el proceso del ABP sea dirigido por el docente de una forma específica. En este sentido, se puede llevar a cabo una división general opuesta entre los dos tipos de proyectos existentes y entre los cuales el docente debe moverse para adecuar el proceso a la realidad de su alumnado.

2.1. Proyectos abiertos, autónomos y complejos

En este tipo de proyectos, a parte del contexto general del mismo, se desconocen la mayor parte de elementos que lo componen: producto/solución final, etapas/fases del proyecto, organización, etc. Es decir, se parte de un estado inicial, el cual genera una alta incertidumbre sobre el alumnado debido a las amplias posibilidades que ofrece. Este estado inicial abierto, posibilita desarrollar el proyecto desde distintos puntos de vista y enfoques, lo cual, por un lado, favorece al alumnado por las posibilidades que ofrece, pero, por otro lado, dificulta la organización y evaluación por parte del docente.

Estos proyectos conllevan una alta participación y autonomía del alumnado, ya que es el propio alumnado el que decide todos y cada uno de los aspectos que conforman el proyecto global. Sin embargo, esta autonomía puede ser una ventaja en aquellos casos en los que el alumnado tenga iniciativa para iniciar el proyecto y desarrollarlo, o una desventaja cuando el alumnado está acostumbrado a un trabajo procedimental y con un estado intermedio y final bien definido.

La complejidad de este tipo de proyectos es alta, ya que requiere de una gran capacidad del alumnado y competencia para poder desarrollar todo el trabajo, bajo la mera supervisión y guía del docente.

En otras palabras, este tipo de proyectos suponen una gran oportunidad para el trabajo competencial del alumnado.

2.2. Proyectos cerrados, dependientes y simples

En este tipo de proyectos, tanto el contexto como todos los elementos nucleares del proyecto, son definidos por el docente: fases del proyecto, tareas, pruebas de evaluación, organización y creación de los grupos, producto final, etc. En este tipo de proyectos, se corre el riesgo de no identificar correctamente el contexto que motive al alumnado o de que el alumnado no perciba el proyecto como suyo al recibir todos los datos de partida.

Estos proyectos conllevan una escasa participación y autonomía del alumnado, dejando únicamente aspectos puntuales para el desarrollo de su creatividad o búsqueda de soluciones.

La complejidad de este tipo de proyectos es baja, ya que la mayor parte de los aspectos están definidos por el docente y el alumnado únicamente tiene que seguir el procedimiento designado por él. En otras palabras, este tipo de proyectos suponen una escasa oportunidad del alumnado para desarrollar sus competencias propias, ya que la mayor parte de los estados finales han sido definidos por el docente y no permiten un abanico para que el alumnado pueda desarrollarse personalmente.

3. ROL DEL DOCENTE

La labor del docente en la metodología ABP tiene que ir encaminada a adaptar los requerimientos del proyecto a la realidad y necesidades de cada uno de los alumnos que participan en él. En otras palabras, el docente debe analizar minuciosamente las capacidades de los estudiantes para poder plantear un contexto que permita a cada uno de ellos desarrollarse íntegramente.

Por lo tanto y, en definitiva, el gran valor añadido de la metodología ABP, es la actitud del propio docente para adaptarse en un contexto real, a las necesidades y exigencias de cada uno de los alumnos, permitiéndoles, a través del ABP, desarrollar sus competencias, en las cuales cada alumno tiene un punto de partida.

4. REFERENCIAS

- Bautista-Vallejo, J., Espigares, M., y Hernández-Carrera, R. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP) ante el reto de una nueva enseñanza de las ciencias. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 10. <https://doi.org/10.3895/rbect.v10n3.4454>
- Consejo de la Unión Europea. (2018). Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2018.189.01.0001.01.SPA&toc=OJ%3AC%3A2018%3A189%3ATOC
- Consejo de la Unión Europea y Comisión Europea. (2015). Informe conjunto de 2015 del Consejo y de la Comisión sobre la aplicación del marco estratégico para la cooperación europea en el ámbito de la educación y la formación (ET 2020): Nuevas prioridades para la cooperación europea en educación y formación (p. 11). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015XG1215\(02\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015XG1215(02)&from=ES)
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2006). Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. En OJ L (Vol. 394). <http://data.europa.eu/eli/reco/2006/962/oj/spa>

GLOBE: UN PROYECTO STEAM PARA LA ALFABETIZACIÓN DIGITAL Y LA LUCHA CONTRA LA DESINFORMACIÓN DESDE EL AULA

AA LÓPEZ GALLEGO¹, A GONZÁLEZ SANTA OLALLA¹, BAÑOS-MARTÍNEZ²

¹*Colegio Virgen de la Rosa, Burgos, España*

²*Universidad de Burgos, España*

aalgallego@ubu.es

Abstract

El proyecto GLOBE (Global-Digital Literacy Opposing Big Errors) es un proyecto Erasmus+ cuyo fin es la creación de herramientas para que alumnos de centros educativos europeos y de todo el mundo puedan acceder a actividades para desarrollar sus habilidades digitales y su pensamiento crítico, siendo así capaces de reconocer y luchar contra la desinformación y las noticias falsas o diferenciar entre información y manipulación. Además, el desarrollo del pensamiento crítico les permitirá activar estrategias para reconocer comportamientos indebidos en redes sociales, evitando conductas de abuso y acoso. El proyecto cuenta con cinco centros escolares de España (coordinadores), Turquía, Serbia, Italia y Lituania, más una empresa de gestión de educación como expertos asesores. Durante el proyecto de 28 meses de educación, se están realizando talleres, reuniones y desarrollando materiales digitales de calidad para ser subidos a la red en un entorno accesible a todos, incluyendo unidades didácticas a distintos niveles diseñados por equipos de expertos, manuales para el profesorado y productos creados por estudiantes en equipos internacionales. Entre otros temas se tratan: la construcción de hábitos de comprobación de hechos, ruptura de rumores, las redes sociales y el perfeccionismo, las redes sociales y el síndrome del patito feo y otros.

Keywords

Alfabetización digital, desinformación, noticias falsas

1. INTRODUCCIÓN

Erasmus+ es el programa europeo para apoyar la educación escolar, la formación de profesorado, la juventud y el deporte en Europa.

El Parlamento Europeo puso en marcha el programa Erasmus + para el período 2014-2020 el 1 de enero de 2014, y después, en 2021 para el periodo 2021-2027, con el doble de presupuesto, 26.200 millones de euros.

El nuevo programa Erasmus + se enmarca en la estrategia Europa 2020, en la estrategia Educación y Formación 2020 y en la estrategia Rethinking Education.

Para el período 2021-2027, el programa hace especial hincapié en la inclusión social, las transiciones ecológica y digital, y el fomento de la participación de las personas jóvenes en la vida democrática, por ello, un proyecto como “GLOBE” era especialmente pertinente.

2. DESARROLLO

Con el estallido de la pandemia de Covid-19, los efectos destructivos y nocivos de la desinformación se han extendido tan rápidamente como la propia pandemia por todo el mundo. A partir de ahí, tuvo que cambiar el papel del profesor, que se ha convertido en un mero guía del aprendizaje, el de los alumnos y la propia transmisión de contenidos, con una mayor inclusión de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por esta razón surgió el proyecto Global-Digital Literacy Opposing Big Errors, GLOBE, para trabajar sobre la desinformación y concienciar a los estudiantes y al resto de la comunidad educativa y otros posibles “grupos diana”, sobre los peligros de la desinformación con diferentes actividades que les lleven a ser más inquisitivos y a tener un pensamiento crítico más desarrollado. Además, éramos conscientes de que profesores y alumnos se habían visto obligados a dar clases en línea debido a los confinamientos en los distintos países, momento en que tuvieron muchas dificultades, ya que la mayoría no había utilizado nunca este medio. ¿Cómo planificar clases online? ¿Cómo crear actividades digitales? ¿Cómo evaluar el progreso de los alumnos? Esta situación

trajo a la luz la falta de competencias digitales tanto del profesorado como de los alumnos, por lo que los socios de este proyecto, estamos creando materiales digitales que ayudarán a los profesores y alumnos a desarrollar sus competencias digitales.

De acuerdo con las Conclusiones del Consejo de la Unión Europea sobre la alfabetización mediática: “la exposición de la ciudadanía a una gran desinformación, especialmente en momentos de gran crisis mundial como la pandemia de COVID-19, pone de manifiesto la importancia de un enfoque sistemático para el desarrollo de la alfabetización mediática, la importancia de la colaboración entre plataformas en línea, expertos y autoridades competentes, así como la importancia de desarrollar un procedimiento independiente de verificación de datos a fin de limitar la propagación de campañas de desinformación en línea, al tiempo que se respeta la libertad de expresión” (Diario oficial de la Unión Europea, 2020).

El aumento de la desinformación y las noticias falsas en los últimos años, y en particular durante la pandemia, nos ha hecho plantearnos la necesidad de una mayor alfabetización mediática y digital de nuestros ciudadanos, junto con la política de la Comisión Europea. Pretendemos crear un conjunto de herramientas y un manual para profesores sobre recursos de verificación de hechos, investigación académica y alfabetización mediática. La resiliencia digital ayuda a las personas a reconocer y gestionar los riesgos a los que se enfrentan cuando socializan, exploran o trabajan en línea, lo que es especialmente importante cuando hablamos de adolescentes que, debido a sus condiciones únicas, se exponen a un alto riesgo de ser engañados o incluso de correr peligro físico si caen en las trampas de la desinformación y las noticias falsas. La alfabetización mediática se consigue principalmente a través de la experiencia, más que del aprendizaje pasivo, y se ve favorecida por las oportunidades de confiar en otras personas y reflexionar posteriormente sobre los retos en línea, por eso los alumnos deben aprender a diferenciar entre información y manipulación.

Además, Internet y las redes sociales se han convertido en el principal medio de comunicación para la mayoría de los ciudadanos de los países desarrollados, por lo que dominar su lenguaje y saber utilizarlas se ha convertido en algo vital para moverse por el mundo, socializar o encontrar trabajo. Creemos que los colegios deben proporcionar estrategias de protección infantil que reconozcan el abuso entre iguales o los conflictos que puedan surgir para conseguir la salvaguardia y protección de la infancia, el comportamiento de los alumnos y el código de conducta de los usuarios.

Por otro lado, nuestro proyecto también aborda otros aspectos como apoyar la inclusión social y el enfoque STEAM. Se da prioridad a los estudiantes desfavorecidos social y económicamente para que participen en las movilidades y actividades del proyecto: Aunque las mujeres representan más de la mitad de la población europea, sólo 1 de cada 6 especialistas en TIC de la UE es mujer, por lo que se dará prioridad a las niñas en las actividades, especialmente en las de desarrollo digital. En la LTTA en Italia de octubre de 2022, el 70% de los alumnos que viajaban en la movilidad eran mujeres. Organizamos talleres presenciales y en línea sobre herramientas de la web 2.0, realidad virtual, realidad aumentada, etc., que ayudarán a los profesores a crear sus propios planes y materiales de clase y también a desarrollar sus capacidades de enseñanza electrónica. Hemos tenido seminarios de expertos en pedagogía digital y trabajamos para crear oportunidades para que los estudiantes desarrollen sus habilidades digitales y hacer que produzcan materiales TIC en lugar de consumirlos.

Desde que comenzaron a desarrollarse los proyectos Erasmus+ a partir de 2014, ha quedado patente que el desarrollo de proyectos europeos conduce a una mayor concienciación de la propia identidad de los alumnos y a la comprensión de la riqueza lingüística y cultural que existe más allá de sus fronteras. A su vez, mejoran el interés y la capacidad de comunicación en un idioma que no es el suyo. (López Gallego et al, 2017). Gracias a la realización de las actividades creadas por el proyecto GLOBE, tanto alumnos como profesores desarrollarán las competencias del siglo XXI: Alfabetización digital, habilidades laborales, aprender a aprender, creatividad e innovación, trabajo en equipo, ciudadanía global, responsabilidad social, trabajo en equipo, aprender a investigar y la comunicación (Blinkey et al., 2012).

El proyecto está siendo llevado a cabo por seis socios, cinco centros escolares y una empresa de educación, como expertos asesores.

- Colegio Virgen de la Rosa, Burgos, España (Coordinadores)
- Kauno Stepono Dariaus ir Stasio Gireno gimnazija, Kaunas, Lituania.
- ITHS - Information Tehnology School, Belgrado, Serbia.
- Liceo Classico Sperimentale “James Joyce”, Ariccia, Italia.

- Tarsus Borsa Istanbul Sehit Umut Sami Sensoy Anadolu Lisesi, Tarso, Turquía.
- LINK group, Belgrado, Serbia.

El proyecto tiene una duración de 28 meses y comprende tres reuniones transnacionales, dos movilizaciones de enseñanza-aprendizaje, un evento multiplicador y dos conjuntos de productos resultantes, que incluyen las unidades didácticas y manuales para el profesorado.

El proyecto cuenta, también, con planes de Control de Calidad, de Difusión y de Impacto. Por último, la sostenibilidad del proyecto se asegurará con la inclusión de las unidades didácticas en las programaciones de diferentes asignaturas en al menos dos niveles en cada uno de los centros escolares asociados, y se mantendrán en sitios web con recursos abiertos indefinidamente. Los enlaces a dichos recursos se mantendrán en las páginas web de los socios y de otras instituciones invitadas colaboradoras y en los centros de formación de profesorado.

3. CONCLUSIONES

Gracias a los materiales creados en este proyecto, a los cursos realizados por los profesores implicados y a la difusión de todo ello en software gratuito y abierto, cientos de jóvenes van a poder alfabetizarse digitalmente y aprender a desarrollar su pensamiento crítico, con lo que serán menos vulnerables a ser víctimas de la desinformación, noticias falsas, cyber-acoso y síndromes causados por la ausencia de estas habilidades, en un entorno STEAM, favorecedor de la igualdad de género e inclusión social.

4. RECONOCIMIENTOS

Este artículo ha sido cofinanciado por la Unión Europea a través del proyecto Erasmus+ Global-Digital Literacy Opposing Big Errors - GLOBE con el número de proyecto 2021-1-ES01-KA220-SCH-000027716

5. REFERENCIAS

- Binkley, M. *et al.* (2012). Defining Twenty-First Century Skills. In: Griffin, P., McGaw, B., Care, E. (eds) *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Diario oficial de la Unión Europea, 9/06/2020, “Conclusiones del Consejo sobre la alfabetización mediática en un mundo en constante transformación.” Extraído de: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XG0609\(04\)&from=FI](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XG0609(04)&from=FI)
- López Gallego, A., Celada Perandones, A. y González Santa Olalla, A. (2017). “Las Cruces de la Reina Leonor”: un proyecto eTwinning de intercambio lingüístico y cultural en un programa educativo bilingüe. *Investigación en la escuela*, 93, 16-29.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA STEAM EN CONTEXTOS EDUCATIVOS DESFAVORECIDOS

A TOBES AGUILAR, A REY LÓPEZ, A VARELA NEILA, C MARQUÍNEZ PÉREZ, D ROJO FRANCÉS, GA GUERRERO FLORES, Y ARNAIZ MARTÍN

Universidad de Burgos - La Estación de la Ciencia y la Tecnología, España
ataguilar@ubu.es

Abstract

Con la actual ley de educación (LOMLOE), debemos basarnos en el aprendizaje competencial enfocado en la adquisición de las ocho competencias, siendo una de ellas la competencia Matemática y en Ciencia y Tecnología (STEM). Nos centraremos en la implementación de esta metodología en un contexto educativo desfavorable.

Keywords

Ciencia, Contexto desfavorable, Motivación, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la aprobación de la nueva reforma de ley educativa, la LOMLOE, en 2020, el Sistema educativo español trata de conseguir un cambio de paradigma, del “saber” al “saber hacer” a través del aprendizaje competencial, siendo una de las competencias la competencia Matemática y en Ciencia y Tecnología (STEM). Basándonos en esta premisa podremos observar como la implementación de esta metodología (STEAM) puede favorecer la motivación y la adquisición de un aprendizaje significativo en centros de Educación Primaria con un contexto socioeconómico y sociocultural bajo.

2. OBJETIVOS

- Implementar un enfoque STEM en una escuela con un alumnado desfavorecido. Dentro de esta metodología se pretende fomentar el trabajo por competencias, con un enfoque multidisciplinar y potenciando la idea de indagación en los alumnos. También se pretende desarrollar una secuencia didáctica donde terminemos desarrollando un prototipo. La idea principal es trabajar desde un prisma muy práctico y que los alumnos sean capaces de utilizar el método de indagación científica.
- Cambiar la obsoleta metodología tradicional a la hora de explicar las ciencias en Primaria en favor de una metodología más innovadora que mejore los resultados de los alumnos.
- Lograr un incremento en la motivación que muestran estos alumnos ante las ciencias.

3. DISEÑO DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA E INTERVENCIÓN EN EL AULA

Se realizó una temática relacionada con la electricidad, concretamente los circuitos eléctricos ya que se recoge en los contenidos de 5º curso de E.P.O. y que permitirá, trabajando con la nueva metodología y enfoque, profundizar mucho más en los contenidos, entenderlos y saber llevarlos a la práctica con el diseño los experimentos. Uno de los puntos clave del trabajo, tal y como se ha señalado con anterioridad, es el desarrollo de un sistema STEM en un contexto social y académico desfavorecido, con el objetivo fundamental de motivar e implementar en los alumnos nuevos hábitos de aprendizaje

El contexto del centro es imprescindible para entender las actividades que se van a llevar a cabo. La UD fue diseñada para su implementación en 5º nivel de Educación Primaria, en esta clase nos encontramos 11 alumnos, siendo 6 niños y 7 niñas con un rango de edades comprendido entre los 10 y los 12 años. En esta clase el alumnado es muy diverso, siendo en su gran mayoría de etnia gitana o merchera. La ratio de alumno por clase es de 10 en este aspecto. La población de este entorno durante los últimos años ha experimentado un importante aumento en el número de inmigrantes y minorías étnicas, mercheros y gitanos, lo que supone un 85% del alumnado matriculado. El contexto socioeconómico del alumnado se ha visto gravemente dañado en

los últimos años con un alto índice de desempleo y un claro riesgo de exclusión social. Por lo que he podido observar y contrastar con otros maestros, la labor del centro no es únicamente mejorar el expediente académico de sus alumnos, sino que también los docentes lleven a cabo una labor de carácter compensatoria, ya que los discentes carecen de experiencias vitales y su exposición al entorno cercano es mínima. Se tuvieron en cuenta las siguientes competencias científicas:

- Resolver problemas mediante el razonamiento lógico.
- Plantear problemas y situaciones de la vida cotidiana.
- Usar de herramientas y materiales tecnológicos.
- Aprender a trabajar en equipo y a tomar decisiones conjuntas.
- Aumentar la capacidad para la resolución de problemas de una forma creativa.
- Fomentar aptitudes comunicativas.
- Aprender mediante la experimentación.
- Motivar al alumnado, mejorando su actitud y su autoestima.

Así como los siguientes objetivos específicos:

- Aprender a construir un circuito eléctrico simple donde brille una bombilla.
- Experimentar con diferentes tipos de pilas, para que comprendan que, a mayor voltaje de la pila, más lucirá la bombilla.
- Aprender un vocabulario específico acerca de los circuitos eléctricos. • Aprender a discernir entre materiales y sustancias aislantes y conductoras de la electricidad.
- Diseñar un prototipo de juego de ‘preguntas y respuestas’ mediante un circuito eléctrico, donde se apliquen los conocimientos y capacidades desarrolladas en la intervención didáctica.

Nos basaremos en los diferentes contenidos y elaboraremos una secuencia de actividades que se ajuste a las necesidades de nuestros alumnos.

4. EVALUACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Herramientas de evaluación:

- Encuesta pretest: se trata de una encuesta que se pasó a los alumnos el primer día de clase con la intención de conocer su perspectiva acerca de las clases de las ciencias naturales y de los contenidos de esta. Constaba de 10 preguntas que para responder debían marcar un número del 1 al 5, en el que 1 representaba el valor más bajo y 5 el valor más alto. Las preguntas eran las siguientes:

1. ¿Cómo de bueno eres estudiando ciencias?
2. Si un 5 fuera para el mejor estudiante de ciencias y un 1 para el peor. ¿Qué nota te pondrías a ti mismo?
3. Algunos niños son mejores en una asignatura que en otra, por ejemplo, tú puedes ser mejor en mates que en lengua. Comparándolo con otras asignaturas ¿cómo de bueno eres en ciencias?
4. ¿Cómo de bueno crees que puedes ser en ciencias?
5. ¿Cuánto de importante piensas que son las ciencias para ti?
6. Comparado con lengua, mate o inglés, ¿cómo de importante es para ti aprender el contenido de ciencias?
7. En general, ¿cómo de divertidas son las clases de ciencias?
8. En general, ¿cómo de divertidas crees que son tus clases de ciencias comparadas con las demás?
9. Alguna de las cosas que se aprenden en la escuela son útiles en tu vida diaria, por ejemplo, aprender sobre plantas te puede permitir tener un huerto. ¿Cómo de útiles crees que son para ti los contenidos de ciencias aprendidos?
10. Comparado con otras asignaturas del colegio, ¿cómo de útiles son las habilidades aprendidas en la clase de ciencias?

- Encuesta post-test: una vez terminadas las sesiones se les pasó la misma encuesta que al principio con la intención de descubrir si había cambiado sus ideas sobre las ciencias al cambiar de metodología.

- Fichas de experimentos: a lo largo de las sesiones se les iba entregando una serie de fichas que correspondían al experimento que iban a realizar. La ficha constaba de un problema inicial, a continuación, una hipótesis, un diseño experimental que por general estaba acompañado de una tabla y un apartado final de conclusiones.

- Cuaderno del docente: se trata de una herramienta muy útil para llevar día a día el proceso de nuestros alumnos. En un cuaderno se apunta las diferentes observaciones, tanto de comportamiento como la evolución que van llevando a cabo. También ha sido útil para apuntar los diferentes cambios que se precisaban en las diferentes sesiones futuras.

- Observación directa: es un método de recolección de datos mediante la observación de los alumnos en una situación concreta. Estas observaciones se iban apuntando en el cuaderno del profesor y entre ambas herramientas se consiguió valorar de una forma más personal a los alumnos. Es muy recomendable recurrir a la observación directa cuando se quiere recolectar datos durante un periodo de tiempo continuo.

- Exposición final: los alumnos debieron de exponer, durante 5 minutos, los diferentes trabajos que hicieron empleando todos los conocimientos adquiridos durante las sesiones. Gracias a esta herramienta se pudo observar si los alumnos habían asimilado los conceptos de forma coherente y si los sabían relacionar.

5. CONCLUSIÓN

La implementación de un enfoque STEAM en un contexto educativo vulnerable ha demostrado en este caso tener unos resultados óptimos, habiendo alcanzado todos los objetivos que nos habíamos marcado al inicio de nuestro proyecto. El aspecto más satisfactorio fue la motivación lograda tanto por parte del docente como de los discentes.

Hoy en día vivimos en una sociedad donde la ciencia y la tecnología están muy presentes. Son dos pilares fundamentales en el sistema productivo, de hecho, los países que más apuestan por la investigación y desarrollo de la ciencia y tecnología son los más desarrollados, tal y como afirma (Toche, 2016).

6. REFERENCIAS

- Consejo de la Unión Europea. (2018). Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.C_.2018.189.01.0001.01.SPA&toc=OJ%3AC%3A2018%3A189%3ATOC
- Honey, M. Pearson, G. & Shweingruber, H. (2014). STEM Integration in K-12 Education. Washington, D.C, Estados Unidos: THE NATIONAL ACADEMIES PRESS.

QUIERO SER INGENIER@ SOSTENIBLE

AB ESPINOSA, J MANSO-MORATO, N HURTADO-ALONSO, V REVILLA-CUESTA, M SKAF,
V ORTEGA-LÓPEZ, JM MANSO

Universidad de Burgos, España

aespinosa@ubu.es

Abstract

Esta ponencia recoge una experiencia STEAM realizada con niños de entre 4 y 10 años en el campo de la ciencia de materiales. Mediante varios talleres se buscó que estos niños aprendiesen la composición del hormigón y lo fabricasen con sus propias manos, familiarizándose con un material de construcción siempre presente en nuestro entorno. A su vez, fabricaron este material con árido sostenible, reduciéndose así el consumo de recursos naturales causado por la explotación de canteras y graveras. Esta actividad permitió a los participantes conocer los materiales de construcción que les rodean y despertar en ellos un espíritu de sostenibilidad.

Keywords

Sostenibilidad, ingeniería, taller educativo infantil, aprendizaje, hormigón.

1. EL HORMIGÓN Y SU SOSTENIBILIDAD

El hormigón es el material de construcción por excelencia. Con él se elaboran todo tipo de edificaciones y obras civiles (Metha y Monteiro, 2014). La mayor parte de los edificios, cualquier tipo de puente, conducciones de abastecimiento de agua, pavimentos... se elaboran con este material. Las razones de su uso tan extendido están claras. Por una parte, se encuentra su reducido coste, lo cual permite que se pueda utilizar en grandes cantidades sin que su adquisición suponga una gran inversión económica. Por otra parte, tenemos su versatilidad en estado fresco, siendo capaz de adaptarse a cualquier tipo de encofrado, lo cual le permite adoptar cualquier forma cuando ha endurecido. A estos dos aspectos debe unirse su elevada resistencia a compresión. El inconveniente de su baja resistencia a tracción generalmente se resuelve introduciendo barras de acero en su interior, conformando lo que se conoce como hormigón armado.

El hormigón es un material compuesto, es decir, está formado por la unión de diferentes materiales (Metha y Monteiro, 2014). Estos materiales son básicamente tres: árido, cemento y agua. El árido y el cemento aportan la resistencia al hormigón, conformando el árido un adecuado esqueleto resistente que es unido a través del cemento. El agua satura los áridos e hidrata el cemento, haciendo que todo ello forme un único conjunto. En el campo del hormigón, se suele considerar que este material presenta una adecuada resistencia cuando al ensayar este material hasta rotura, el fallo se produce por la rotura del árido, no porque el árido despegue del cemento. Todos los materiales deben formar un conjunto indivisible.

No obstante, la composición del hormigón en base a estos tres componentes tiene un grave problema, y es que causa un gran impacto medioambiental (López Ruiz et al., 2022). En primer lugar, los áridos se extraen bien de canteras mediante picado, voladura o corte y machaqueo, o bien de graveras en las márgenes de los ríos. Esto ocasiona un grave problema medioambiental en términos de daño al entorno e impacto visual. En segundo lugar, el cemento también es muy dañino medioambientalmente, pues su fabricación emite grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera. De forma concreta, la fabricación de cada tonelada de cemento ordinario emite entre 0.9 y 1 toneladas de CO₂ a la atmósfera. La industria cementera es una de las más contaminantes del mundo.

Ante esta situación, numerosas líneas de investigación han abordado en los últimos años la elaboración del hormigón con materias primas sostenibles. Así, en vez de utilizarse árido natural y cemento ordinario, se ha buscado fabricar el hormigón con árido y conglomerante procedente de residuos y subproductos industriales (Revilla-Cuesta et al., 2021). Entre las diferentes opciones, como árido se ha empleado la escoria procedente de la fabricación del hierro o el cobre, el árido de hormigón reciclado, plástico o neumáticos machacados. Como cemento se ha utilizado la ceniza volante, el humo de sílice o la escoria siderúrgica granulada molida

(Gupta et al., 2021). El uso de estos componentes en la fabricación del cemento se encuentra incluso normalizado (EN 197-1, 2011).

Entre todas las posibilidades existentes, el árido de hormigón reciclado es una opción ampliamente analizada por los investigadores en el campo del hormigón. Este material procede de elementos de hormigón que han finalizado su vida útil o que no son válidos para su uso (Malazdrewicz y Ostrowski, 2023). En vez de depositar estos elementos en vertedero sin darlos un segundo uso, se puede proceder a su machaqueo obteniéndose un material granular que puede ser utilizado como reemplazo del árido natural (Fig. 1). Su menor densidad y mayor absorción de agua que el árido natural son los dos aspectos que deben tenerse en cuenta al diseñar el hormigón, ajustándose de forma adecuada la cantidad de agua. Así, una adecuada proporción de árido de hormigón reciclado permite obtener un hormigón válido para cualquier tipo de uso.



Figura 1. Árido de hormigón reciclado.

2. TALLER STEAM “QUIERO SER INGENIER@ SOSTENIBLE”

2.1. Marco teórico

La educación STEAM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) busca el aprendizaje en áreas tecnológicas en base a la resolución de problemas o proyectos. Es un enfoque didáctico directamente ligado al ámbito de la ingeniería, aspecto que se encuentra incluido en la propia designación de esta metodología (Marín-Marín et al., 2021). Así, el enfoque STEAM es válido para abordar el aprendizaje en la ciencia de los materiales de construcción, en la cual se encuadra el hormigón. Este es un aspecto básico en los ámbitos de la ingeniería civil, la ingeniería agroalimentaria o la ingeniería de la edificación.

La adopción de enfoques STEAM en edades tempranas del aprendizaje, es decir, en niños que se encuentran cursando Educación Infantil o Educación Primaria, permite que desde una edad temprana se familiaricen con este tipo de conceptos, promoviendo un aprendizaje más sólido en etapas posteriores. Las experiencias STEAM simplemente permiten mejorar la formación en aspectos tecnológicos durante la educación básica. Finalmente, esta metodología también permite despertar en los más jóvenes vocaciones e interés por el mundo que les rodea, preguntándose por qué las cosas son así, y que desarrollen actitudes beneficiosas para la sociedad, como una concienciación sobre la necesidad de la sostenibilidad (Rodríguez-Silva y Alsina, 2023).

2.2. Desarrollo del taller

Con el objetivo de divulgar el conocimiento sobre la ciencia del hormigón, la importancia de este material y cómo es posible elaborarlo de forma más sostenible, los miembros del Grupo de Investigación Reconocido de la Universidad de Burgos SUCONS (SUstainable CONStruction research group) desarrollaron un taller STEAM para educar a niños entre 4 y 10 años en estos aspectos. Este taller estuvo vinculado a diferentes proyectos de investigación desarrollados por el grupo de investigación SUCONS.

El taller se desarrolló dos días diferentes, coincidiendo con la XII Semana Mujer y Ciencia (6-13 de febrero de 2023) y la 17ª FIRST® LEGO® League (25 de febrero de 2023). Los talleres se realizaron en las instalaciones de la Estación de la Ciencia y la Tecnología, Burgos, y en el campus La Milanera de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos, respectivamente. En ambos casos el taller se adaptó a las condiciones de las instalaciones:

- El taller realizado en la Estación de la Ciencia y la Tecnología se realizó para 2 grupos de 12 participantes, con una duración aproximadamente de una hora y veinticinco minutos para cada uno de ellos.

El primer grupo contó con niños de 2º y 3º de infantil y 1º de primaria (edades entre los 4 y 7 años), mientras que el segundo grupo contó con niños que cursaban 2º, 3º y 4º de primaria (edades entre los 7 y los 10 años).

- El taller correspondiente a la FIRST® LEGO® League se realizó para tres grupos con una duración en torno a los 30 minutos para cada uno de ellos. Cada grupo contó con entre 24 y 30 participantes. En cuanto a edades, el primer grupo estuvo compuesto por niños entre 4 y 6 años, mientras que los otros dos grupos estuvo conformado por niños con edades entre los 6 y los 10 años.

El taller realizado se compuso de tres fases diferentes, que permitieron abordar diferentes aspectos:

- La primera etapa consistió en una presentación con ayuda de soporte de PowerPoint (Fig. 2). Mediante un diálogo con los niños, de forma completamente interactiva, se abordó qué es el hormigón y para qué se utiliza, así como la temática del reciclaje y su importancia.
- La segunda etapa implicó ya una participación directa por parte de los niños. Dotándoles de un pequeño bol y una cuchara para depositar y mezclar los componentes, ellos elaboraron su propio hormigón añadiendo cemento, agua y árido de hormigón reciclado, poniendo el énfasis en la necesidad de emplear materias primas sostenibles (Fig. 3). Con esto se abordó la comprensión del concepto de elaboración de hormigón sostenible. Además, para desarrollar su creatividad se emplearon colorantes (Fig. 4) para que el hormigón que elaborasen fuese de diferentes colores (azul, rojo, verde, amarillo o negro). Con el hormigón elaborado rellenaron unos pequeños moldes, fabricando sus propios ladrillos para construir.
- Finalmente, tras llenar los moldes, se proporcionó a los niños múltiples ladrillos idénticos a los que ellos habían fabricado. Con ellos se les animó a realizar algún tipo de construcción, para lo cual se les proporcionó ideas como una torre o un muro (Fig.5). De este modo los niños participantes se familiarizaron con los usos del hormigón, objetivo de esta tercera etapa.

En el taller realizado en la FIRST® LEGO® League solo se llevaron a cabo las dos primeras etapas del taller debido al menor tiempo disponible para su desarrollo.



Figura 2. Ejemplo de diapositiva empleada en la presentación PowerPoint de la primera etapa del taller.



Figura 3. Segunda etapa del taller en la FIRST® LEGO® League.



Figura 4. Segunda etapa del taller en la Estación de la Ciencia y la Tecnología.



Figura 5. Tercera etapa del taller en la Estación de la Ciencia y la Tecnología.

2.3. Opinión de los participantes

Tras la finalización del taller se preguntó a los niños participantes por tres aspectos: su opinión sobre el reciclaje, la utilidad del hormigón y la vocación ingenieril.

Respecto del primer aspecto los niños en general respondieron de forma muy favorable, entendiendo que reciclar es algo que hay que realizar para el beneficio de todos. En relación con el hormigón, afirmaron que era interesante haber conocido qué es este material dada su presencia en todo tipo de construcciones (*“hasta los bancos de la calle son de hormigón”* llegaron a afirmar). Finalmente, en términos de vocación sí que se encontró que los niños participantes comprendieron mejor la labor de un ingeniero civil y de edificación, indicando bastantes de ellos que querían ser ingenieros en el futuro.

Por tanto, en las tres vertientes los resultados de los talleres fueron muy satisfactorios.

3. CONCLUSIONES

La realización de talleres STEAM con niños de temprana edad permite favorecer el aprendizaje de aspectos tecnológicos. Este es un enfoque que puede ser empleado exitosamente para la formación de niños (en esta experiencia educativa particular, de edades entre 4 y 10 años) en los aspectos ligados a la ciencia materiales (en este caso, hormigón) en el campo de la ingeniería civil y de la edificación y a cómo fabricar este material de forma sostenible.

De acuerdo con la propia opinión de los niños participantes, el taller realizado les permitió conocer qué es el hormigón y para qué se utiliza. Además, comprendieron la importancia de la sostenibilidad en todos los campos y de reducir los impactos medioambientales que se producen. El taller también permitió que los niños conociesen mejor la labor de un ingeniero civil y de edificación, despertándose en alguno de ellos interés hacia esta profesión.

4. AGRADECIMIENTOS

Los talleres realizados forman parte de las actividades de difusión de los proyectos FULLSCALE y REWIND, financiados por el MICIN, AEI, EU, FEDER y NextGenerationEU/PRTR [PID2020-113837RB-I00, ED2021-129715B-I00 y 10.13039/501100011033]

5. REFERENCIAS

- EN 197-1. (2011). Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- Gupta, N., Siddique, R., y Belarbi, R. (2021). Sustainable and Greener Self-Compacting Concrete incorporating Industrial By-Products: A Review. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124803. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124803>
- López Ruiz, L. A., Roca Ramon, X., Lara Mercedes, C. M., y Gasso Domingo, S. (2022). Multicriteria analysis of the environmental and economic performance of circularity strategies for concrete waste recycling in Spain. *Waste Management*, 144, 387-400. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.04.008>
- Malazdrewicz, S. y Ostrowski, K. A. (2023). Self-compacting concrete with recycled coarse aggregates from concrete construction and demolition waste – Current state-of-the art and perspectives. *Construction and Building Materials*, 370, 130702. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130702>
- Marín-Marín, J. A., Moreno-Guerrero, A. J., Dúo-Terrón, P., y López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Metha, P. K. y Monteiro, P. J. M. (2014). Concrete: Microstructure, properties and materials.
- Revilla-Cuesta, V., Skaf, M., Espinosa, A. B., y Ortega-López, V. (2021). Multi-criteria feasibility of real use of self-compacting concrete with sustainable aggregate, binder and powder. *Journal of Cleaner Production*, 325, 129327. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129327>
- Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2023). STEM/STEAM in Early Childhood Education for Sustainability (ECEfS): A Systematic Review. *Sustainability*, 15(4), 3721. <https://doi.org/10.3390/su15043721>

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN EL AGUA EMBOTELLADA

AB YUSTE MARTÍNEZ

I.E.S. Consaburum, Consuegra, Toledo, España

anabyuste@yahoo.es

Abstract

El objetivo de este proyecto con alumnado de 4º E.S.O. es comprobar si existen o no microplásticos en el agua embotellada. Se parte de la hipótesis de que como la mayoría de plásticos acaban en mares y océanos, y el agua sigue un ciclo, encontraremos microplásticos en el agua embotellada. Se analizaron diez marcas comerciales de agua embotellada, diez botellas por marca, y agua del grifo. Las partículas obtenidas se fotografiaron con microscopio USB y se midieron con el programa informático ImageJ. Tras los análisis, se obtuvieron partículas idénticas en apariencia a microplásticos en el 83% de las botellas analizadas.

Keywords

Agua embotellada, ImageJ microplásticos, microscopio.

1. INTRODUCCIÓN

Los microplásticos son fragmentos de plástico, de menos de 5 mm de diámetro, que contaminan el medio ambiente. Estos pueden provenir de multitud de fuentes como deshechos plásticos de uso cotidiano, ropa y procesos industriales, entre otros. Los microplásticos se clasifican en: microplásticos primarios, los cuales son fabricados específicamente para ser utilizados en productos; y microplásticos secundarios, los cuales derivan del proceso de deterioro de desechos plásticos más grandes (fragmentación). Como la mayor parte de los plásticos van a para a los mares y océanos, alteran la calidad de las aguas. Estas aguas son absorbidas por distintos animales y, finalmente, llegan a la cadena alimentaria humana a través de los alimentos que consumimos.

A día de no existen pruebas de que los microplásticos representen un riesgo o problema para la salud humana, pero esas partículas podrían pasar a formar parte, debido a su pequeño tamaño, del torrente sanguíneo y/o la linfa, hasta alcanzar ciertos órganos donde las consecuencias son desconocidas.

Dado que la mayoría de los microplásticos han sido encontrados en el agua e interior de organismos acuáticos, nuestro propósito es determinar si existen microplásticos en el agua embotellada. Nuestra hipótesis de partida es que, puesto que el agua sigue un ciclo en nuestro planeta, encontraremos microplásticos en el agua embotellada. Para ello se analizará el agua embotellada de diez marcas comerciales filtrando cien muestras, diez botellas por marca, y se analizará también el agua del grifo.

En relación a ello, existe una investigación de la Universidad Estatal de Nueva York donde se analizaron 259 botellas de agua embotellada y concluyeron que el 93% de las mismas contenían microplásticos; y además, otro estudio que analizó diversas aguas de grifo de distintas ciudades del mundo (desde EEUU a Ecuador pasando por la India, Europa e Indonesia) reveló que el 83% de las mismas estaban contaminadas con microplásticos.

2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación se han elegido diez marcas comerciales de agua, intentando cubrir manantiales pertenecientes a distintas zonas de la Península Ibérica (Fig. 1), siendo adquiridas en distintas superficies comerciales para un muestreo más amplio.



Figura 1. Distribución geográfica de los manantiales correspondientes a las marcas de agua embotellada analizadas en el presente estudio.

Dichas marcas han sido: 1.Nestlé Aquarel, 2.Aguadoy, 3.Fuente Primavera, 4.Fondetal, 5.Fuentevera, 6.Aqua Deus, 7.Fontvella, 8.Fuente Arquillo, 9.Solán de Cabras y 10.Teleno.

Se han adquirido 10 botellas de 500 ml de cada una de las marcas mencionadas y se ha realizado un registro del tipo de plástico utilizado para embotellar cada una de ellas, analizando la información recogida en cada uno de los envases. A continuación, con papel de filtro del laboratorio, se han cortado unos círculos de 20 cm de diámetro para hacer los filtros cónicos. Dichos filtros se han sacudido antes de ser utilizados para evitar los problemas de contaminación por sus fibras (Fig. 2).



Figura 2. Materiales preparados para la filtración del agua embotellada.

Cada botella se ha abierto y ha sido filtrada con ayuda de un embudo de cristal y un erlenmeyer de 250 ml. Los filtros se han numerado y dejado secar al aire durante 24 horas, dentro de una estufa apagada. La finalidad de esto es intentar que la atmósfera fuera lo más estanca posible para evitar así la contaminación de posibles microplásticos presentes en el aire. Después de esas 24 horas, los filtros se han volcado sobre una cartulina negra limpiada previamente. Con un microscopio digital de puerto USB y 1000 aumentos se ha barrido la zona donde se había volcado el filtro, y se han tomado fotografías de aquellas partículas encontradas durante la búsqueda.

Las fotografías se han realizado a las partículas solas y a las partículas con una regla al lado para poder medir posteriormente su tamaño. En este caso, se ha empleado el programa informático ImageJ (Fig. 3), que permite medir tamaños menores a un milímetro y se usa frecuentemente para la medida de fotografías microscópicas. Por último, las partículas encontradas se han recogido con unas pinzas y se han colocado en una placa Petri de cristal, colocando las partículas de cada marca en una placa distinta, de modo que posteriormente se puedan volver a analizar si fuera necesario.

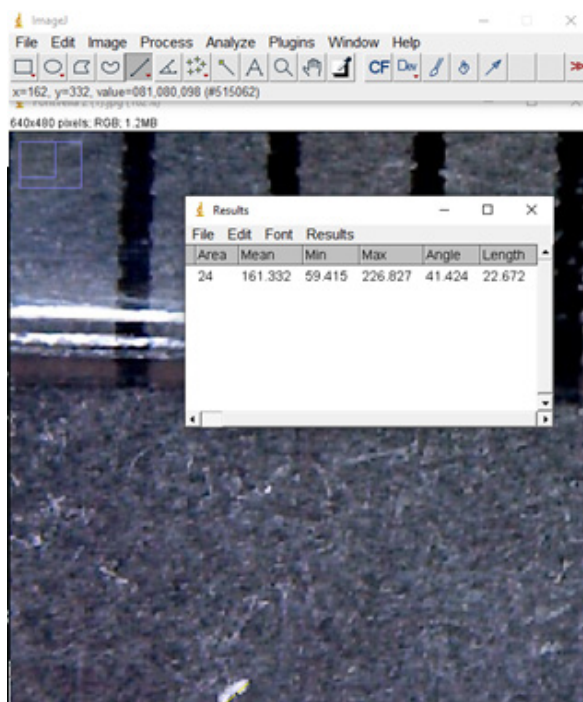


Figura 3. Medida de un fragmento encontrado en la botella número 2 de la marca Fontvella (226 micras) utilizando el programa ImageJ.

Finalmente se ha realizado el mismo procedimiento con agua del grifo para realizar una comparativa con agua comercial. Se han tomado igualmente muestras de 500 ml y se han filtrado de manera alterna, no cogiendo el agua en un solo día y de manera continua.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras analizar las aguas han sido los siguientes:

1. Nestlé Aquarel: Se han encontrado partículas en las diez botellas analizadas. La mayoría de ellas presentan aspecto irregular, mientras que el resto son fragmentos con los bordes más rectos y de un tamaño comprendido entre 130 y 1100 micras (Fig. 4).



Figura 4. Fotografía de partícula encontrada en la botella analizada número 5 de Nestlé Aquarel.

2. Aguadoy: Se han encontrado partículas en 90% de las botellas analizadas. La mayoría presentan aspecto alargado y fibroso, pero difiere de las fibras del filtro. Su tamaño oscila entre las 100 y 3000 micras.

3. Fuente Primavera: Se han encontrado partículas en 90% de las botellas analizadas. Abundan partículas pequeñas e irregulares. Su tamaño oscila entre las 50 y 750 micras.

4. Fondetal: Se han encontrado partículas en 90% de las botellas analizadas. La mayoría de los fragmentos presentan bordes irregulares, variando su tamaño entre las 140 y 1000 micras. Los fragmentos fibrosos son minoritarios.

5. Fuentevera: Se han encontrado partículas en 80% de las botellas analizadas. Los fragmentos con bordes rectos son más frecuentes. Su tamaño ha oscilado entre las 100 y 1100 micras.

6. Aqua Deus: Se han encontrado partículas en todas las botellas analizadas. Los fragmentos con bordes rectos son más frecuentes. Su tamaño ha oscilado entre las 200 y 900 micras (Fig. 5).



Figura 5. Fotografía de partícula encontrada en la botella analizada número 7 de Aqua Deus.

7. Fontvella: Se han encontrado partículas en todas las botellas analizadas. Los fragmentos con bordes rectos son más frecuentes que los fragmentos con borde irregulares. Su tamaño es más pequeño que en otras marcas, situándose entre las 200 y 500 micras.

8. Fuente Arquillo: Se han encontrado partículas en el 80% de las botellas analizadas. Abundan los fragmentos de pequeño tamaño (200-300 micras) con bordes redondeados. El tamaño general de las partículas oscila entre las 200 y 800 micras.

9. Solán de Cabras: Se han encontrado partículas en el 80% de las botellas analizadas. Abundan los fragmentos de pequeño tamaño (200-300 micras) con bordes redondeados. El tamaño general de las partículas oscila entre las 200 y 800 micras.

10. Teleno: Se han encontrado partículas en la mitad de las botellas analizadas. Abundan los fragmentos con bordes rectos o redondeados, pero no irregulares ni fibrosos. Casi todas las partículas tienen un tamaño entre las 200 y 600 micras.

11. Agua del grifo: Se han encontrado partículas en todas las botellas analizadas. Los fragmentos son muy diversos, tanto con bordes rectos como con aspecto fibroso. El tamaño general de las partículas oscila entre las 200 y 800 micras.

El 83% de las botellas analizadas se han encontrado partículas idénticas en aspecto a los microplásticos, siendo las marcas con una presencia del 100% Nestlé Aquarel, Aqua Deus y Fontvella; mientras que Solán de Cabras y Teleno han mostrado menos niveles de presencia de partículas en ellas. En cuanto al resto de marcas de agua mineral, la presencia de microplásticos ha oscilado entre el 80% y el 90%, diferencia que encontramos poco significativa en relación con aquellas que presentan un 100%. Asimismo, en todas las muestras analizadas del agua del grifo también hemos encontrado partículas de pequeño tamaño que se asemejan a los plásticos.

Por último, se muestran en el siguiente gráfico los tamaños de las partículas encontradas en cada una de las aguas analizadas (Fig. 6):

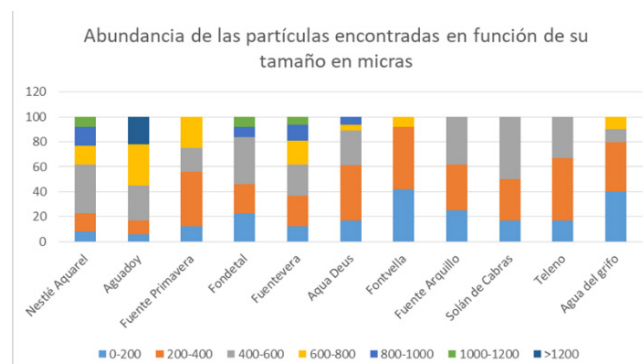


Figura 6. Gráfico que muestra los tamaños de las partículas encontradas en cada una de las aguas analizadas.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A la vista de los resultados obtenidos se puede concluir de manera preliminar que existen partículas muy parecidas a los microplásticos en el agua embotellada. El aspecto que presentan las partículas encontradas concuerda con fotografías que hemos tomado de microplásticos extraídos del tapón de las botellas y con fotografías de fragmentos de plástico que han podido encontrarse por internet. A pesar de que los resultados confirman nuestra hipótesis y coinciden con el estudio mencionado anteriormente realizado por la Universidad Estatal de Nueva York, nos ha sorprendido la enorme cantidad de botellas en las que podemos encontrar estas partículas.

En cuanto al origen de los microplásticos, se ha desechado la idea de que procedan del tapón, ya que al abrir las botellas se ha hecho de manera cuidadosa y en muchas ocasiones el color del tapón no se parece al del plástico encontrado. Mencionar también que la presencia de microplásticos en el agua del grifo se podría equiparar a cualquiera de las marcas analizadas, confirmando nuestra hipótesis de que el agua sigue un ciclo y puesto que los plásticos acaban en el mar podemos encontrarlos también en el agua de consumo (embotellada o no).

Finalmente, también se ha revisado la legislación acerca de la comercialización de las aguas minerales. Según el art. 4 punto 1 apartado a) de la Directiva 2009/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales, se les puede efectuar un “tratamiento que no tenga por efecto modificar la composición del agua en lo que respecta a aquellos componentes esenciales que confieren a esta sus propiedades” lo que incluye la filtración y la decantación. Así, podría filtrarse el agua del manantial para descartar totalmente que el origen de los microplásticos sea ése.

5. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, se puede concluir que sí existen partículas que parecen microplásticos en el agua embotellada, y que la mayoría de ellos presentan un tamaño entre 200 y 1300 micras. Para cerciorarnos al 100% de esta afirmación, se necesitaría en un futuro poder teñir, con un tinte específico para plásticos, las partículas encontradas que se han guardado en unas placas Petri. Además, se necesitaría un microscopio de mayor aumento para poder observar el detalle de los fragmentos encontrados. Para ello, nos gustaría ponernos en contacto con alguna Universidad para solicitar su ayuda y colaboración. Independientemente a ello, lo que ha quedado patente en este proyecto es que, de manera diaria ingerimos una gran cantidad de partículas que parecen ser microplásticos sin ser conscientes de ello y que ignoramos el potencial dañino que presentan para el ser humano, y que puede ir encaminado a la obstrucción de los vasos sanguíneos de menor calibre.

En cuanto al agua del grifo, los resultados también están en consonancia con el estudio mencionado con anterioridad. Aun así, nos faltaría analizar el agua del grifo de más localidades puesto que en este caso ha sido sólo el agua de la ciudad de Consuegra la que ha pasado por nuestros filtros y sus resultados no se pueden extrapolar al resto de ciudades debido al distinto origen del agua. En este sentido también nos gustaría establecer contacto con centros educativos de otros países, para llevar a cabo este ensayo en sus localidades y poder comparar los resultados obtenidos en distintas partes del mundo.

6. AGRADECIMIENTOS

Al alumnado de 4º E.S.O. del I.E.S. Consaburum: Malena Alba, Abraham Fuentes, Ikram El Couaz, Gema Romero, Eva Rojo y Rocío Serna, cuya curiosidad y ganas de aprender nos han proporcionado oportunidades y vivencias únicas durante el curso.

7. REFERENCIAS

Directiva 2009/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2009 sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales.

Real Decreto 1798/2010, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano.

Rodríguez, H. (2022). Detectan microplásticos en el 90% del agua embotellada. National Geographic España. Disponible en:

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/detectan-microplasticos-90-agua-embotellada_14456

EXPERIENCIA STEAM PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO MAGNITUDINAL-MEDIDA EN EDUCACIÓN INFANTIL

JA ANTEQUERA-BARROSO¹, M CARDENAL DOMÍNGUEZ¹, E CARMONA MEDEIRO²

¹*Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. Universidad de Extremadura, Facultad de Formación del Profesorado, Cáceres, España*

²*Departamento de Didáctica. Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias de la Educación, Puerto Real, Cádiz, España*

jaab@unex.es

Abstract

Las disciplinas STEAM aparecen incluidas en algunas de las actividades que realizamos como docentes para nuestros discentes. En este trabajo presenta una experiencia realizada con maestros/as en formación inicial en Educación Infantil para trabajar el conocimiento didáctico-matemático. En concreto, debían construir instrumentos de medida para trabajar con su alumnado la construcción del conocimiento de magnitudes como la longitud, la masa y la capacidad. Se les preguntó a los/as futuros maestros/as si consideraban la necesidad de utilizar las disciplinas STEAM en la tarea, la respuesta fue negativa a pesar de mostrar en sus informes la necesidad de nociones propias de STEAM.

Keywords

Conocimiento Magnitudinal-Medida, Creatividad, Desarrollo Profesional, Educación Infantil.

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad del siglo XXI demanda personas cada vez más formadas que permitan un desarrollo completo de las competencias propias de este siglo. La educación, por tanto, no puede estar exenta de esa demanda de la sociedad. Los conocimientos no pueden circunscribirse exclusivamente a ámbitos cerrados. De ahí la aparición de metodologías como la metodología STEAM. Dicha metodología según Vargas, Cuero y Rivero (2020) citando a Habbib et al. (2020) permite brindar soluciones reales al contexto de cada estudiante, promoviendo un aprendizaje a lo largo de toda su vida, como plantea la UNESCO (p. 327). Además, esta metodología presenta una doble vertiente en el desarrollo del pensamiento de los/as estudiantes. Una primera vertiente relacionada con las ciencias (S), con la tecnología (T), con la ingeniería (E) y con las matemáticas (M). Y una segunda vertiente más creativa relacionada con el arte (A) como indican Yakman y Chen (2012). Una de las ventajas que ofrece esta metodología en Educación es la definición clara de los roles del profesorado y del estudiantado como indican Thunenber et al. (2018). Y, por último, una ventaja importante es que conocen el resultado final de su trabajo, siendo fuente de motivación y confianza como muestran Clapp y Jiménez (2016)

Bajo estas ideas se planteó este minitaller para la construcción del conocimiento magnitudinal-medida a través del diseño y construcción de instrumentos de medida para Educación Infantil. Además, se le indicó para hacer más atractiva la actividad tanto para ellos/as como para su futuro alumnado que tuviesen dichos instrumentos aspecto de juguetes introduciendo así un factor lúdico al proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento magnitudinal-medida.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. Contextualización

La experiencia se realizó con estudiantes del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Cádiz dentro de la asignatura “El Conocimiento Matemático en Educación Infantil”. La experiencia STEAM se desarrolló principalmente durante las horas de seminario/laboratorio, aunque también se aprovecharon algunas horas de gran grupo para solucionar dudas y avanzar en el diseño y construcción de los instrumentos y de las actividades a realizar con los mismos. En ambas agrupaciones se pretendía un proceso reflexivo y crítico sobre la tarea a realizar y los conocimientos o nociones que se necesitaban entre los miembros de

los pequeños grupos formados, grupos de 4 o 5 personas, actuando el docente presente como guía o asesor pedagógico. De la reflexión realizada a través del debate y la negociación se enriquece el producto obtenido y la construcción del conocimiento lógico-matemático propio del ámbito. Este procedimiento facilita el desarrollo personal y profesional de los/as futuros/as maestros/as en Educación Infantil. El procedimiento se encuentra de acuerdo con lo descrito por Lyons (1999).

2.2. Objetivos

- 1º. Fomentar entre los estudiantes su propia construcción del conocimiento Magnitudinal-Medida.
- 2º. Diseñar y construir instrumentos de medida a modo de juguetes para su futuro alumnado.
- 3º. Diseñar actividades a realizar para avanzar en la identificación y movilización del conocimiento Magnitudinal-Medida de su futuro alumnado.

Todos los objetivos se han planteado siguiendo una metodología STEAM y una metodología lúdica para Educación Infantil.

2.3. Desarrollo del Minitaller

El desarrollo del minitaller se llevó a cabo en tres fases. La primera fase consistió en el análisis de documentación, expuesta en el campus virtual, relacionada con el conocimiento del ámbito Magnitudinal-Medida para facilitar así la construcción del mismo a los estudiantes a través de la reflexión y el análisis crítico entre ellos y con el/la docente. A partir de dicha construcción podrían diseñar las actividades a realizar con los instrumentos/juguetes creados. La segunda fase consistió en plasmar en un boceto/dibujo sus ideas o diseños consensuados a través de la reflexión, debate y negociación. Los bocetos se hicieron, principalmente, en papel, aunque algún grupo intentó hacerlo a través de programas informáticos de diseño gráfico, véase Fig. 1. La última fase consistió en la construcción de su diseño, elección de materiales, reciclados en su mayoría, y su ensamblaje. De nuevo surge el debate sobre la construcción y colocación de los distintos elementos que conforman su diseño, véase Fig. 2. Sin olvidar que debían cumplir las siguientes premisas indicadas por autores como Alsina (2011), Belmonte (2005) y Berdonneau (2008).



Figura 1. Bocetos realizados por el grupo 2B-5B.



Figura 2. Instrumentos creados por el grupo 2B-5B.

2.4. Recogida de datos

La recogida de datos se realizó a través de una metodología mixta, tanto cualitativa como cuantitativa con el fin de obtener una mejor perspectiva de los resultados obtenidos por esta actividad (Creswell, 2009; p. 18). El instrumento de recogida de datos fue un cuestionario de Google Forms dividido en cuatro módulos de obligado cumplimiento. El primer módulo consistía en la toma de datos demográficos. El segundo pretendía indagar sobre sus conocimientos sobre el ámbito que se estaba trabajando. El tercer módulo estaba relacionado con la metodología STEAM y la creencia en la utilidad de las distintas disciplinas STEAM en la resolución de la tarea planteada a través de una escala Likert. Y, por último, se le preguntó sobre la utilidad de este tipo de minitalleres, sobre las emociones experimentadas y sobre la motivación hacia este tipo de tareas. Cabe indicar que los cuestionarios se realizaron pre y post a la realización del minitaller. En todos los módulos y cuestiones aparece un apartado para poder justificar o razonar su respuesta.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este apartado vamos a centrarnos en el módulo tres del cuestionario realizado al encontrarse más relacionado con la metodología STEAM.

En las figuras de la 3 a la 7 se muestran los resultados obtenidos relacionados con el grado de acuerdo en la utilización de disciplinas STEAM en el desarrollo de la tarea. Como se puede observar en la Fig. 3, inicialmente se mostraban mayoritariamente en total o parcial desacuerdo en la utilización de las Ciencias (S) en esta tarea. Sin embargo, sus comentarios tanto a nivel grupal como en la memoria reflejaban nociones propias de la disciplina como equilibrio, densidad o punto de apoyo. Al final del minitaller aumentó el porcentaje de estudiantes que se mostraban algo de acuerdo en la utilización de este tipo de nociones. Similares resultados se obtuvieron con la creencia sobre la utilización de nociones de Tecnología (T), véase Fig. 4, aunque el incremento al final de estudiantes que estaban algo de acuerdo fue menor. De nuevo aparecen comentarios de medidas en sus bocetos tanto a mano como intentos en ordenador o “esto me recuerda al insti”, aunque su idea de tecnología es el uso de TIC. Similares resultados se encontraron al hablar de nociones relacionadas con Ingeniería (E), véase Fig. 5. Al inicio consideraban totalmente o algo en desacuerdo, pero al final aumentó el porcentaje que se mostraban algo de acuerdo con la utilización de este tipo de nociones. Trasladar el diseño en papel a la realidad les hizo plantearse problemas como su construcción o el movimiento de ciertas piezas para que funcionase como ellos/as querían. Las siguientes nociones que aparecen están relacionadas con el Arte (A), véase Fig. 6. En este aspecto las respuestas dadas siguen oscilando entre total y parcialmente en desacuerdo. No fueron conscientes, en su mayoría, que el hecho de plantear la apariencia de un juguete, un aspecto atractivo pudiese encontrarse relacionado con esas nociones. Y, por último, el conocimiento matemático (M). En este caso, las respuestas oscilaron entre algo y totalmente de acuerdo, véase Fig. 7. El resultado era evidente puesto que los comentarios oscilaban entre esto es una tarea de mates y, por tanto, hay que utilizarlas a esto esto es algo que hemos visto en el instituto.



Figura 3. Grado de acuerdo en la utilización de nociones de Ciencias.

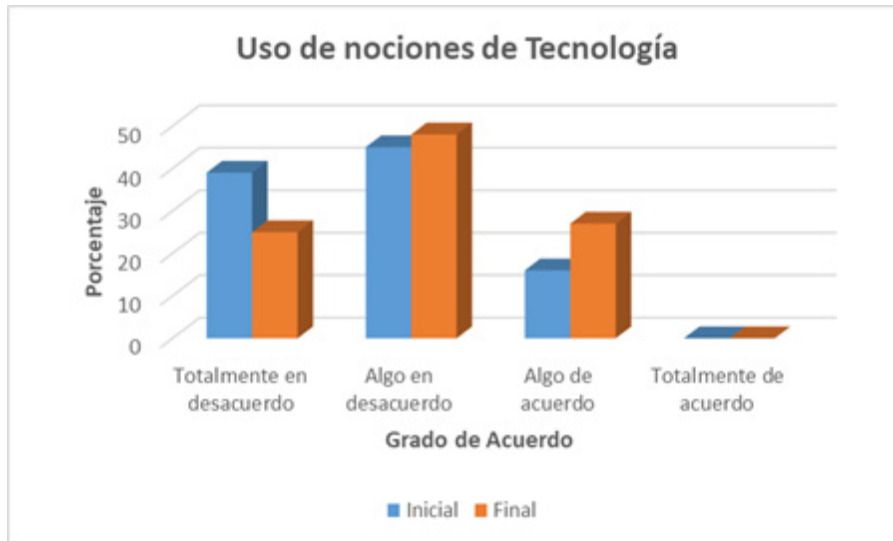


Figura 4. Grado de acuerdo en la utilización de nociones de Tecnología.

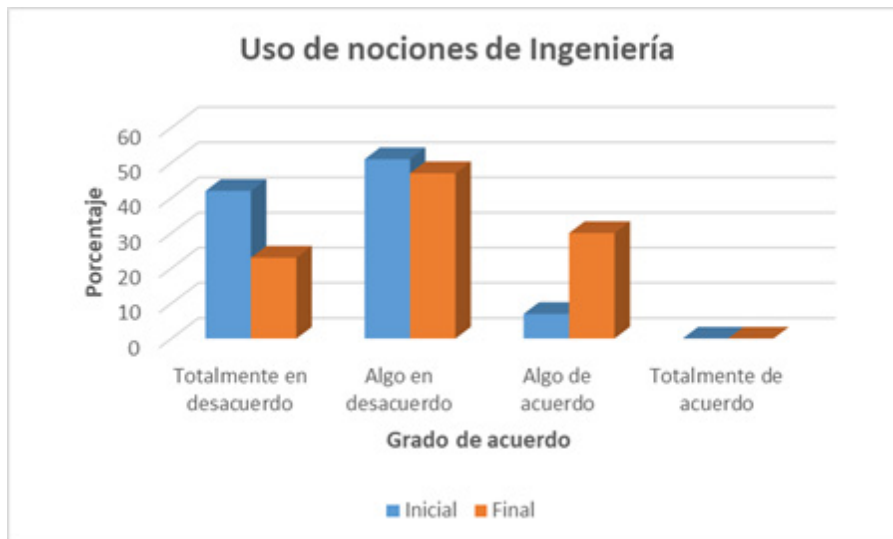


Figura 5. Grado de acuerdo en la utilización de nociones de Ingeniería.



Figura 6. Grado de acuerdo en la utilización de nociones de Arte.

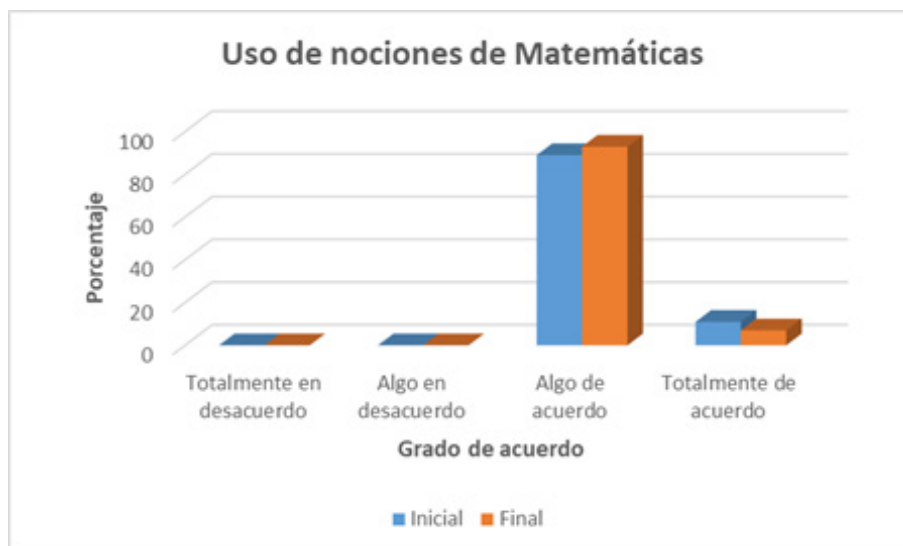


Figura 7. Grado de acuerdo en la utilización de nociones de Matemáticas.

4. CONCLUSIONES

Muchos de los problemas a los que se enfrenta la sociedad actual no sólo se pueden ser abordados desde un único prisma o visión. En la mayoría de los casos se necesita la intervención de otras disciplinas, es decir, una visión multidisciplinar de los problemas. En el caso de la educación también se pueden plantear situaciones de la vida real que requieran de la utilización de nociones de varias disciplinas. De ahí que la metodología STEAM pueda ser una opción plausible. Sin embargo, de este minitaller donde hemos empezado a explorar esta metodología con nuestros/as estudiantes podemos concluir:

- a) En función de los objetivos planteados relacionados con el conocimiento a trabajar:
 - 1º. Los/as estudiantes han construido a través de un proceso de reflexión y debate crítico su propio esquema sobre la construcción del conocimiento Magnitudinal-Medida.
 - 2º. Los/as estudiantes diseñaron y construyeron sus instrumentos de medida con forma de juguete. Instrumentos fácilmente utilizables en clase de Educación Infantil.
 - 3º. Los/as estudiantes plantearon diferentes actividades con cada uno de los instrumentos en función de los distintos niveles de conocimiento que querían alcanzar con su futuro alumnado.
- b) En función de la metodología STEAM

Los/as estudiantes no fueron capaces de observar la necesidad de utilizar otros conocimientos para poder resolver la tarea. De los resultados mostrados se podría concluir que consideran aspectos distintos, conocimientos distintos que no pueden ser utilizados a la vez. La explicación podría estar en que se han visto siempre como asignaturas o disciplinas distintas o separadas sin nexo de unión entre ellas tal y como indica Morrison (2006).

Este estudio está en un proceso incipiente por lo que habrá que seguir indagando sobre la utilización de esta metodología en la formación de maestros/as en formación inicial en Educación Infantil aumentando el número de estudiantes implicados y su formación sobre esta metodología, implicando a otras disciplinas para facilitar su integración.

5. REFERENCIAS

- Alsina, A. (2011). Relaciones y cambios entre atributos mesurables. Educación Matemática en contexto: de 3 a 6 años. (pp.145-175). Horsori.
- Belmonte Gómez, J. M. (2005). La construcción de magnitudes lineales en Educación Infantil. M. C. Chamorro (Coord.). Didáctica de la Matemáticas para Educación Infantil. 315-345. Pearson Educación.
- Berdonneau, C. (2008). Magnitudes geométricas; longitudes, áreas y volúmenes. Matemáticas Activas (2-6 años). (pp. 305-321). Graó Colecciones: Biblioteca Infantil.

- Clapp, E. P. y Jimenez, R. L. (2016). Implementing STEAM in maker-centered learning. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(4), 481-491. <https://doi.org/10.1037/aca0000066>
- Creswell, J. W. (2009). *Research design. Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. 3rd Edition. Sage Pub, California.
- Lyons, N. (1999). *El uso del portafolio para el aprendizaje y la evaluación*. Buenos Aires. Amorrortu
- Morrison J. (2006) *TIES STEM Education Monograph Series: Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.
- Thuneberg, H. M., Salmi, H. S. y Bogner, F. X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, (29), 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>
- Vargas, J. Cuero, J. y Riveros, F. (2020). Transformación digital y enfoque STEAM, una alternativa en tiempos de COVID-19. *Espacios*, 41(42), 326-334. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n42p28>
- Yakman, G., y Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

PROYECTO MEDIOAMBIENTAL ASOCIATIVO: “EL MAR COMIENZA EN MI BARRIO”

A TROMPETA CARPINTERO

SCIENTIX ambassador. Alicante, España

trompeta.antonio@gmail.com

Abstract

¿Es posible crear en la ciudadanía la conciencia crítica necesaria para comprometerse en la búsqueda de soluciones a problemas medioambientales? Evidencias científicas señalan la grave situación en la que se encuentran nuestros océanos. Iniciativas en pro de “Océanos limpios” están surgiendo en todos los continentes. La propuesta que se presenta aquí se une a esta campaña mundial con un intento de implicación de un colectivo en pro de su sostenibilidad. Se trata de un proyecto de unión de todos los ciudadanos de un barrio (hogares, escuela, asociaciones, vecinos, entidades públicas y privadas y Universidad) de la ciudad costera de Alicante, en la búsqueda de soluciones a los problemas de nuestro Mar Mediterráneo, siendo conscientes de que las decisiones y comportamientos cívicos y medioambientales en el barrio influyen en la salud de sus aguas.

Keywords

Barrio, Comportamiento cívico, Medioambiente, Sostenibilidad, Mar Mediterráneo

1. EL MAR COMIENZA EN MI BARRIO

En estos tiempos de incertidumbre respecto a las evidencias de Cambio Climático y las graves consecuencias que puede estar produciendo en la Tierra, parece urgente crear una conciencia crítica en los ciudadanos a fin de analizar su posible influencia, y buscar vías de reparación o al menos de adaptación a este fenómeno. La Sociedad Cultural y Deportiva de San Blas de Alicante ha asumido esta idea y ha tomado la iniciativa de presentar un proyecto a sus vecinos llamado “El mar comienza en mi barrio”, en un intento de paliar los problemas de nuestro Mar Mediterráneo mediante una restauración medioambiental de la ciudad, comenzando por el barrio de San Blas de Alicante (Fig. 1).

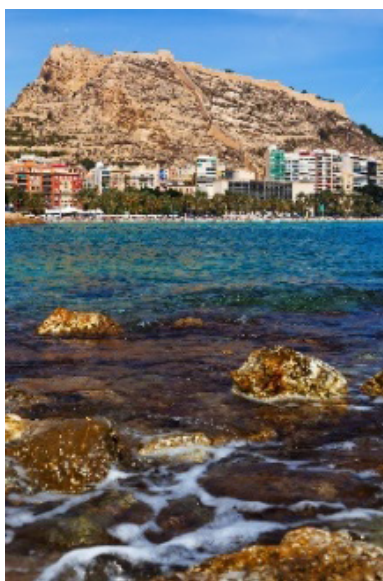


Figura 1. Alicante (España).

San Blas es un barrio fuertemente arraigado en la ciudad; situado en las orillas del monte Tossal, cercano a una zona deportiva, y en crecimiento hacia una zona degradada, producto de una grave sequía. El barrio necesita un impulso en la recuperación y cuidado de sus espacios públicos, en la minimización de sus residuos;

así como en la creación de un corredor verde en la zona de las llamadas “Lagunas de Rabasa” que pueda servir para impedir las graves inundaciones que se están produciendo en la ciudad. La visita al puerto de Alicante corrobora la ingente llegada de restos a la costa, especialmente en los días de fenómenos extremos, cada día más imprevisibles y frecuentes (Fig. 2).



Figura 2. Barrio de San Blas (en rojo), Alicante, y Barrio San Blas - alrededores.

La entidad ha decidido apoyar la campaña pro “OCÉANOS LIMPIOS” llegada desde Europa, y coordinar las acciones que se deriven de ese compromiso ciudadano. Con la ayuda de la embajadora SCIENTIX, ha comprometido a los centros educativos de primaria y secundaria, asociaciones y vecinos en general del barrio, en esta conciencia medioambiental.

Siguiendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible dedicados a saneamiento y vida submarina, el proyecto pretende que la ciudadanía tome conciencia de la importancia de los Océanos en la vida en la Tierra; descubra la relación entre la vida saludable y un océano limpio; contribuya a la mejora de la biodiversidad mediante un compromiso personal respecto a residuos, y promueva un uso responsable del agua.

Objetivos que conllevan la necesidad de impulsar una alfabetización científica en la ciudadanía respecto a la consideración del océano como nuestra principal fuente de vida, suministrador de alimento esencial, regulador de la temperatura de la Tierra, fuente de oxígeno y preservador de una biodiversidad esencial para la vida.

En este sentido, se impulsan actividades dirigidas a toda la población. En primer lugar, la asistencia a charlas divulgativas que ayuden a disponer de un conocimiento científico. En segundo lugar, la visita a embalses, reservas de la biodiversidad, plantas de tratamiento, e incluso zonas inundables recuperadas. Y, en tercer lugar, la participación en la convocatoria comarcal de recogida de basuras en costas y barrio, así como de reforestación de zonas verdes.

A las que se unen actividades en los centros educativos. Siguiendo directrices europeas “BLUE SCHOOLS”, se propone a las escuelas la creación de una Unidad didáctica curricular dedicada al Océano, de aplicación en los escolares de todas las etapas educativas, que conlleve el seguimiento de una metodología de enseñanza por proyectos STEAM, y la introducción de la indagación como forma de aprendizaje (IBSE). Entre otras, se sugieren actividades científicas en referencia al estudio de las características de la molécula del agua: estructura, punto de ebullición, punto de congelación, capacidad de actuar como buen disolvente. A las que se unen actividades matemáticas, tales como el análisis de la basura encontrada en el alcantarillado local, en la playa u otros acuíferos. Respecto a lengua, se anima a los estudiantes a crear carteles de promoción del cuidado de las aguas marinas, y de participación en las campañas.

Una actividad clave incluida en el proyecto es el estudio de los comportamientos de la ciudadanía en referencia al consumo de alimentos marinos, su huella hídrica, y el uso de plásticos en cada hogar, o en las escuelas. Tecnológicamente, se sugiere la creación de un objeto que lleve a los escolares a trabajar en un proyecto de ingeniería, tal como un modelo de embalse, modelo de potabilizadora, o incluso un modelo de barco recolector de basura. La promoción del cuidado del agua mediante actividades artísticas, plásticas, y musicales, también es contemplado en esta propuesta interdisciplinar; sin dejar de considerar la participación en deportes acuáticos, un objetivo ineludible.

La conmemoración de fechas señaladas en referencia a personajes ilustres dedicados al mar también ocupa un lugar en esta propuesta: la gesta de “Jorge Juan y la medida del meridiano”, la expedición filantrópica de la viruela protagonizada por “Balmis e Isabel Zendal”, o la particular visión del mar de nuestro pintor ilustre “Sorolla” son referencias en este año 2023.

El proyecto se encuentra en su primera fase de presentación. Socios y simpatizantes de la SCD San Blas han manifestado su aprobación; y se está preparando una nueva presentación a los vecinos del barrio y barrios colindantes. Más del 50% de los centros educativos del barrio han manifestado ya su interés en unirse al proyecto, asociaciones de padres incluidas, y otros centros educativos de barrios colindantes están en proceso de aceptación. A su vez se están recibiendo manifestaciones de adhesión desde asociaciones vecinales y medioambientales de la ciudad de Alicante.

Los periódicos locales se han hecho eco de esta propuesta y, así mismo se está difundiendo por la ciudad mediante redes sociales.

Con el apoyo del Centro de profesores, se ha acordado la realización de unas Jornadas para profesorado, abiertas a toda la ciudadanía, que servirán de punto de arranque del proyecto en el próximo curso 23/24; para lo cual se cuenta con la ayuda de ponentes expertos, tales como autoridades responsables del suministro del agua, de la gestión de los residuos; autoridades medioambientales y portuarias, así como profesorado universitario dedicado al análisis del cambio climático, ciclo integral del agua, biodiversidad marina, alimentos marinos, posidonia y micro plásticos, entre otros temas. Las actividades, sin embargo, ya han comenzado con la campaña de limpieza de la Isla de Nueva Tabarca y visita al parque “La Marjal”, en fechas próximas, así como con la primera charla ciudadana en relación con el Cambio Climático.

El proyecto es ambicioso, supone una dedicación a muy largo plazo, pero la salud del barrio, de la ciudad, y de nuestro Mar merecen ese esfuerzo entre todos.

2. REFERENCIAS

European Marine Science Educators Association). www.emsea.eu

Blue Schools. <https://www.emsea.eu/projects/network-european-blue-schools>

Conocimientos sobre Océanos. <https://www.emsea.eu/what-ocean-literacy>

Planificación de lecciones sobre océanos - Marine Institute Ireland. <https://www.marine.ie/Home/site-area/areas-activity/education-outreach/explorer-lesson-plans>

Recursos sobre residuos. <https://www.plastic-pirates.eu/en>

European Atlas of the Seas. https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/atlas/maritime_atlas

Todos los tópicos sobre mares en Europa, con recursos para profesores. <https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/en/frontpage/1651>

Scientix. <https://SCIENTIX.EU>

Intef. <http://INTEF.es>

Antonia Trompeta página personal. <http://antoniatormpeta.com>

LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA EN LOS ESTUDIOS DE ARTE Y DE DISEÑO

ARACELI GIMÉNEZ LORENTE

Escola d'Art i Superior de Disseny. Castelló de la Plana, España

agimenez@easdcastello.org

Abstract

Este estudio compara los programas de Ilustración Científica en el Ciclo Formativo de Grado Superior y el Grado en Ilustración. Se analizarán las diferencias y similitudes en la formación y el enfoque de ambos programas. Mientras que el CFGS se basa en fuentes visuales a la hora de crear una ilustración, el Grado incorpora conocimientos de diseño gráfico y de tipografía. Se destaca la importancia del pensamiento creativo en el proceso del diseño, permitiendo la adaptabilidad y la exploración de nuevas formas. Concluye que ambos programas son válidos, pero la combinación de conocimientos en ilustración y ciencia brinda un enfoque más completo en un nivel educativo superior.

Keywords

Diseño Gráfico, Ilustración Científica, nivel educativo, pensamiento creativo.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la temática que lleva por título: *experiencias educativas STEAM en diferentes etapas educativas: Infantil, Primaria, Secundaria y Universidad*, esta investigación docente se centra en el Ciclo Formativo de Grado Superior en Ilustración, en comparativa con el Grado en Ilustración, los dos tipos de estudios se imparten en la EASD de Castelló de la Plana (Escuela de Arte y Superior de Diseño).

Se analizarán las convergencias y las divergencias de estos estudios en cuanto a la temática de la ilustración científica. A mayor complejidad mayor estudio y mayor necesidad de un diseño más complejo.

2. CFGS ILUSTRACIÓN

El Ciclo Formativo de Grado en Ilustración son dos años de estudios académicos, se necesita una prueba de acceso para acceder a ellos, o el bachiller artístico si se quiere entrar directamente. Son 112 créditos ECTS, con 8 ECTS correspondientes a las prácticas de empresa que se realizarán una vez finalizado el segundo año académico, que se acaba a principios de marzo, para finalizar los estudios y una vez realizadas las prácticas de empresa se presentará el Proyecto Final de Ciclo que se le llama Proyecto integrado, porque abarca todas las asignaturas realizadas en los dos años.

El perfil del alumnado es muy heterogéneo, pero lo que los une es que son personas muy creativas y altamente sensible, no siempre responden al enunciado de los ejercicios, necesitan cierta libertad y digamos que algo de “manga ancha” para no cuartarles la libertad creadora.

En este nivel educativo hemos tenido Proyectos Integrados relativos a la ilustración científica, pero nos centraremos en la creación de una lámina lepidóptera que se realizó como ejercicio en la asignatura de Proyectos de Ilustración de primer curso.



Figura 1. Cethosia biblis. Mariposa alas de encaje. Ilustración del alumno Enrique Barrio, curso 2022-2023.

En la Fig. 1 se puede ver la lámina ilustrativa de diseño sencillo, dispuesta en vertical, la mariposa se representa visualmente y aparece su anverso, su reverso y un detalle de microscopía donde se pueden apreciar las escamas de las alas. La técnica de dibujo son lápices policromos, y previamente se ha hecho un estudio de color con una paleta de colores asociada a la documentación visual investigada, el alumnado ha comprobado mediante documentación gráfica como es la mariposa viva y el ejemplar que se le ha dado ya disecado, además de la pérdida de diámetro de la envergadura de las alas debido a la deshidratación (Fig. 2). Otro detalle a tener en cuenta es que se representa un ejemplar idealizado, no se trata de reproducir una foto, sino de representar a un insecto con simetría, a pesar de que en la naturaleza siempre hay un ala ligeramente más pequeña o con una inclinación diferente, aunque suele ser imperceptible.

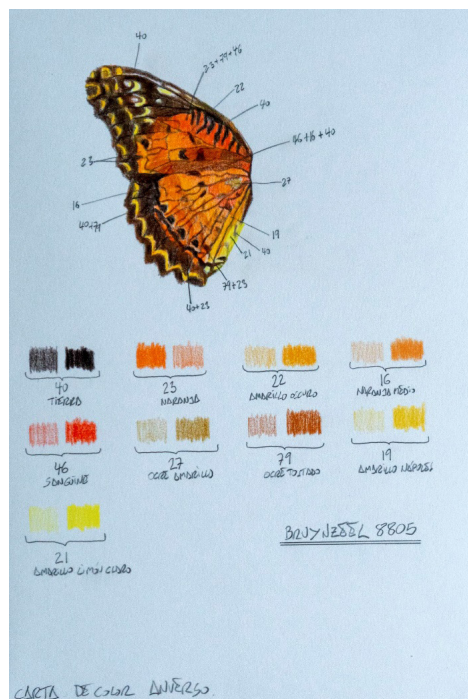


Figura 2. Estudio del color y paleta de colores de la Cethosia biblis. Ilustración del alumno Enrique Barrio, curso 2022-2023.

Como se puede apreciar la lámina lepidóptera es el resultado de la información visual obtenida, parte como investigación del propio alumno y otra parte dada por el profesorado. Hay que matizar que en este nivel educativo no tienen asignaturas de carácter científico, así que para llegar a este nivel de dibujo se ha utilizado únicamente información visual, aunque se les ha dado unos parámetros donde poder encontrar dicha información visual de fuentes fiables y poder entenderla. Algo diferente pasará en etapas educativas superiores.

3. GRADO EN ILUSTRACIÓN

El grado en Ilustración son cuatro cursos académicos, con un total de 240 créditos, 60 por año. Al ser un grado, las asignaturas son más complejas, teniendo algunas de carácter científico como “Fundamentos científicos del diseño” con 4 créditos ECTS en primer curso. En segundo destaca “Anatomía artística básica”. En el tercer curso aparece como asignatura la “Ilustración científica”, con 6 créditos ECTS, y en cuarto curso aparece con 6 créditos ECTS “Anatomía y fisiognomía”, también en este cuarto curso se completa con las prácticas de empresa, que son 12 créditos y el trabajo final de grado con 18 créditos.

En el grado se tienen conocimientos de tipografía, de diseño gráfico y otros que les ayudan a la hora de hacer una infografía, que es el siguiente paso de la lámina lepidóptera (Fig. 3).

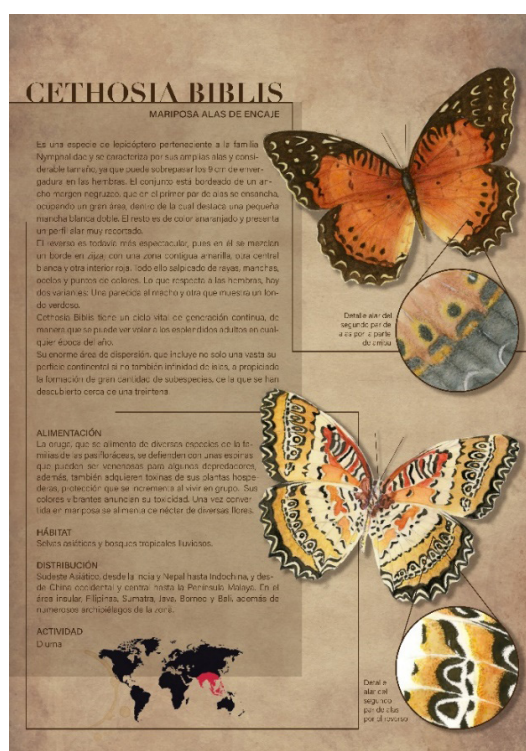


Figura 3. Infografía de Beatriz Sánchez, curso 2021-2022.

En la infografía se puede apreciar que la parte escrita tiene la misma importancia que la parte visual y que ambas se complementan. Los colores del fondo le dan un carácter antiguo, como de cuaderno de campo, la composición tiene simetría axial, en el lado izquierdo predomina la tipografía y a la derecha las ilustraciones, pero hay descripciones escritas en el lado derecho y un mapa en la parte superior izquierda, donde el color rojo muestra la ubicación de la especie lepidóptera.

Este trabajo es más complejo que el anterior de la figura 1, ya que depende de conocimientos más avanzados y de un mayor estudio.

4. MÉTODO DE TRABAJO CREATIVO

A pesar de que la ilustración científica es muy rigurosa, en la parte del diseño tanto de una lámina o de una infografía, si se puede ser creativo.

Se puede modificar la tipografía e incluso inventar una nueva, jugar con los colores del fondo que pueden ser gamas cromáticas complementarias para que destaquen las ilustraciones o determinar nuevos patrones compositivos, entre otros.

Pero lo importante es el método de trabajo o el pensamiento creativo, qué es el que resolverá cada uno de estos pasos relativos al diseño gráfico en el ámbito de la ilustración. Este método hace referencia al término “outside the box”, o como se podría traducir: *fuera de la caja*, ya que la creatividad no puede encerrarse dentro de ningún perímetro, es algo que se genera con patrones diferentes a los que estamos acostumbrados en la vida cotidiana, es casi como un ente, algo que cambia constantemente, que a la vez es intrínseco al creativo pero que se puede llevar a aprender, siempre y cuando haya talento artístico.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que la ilustración científica depende no solo de las herramientas académicas que tiene el alumnado, como las asignaturas cursadas, materiales de dibujo o softwares específicos que le ayuden con el proceso creativo. Además de todo ello se necesita del talento artístico.

Se adaptará este tipo de ilustración aplicada a la ciencia al nivel educativo en el que esté el alumnado, siendo el CFGS en Ilustración y el grado en Ilustración los más afines a la materia de la ilustración científica, si bien hay una gran cantidad de biólogos que realizan ilustraciones científicas, su método es diferente del de un ilustrador, no obstante, ambos son igual de válidos, pero siempre será más creativo el de alguien con conocimientos en el ámbito de la ilustración.

6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al alumnado su implicación en los trabajos académicos que realizan como profesionales, en especial a Enrique Barrio y Bea Sánchez por sus dos ilustraciones que se han tomado como ejemplo.

7. REFERENCIAS

- Adams, C. (2004). *Why Knot?. An Introduction to the Mathematical Theory of Knots (with Tangle)*. Emeryville, CA, Key Curriculum Press.
- Coineau, Y. (1982). *Como hacer Dibujos Científicos-materiales y métodos*. Editorial Labor.
- Francis, G.K. (1987). *A Topological Picturebook*. Springer-Verlag.
- Giménez, A. (2020). Grados en la Ilustración Científica. CIVAE 2020, 2nd Interdisciplinary and virtual conference on Arts in Education. Retrieved from: <http://www.civae.org/>
- Giménez, A. (2020). Programa Ciencia y Arte. Dos talentos unidos en un entorno digital. ArtyHum. Retrieved from: http://www.artyhumb.com/monograficos/HD_PC/#p=208
- Goldbort, R. (2006). *Writing for science*. Yale university Press.
- Mayor, J. y Flores M. (2013). El dibujo científico. Introducción al dibujo como lenguaje en el trabajo de campo. *Virtual Archaeology Review*, 4(9), 130-134. <https://doi.org/10.4995/var.2013.4263>

DESARROLLO DE COMPETENCIAS STEAM EN ALUMNADO CON DISCAPACIDAD MOTRIZ A TRAVÉS DE LOS OJOS

PL SANCHEZ ORTEGA, BF NÚÑEZ ANGULO, RM SANTAMARÍA CONDE

Universidad de Burgos. España.

bnunez@ubu.es

Abstract

The use and management of technological resources allows different customisable solutions to be found for the characteristics of students with disabilities, with the aim of enhancing and developing STEAM skills, based on what has been acquired in Primary Education for inclusion in Secondary Education. The process of development and implementation of devices operated with the eyes, “eye tracking” and voice, involves different stages that show the work carried out over the last two academic years. The results of this experience show the evolution experienced by the pupils, who have become autonomous in their learning, and there is a high degree of satisfaction among the management team, teaching staff and families. Knowledge and the search for solutions is decisive, as well as the progress of research, developing different resources and devices to favour inclusive education.

Keywords

Information and Communication Technologies, Motor Disability, Educational Inclusion, Learning and Teaching.

1. INTRODUCCIÓN

Las dificultades motrices, con inteligencia conservada, no tienen que ser un freno para la adquisición de competencias en el entorno STEAM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas), ya que es posible personalizar diferentes herramientas y aplicaciones que favorezcan su proceso de aprendizaje.

La metodología STEAM facilita la adaptación del individuo con un dispositivo tecnológico, debido a que es un modelo que promueve la integración de materias científico-técnicas y artísticas. Según Yakman (2008) STEAM plantea que el aprendizaje sea de manera integrada con dos enfoques teórico y práctico. La metodología trabaja los problemas en diferentes disciplinas para obtener soluciones creativas y a la vez innovadoras, aprovechando en lo mayor posible las tecnologías existentes para mejorar las capacidades del individuo. Así mismo, Buestán et al. (2021) comentan que permite alcanzar las metas de aprendizaje de manera efectiva, eficiente y eficaz, aprovecha las capacidades del alumnado y docentes, recompensa el aprendizaje autónomo, provocando un impacto al interés de la tecnología y sus materias, lo que hace que STEAM sea adaptable a diversos contextos educativos.

Douglas (2021) expone que a través del enfoque pedagógico STEAM se puede trabajar de manera interdisciplinar e inclusiva, combinándolo con una metodología colaborativa y los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y permitiendo que un mismo aprendizaje sea significativo y accesible para todo el alumnado.

Sevilla y Solano (2020, p.3) relatan la inclusión educativa como: “El conjunto de actuaciones y medidas educativas dirigidas a identificar y superar las barreras para el aprendizaje y la participación de todo el alumnado y favorecer el progreso educativo de todos y todas”. Hay que destacar cuatro elementos: la inclusión como proceso, como derecho, como atención a la diversidad y como cambio curricular (global, flexible, abierta y personalizable).

La educación STEAM promueve una cultura de pensamiento científico para la toma de decisiones del alumnado, permite la adquisición de una serie de conocimientos tecnológicos y científicos, aplicables a cualquier posible situación que pueda aparecer en el futuro, desde una perspectiva integrada, permite una mayor conciencia de las relaciones entre las diferentes áreas del saber, asegurando un mayor grado de participación activa en los proyectos resultantes y por el factor creativo desarrolla competencias como la innovación y el pensamiento creativo y crítico. En general, el enfoque STEAM nos permite: comprensión y resolución interdisciplinar de problemas actuales, enriquecimiento de experiencias de aprendizaje mejorando los aspectos afectivos, mejora del rendimiento académico en general, incremento del interés por la ciencia y tecnología, así como beneficia la creatividad científica y artística.

El Banco Mundial (2019), alude a la necesidad de capital humano y aprendizaje permanente para desarrollar habilidades cognitivas avanzadas (resolución de problemas complejos), habilidades socio-conductuales (trabajo en equipo) y habilidades adaptativas como el razonamiento y la autoeficacia. El estudio de Cabero, Fernández y Barroso (2016) destaca como uno de los problemas con que se enfrenta el profesorado en lo que se refiere a su incorporación a la práctica educativa es, entre otros aspectos, disponer de niveles aceptables de formación, tanto en lo que se refiere a su conocimiento tecnológico e instrumental, como a su dominio metodológico y estratégico, a lo que habría que añadir que la dificultad es mayor cuando se trata de aplicar las TIC al alumnado con discapacidad. Asimismo, Toledo y Llorente (2016) corroboran la misma idea, alegando que son varios los estudios que demuestran “que el uso educativo y las actitudes que el profesor tenga para la incorporación de las TIC a su práctica educativa, está significativamente vinculada por la formación en ellas” (p.125).

Para Fernandez-Bastero et al. (2020, p.712), “un docente competente digitalmente, bien preparado y formado en el uso de las TIC en el aula, va a poder ofrecer a “todos” su alumnado una enseñanza donde el aprendizaje vaya a gozar de mayor eficacia”. Añaden que “aunque las investigaciones sobre la integración de las TIC en el ámbito educativo son cada vez más relevantes, si nos centramos en el área de la educación especial son relativamente escasas y se evidencia una falta de estudios.”

2. OBJETIVO

El objetivo es buscar la repuesta personalizada al alumnado que ha pasado a Educación Secundaria Obligatoria (ESO), atendiendo a las capacidades del alumnado y las TIC, para la introducción de propuestas metodológicas como STEAM.

3. ESTUDIO DE CASO

El alumno tiene parálisis cerebral (PC) y está escolarizado en 1º de ESO. Para Rosenbaum (2006, p.9) la PC es “un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y de la postura, que causan limitaciones en la actividad y que se atribuyen a alteraciones no progresivas ocurridas en el desarrollo cerebral del feto o de la primera infancia”. Va en silla de ruedas y tiene dificultades de control cefálico. Su inteligencia es buena, maneja el ordenador de forma autónoma. Su voz tiene poca fuerza y, a veces, falla la articulación. Presenta problemas atencionales y de fatigabilidad.

Con el objetivo de ajustar y adecuar la respuesta educativa que precisa el alumno se plantea, por un lado, una solución que permita responder a sus limitaciones de respuesta oral y, por otro, en el ámbito motor, un dispositivo alternativo que incremente la atención, mitigue la fatiga y mantenga la autonomía en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para las respuestas orales, probamos diferentes dispositivos y nos inclinamos por Mpow-231 Auriculares Bluetooth (Fig. 1), que destacan por su bajo peso con micrófono ligero y pequeño (40g), la banda de cabeza ajustable y la almohadilla suave para los oídos, se pueden usar todo el día, es de fácil instalación, ocupa poco espacio y lo puede llevar en la mochila, se puede cargar con facilidad al introducir el auricular en el soporte de carga, se puede cambiar el idioma fácilmente (si el alumno dice palabras inglesas lo transcribe bien), elimina el ruido del entorno y se puede acoplar también para el móvil.



Figura 1. Mpow-231 Auriculares Bluetooth.

Nos inclinamos por el manejo de dispositivo controlado con el movimiento de los ojos, con el fin de mejorar la atención, el grado de fatiga y el control cefálico, por lo que proponemos *eye tracking*, dispositivo que se puede utilizar por seguimiento ocular. Es llamativos los elementos visuales: interfaz de navegación, los gráficos, los enlaces, el texto, el contenido multimedia, etc.

El *Eye tracking tobii* (Fig. 2) es habilitador para la transformación digital, seguimiento ocular, como forma eficiente y precisa de capturar la atención. Tiene aplicación en educación y aprendizaje digital, incluida la evaluación, las medidas correctivas y el seguimiento. Ayuda a acelerar los procesos didácticos, apoyando la evaluación continua y la capacitación y el apoyo individual.



Figura 2. Eye tracking tobii.

Entre los beneficios del *eye tracking* destacamos:

- Capacidad para registrar y analizar de forma detallada y objetiva el comportamiento visual.
- Permite un comportamiento natural: los rastreadores oculares son discretos y permiten que las tareas se lleven a cabo con normalidad.
- Es versátil y móvil: puede ser usado en casi cualquier entorno y escenario.
- Ofrece información en tiempo real: con la transmisión en vivo se puede ver la mirada de la persona inmediatamente.
- Es explicativo: puede representar procesos y acciones que son difíciles de articular o explicar.

4. METODOLOGÍA

La investigación se basa en los resultados académicos y personales, en los ajustes entre capacidades del alumnado y las necesidades del profesorado de las diferentes materias, y se atiende al grado de satisfacción de docentes y familia.

Se han probado los diferentes dispositivos propuestos, ajustándolos a las características del alumnado (voz, control cefálico, fatigabilidad, etc.), a las necesidades de las asignaturas expuestas por el profesorado y el grado de satisfacción.

Los dispositivos se han dejado en el IES para que se experimente en las distintas situaciones de aprendizaje.

Los investigadores han estado en el aula observando el uso y manejo de los dispositivos, has realizado reuniones con el profesorado para conocer detalladamente las necesidades y se han reunido para su estudio y seguimiento.

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Tras la implementación de los auriculares y del *eye tracking* en el aula, se destacan los siguientes resultados obtenidos:

- Son buenos recurso para prevenir problemas relacionados con el bajo autoconcepto, que puede presentar el alumnado con PC.
- El alumno tiene el feedback del logro de la tarea bien hecha por medio de recursos adaptados a sus capacidades, lo que estimula la autoestima y sentimientos de competencia personal.

- Se ha favorecido la adquisición de aprendizajes sin miedo al fracaso y con ganas de superación.
- Se ha potenciado el interés en sus logros y mostrar satisfacción por los aprendizajes realizados.
- Se ha incrementado la motivación hacia tareas académicas.
- Alto grado de satisfacción de los resultados académicos por parte del profesorado, familia y equipo directivo.

El profesorado demanda, en general, una mayor concentración en prácticas y habilidades para el aprendizaje y construcción de modelos físicos, biológicos, tecnológico, artísticos y matemáticos que sirviesen de base para una serie de formaciones y condiciones concreta:

- Formación científica continua y al alcance de todos.
- Formación interdisciplinar.
- Disolución de las fronteras entre aprendizaje formal e informal, para lograr una mayor integración de saberes y conocimientos.

Peterson-Ahmad et al. (2018) comentan el papel de las tecnologías digitales en la inclusión del alumnado con discapacidad, ya que facilitan el acceso a una amplia diversidad de recursos educativos y contribuyen a reducir la brecha digital. El alumnado se siente preparado para utilizar los recursos tecnológicos disponibles, si bien no cuentan con el apoyo del profesorado, existiendo variabilidad dependiendo de la discapacidad.

Para Zappalá et al. (2019), el uso de las TIC en el aula no genera en sí mismo cambios en las prácticas educativas, sino que implica un proceso previo de adquisición de herramientas y conocimientos y la construcción de conceptos orientados a incorporar los recursos digitales, materiales y los contenidos flexibles, adaptables y transversales.

Desde estas perspectivas hay que considerar necesaria la educación STEAM ya que:

- Promueve el pensamiento científico para la toma de decisiones del alumnado, tanto dentro como fuera del aula.
- Permite adquirir conocimientos tecnológicos y científicos, desde una perspectiva integral. aplicables a cualquier situación en el futuro.
- Fomenta una mayor conciencia de las relaciones entre las diferentes áreas del saber, asegurando un mayor grado de participación activa en proyectos.

Por lo tanto, el enfoque STEAM es necesario e importante para la inclusión educativa atendiendo a las capacidades del alumnado y a la personalización de TIC, unido a una formación y actualización del profesorado.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo recibido a la Fundación Círculo Burgos, al CEIP “Fernando de Rojas”, CEIP “Francisco de Vitoria” y al IES “Félix Rodríguez de la Fuente”. Todos ellos ubicados en Burgos capital.

7. REFERENCIAS

- Banco Mundial. Informe sobre el desarrollo mundial (2019). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/767331554985479543/pdf/Main-Report.pdf>
- Buestán, M. E., Curillo, H. D., y Hurtado, G. P. (2021). Enfoque STEAM como mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje braille para deficientes visuales en Cuenca. *Explorador Digital*, 5(4), 79-89. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v5i4.1892>
- Cabero, J., Fernández, J. M. y Barroso, O. (2016). Los alumnos del grado de Magisterio: TIC y discapacidad. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18 (3), 106-120. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/965>
- Dublas, N. (2022). Aprendizaje STEAM, juntos aprendemos mejor: mira a través de tu barriga. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/52299/TFG-G5418.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., y Tadeu, P. (2020). Formación del Profesorado y TIC para el Alumnado Com Discapacidad: Una Revisión Sistemática. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 26, 711-732. <https://www.scielo.br/j/rbee/a/rxGW9RRCDZ9QygKP6Zj6z7f/?lang=es>

- Peterson-Ahmad, M. B., Stepp, J. B., y Somerville, K. (2018). Teaching pre-service teachers how to utilize web 2.0 platforms to support the educational needs of students with disabilities in general education classrooms. *Education Sciences*, 8(2), 1-13.
- Sevilla, Y. y Solano, N. (2020). Inclusión educativa de la mano de STEAM y las nuevas tecnologías. *Supervisión 21: revista de educación e inspección*. 55.
- Toledo, P. y Llorente, C. (2016). Formación inicial del profesorado en el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la educación del discapacitado. *Digital Education Review*, 30, 123-134. Recuperado de <http://greav.ub.edu/der/> from: <http://bit.ly/2QsQYf7>
- Zappalá, D. Köppel, A., y Suchodolski, M. (2019). Inclusión de tic en escuelas para alumnos con discapacidad visual. Ministerio de Educación de la Nación Argentina.

DESIGNING A GARDEN: A STEM LEARNING SITUATION

B RUBIO

*Instituto de Enseñanza Secundaria (Madrid) y Facultad de Educación de
la Universidad Complutense de Madrid, Spain
bearubioaluche@gmail.com*

Abstract

A STEM approach integrates different scientific disciplines. It is necessary to generate a competence – based learning scenario, focusing on a know-how task. A work to recover a space in the school garden has been carry on with a Secondary Diversification group. The use of Math, to measure perimeters and make maps to scale, and Chemistry, to analyze characteristics of soil, and Biology, to know the plants , and Spanish Language and ITC, to prepare a scientific report and its presentation, have improved the motivation and the desire to learn, in students with many learning an personal difficulties.

Keywords

PBL, diversification programs, interdisciplinary, science teaching, STEM.

1. INTRODUCTION

Currently in Spain, the transition towards a new educational law, Ley Orgánica 3/2020, of December 29 that modifies la Ley Orgánica 2/2006, of May 3, of Education, is taking place. Said law, known as LOMLOE, aims to adapt the educational system to challenges of the 21st century, in accordance with the objectives set by the European Union and UNESCO for the 2020-2030 decade. The essential changes in Education have to be framed in this way.

As it is reflected in the Proposal of the working group of the Permanent Commission of the Council for Sustainable Development for the 2030 Agenda (2021), we need the reconstruction of a new, public, and free educational system modernized to adapt changing reality we live in, and to face the great challenges that lie ahead.

Added to this need is the fact that, school situation in Spain is worrisome, because (as also have being said in the same document), early school leaving rates (17.3%) are much higher than those of neighboring countries.

Luengo-González (2017) rightly points out, we must understand the new realities we are experiencing in order to generate innovative proposals that contribute to solve intricate problems, which apparently escape the limiting explanations of classical monodisciplinary models and traditional division in the organization of study subjects.

In this new legal framework, Real Decreto 217/2022, of March 29, which establishing the organization and minimum teaching of Compulsory Secondary Education, recovers Curricular Diversification Programs, aimed at students with significant learning difficulties, after having received support measures in the first two years of ESO. It also focusses on students for whom it is recommended, to reach at last a elementary degree.

Diversification programs organize work by areas. It allows different subjects to be worked on, in a more integrated way. Sanders (2008) referenced the English acronym STEM as, Science, Technology, Engineering and Mathematics. Although this work approach was born from the need to improve productivity in the industry, its drift towards the educational world opens up new learning scenarios where contents of Science and Technology are mixed in different ways.

Diversification programs include, Mathematics, Biology and Geology, Physics and Chemistry in the scientific-technological field, and, Technology and Digitization, it can easily be added, in line with the STEM approach.

In parallel to STEM approach, in recent years, Project-Based Learning (ABP) is being also implemented due to its increasingly frequent use at schools, as a mechanism to develop curricular competencies, increasing student motivation and self-esteem, promoting research and collaboration (Railsback, 2002) The development of interdisciplinary work mobilizes attitudes, aimed to promote learning situation to learn to learn. The way to it, is through the elaboration of a final product, obtained from a teamwork, encouraged by a teacher who develops his function in the background.

As Domènech-Casal (2018) indicates, the design of PBL activities implies complexities in the relationship between contexts and contents and the degree of development of different scientific areas in interdisciplinarity approach. If PBL and a STEM approach are connected, comprehension of new learning subjects can be easier.

2. PROJECT DESCRIPTION

One of the difficulties in science teaching is the poverty of learning scenarios. The disciplinary approach, especially in secondary school, has turned areas that should be complementary, into contents that are unrelated to each other. The programming of different Departments of the scientific field, as Biology and Geology, Physics and Chemistry, Mathematics and Technology in most centers they are no coordinated, for sequencing or timing the contents. Many times, each one elaborates its programming, following the order established in textbooks, so that, different types of knowledge are unrelated. Students have to learn by themselves how to interrelate subjects coming from different areas, without a explicit didactic approach to help them do so. This ability requires a mental maturity that many of them do not reach easily.

Work presented below is a guide for teachers to globalize contents of different scientific disciplines around a STEM approach. Designing a garden generates a learning situation, with references in the real world. As in a game of zoom, it continually shifts from the focus on the whole, to that of the parts. It is useful to integrate knowledge coming from different subjects and give meaning to the study of specific contents. The methodological strategy is based on the PBL. For students the final goal is elaborate a proposal to improve a degraded space and turn it into a garden. To get it, they will carry out a detailed study of the area, over time, drawing up a plan of the work area and collecting data on the soil, environmental conditions, cultivated area, vegetation, and budgeting for the planting proposal.

It is necessary to include both teamwork and individual work. Data collection from the environment, measurement of the intervention plot and budget are done jointly, but the planting proposal is an individual task.

Designing a garden is the backbone of all the project, but it is advisable to make continuously referrals to other complementary issues. For example, the use of tangram game is interesting to understand how irregular surfaces are calculated, while developing the ability to be creative.

Each student must write a technical report (using scientific vocabulary) that, supposedly, will be presented to the local council to request help in financing (although in reality it may not necessarily be put in practice).

For the report elaboration, a series of compilation activities of the entire work process has been selected among many others to constitute the body of document.

3. TASKS PROPOSED FOR LEARNING SITUATION

In Table 1, it is showing the work script with project tasks. Some activities serve to lay the foundations of learning, and many others are used to capture content in the preparation of the final report (they are identified with an asterisk¹).

¹ There is a book, *Diversification Program for 3rd ESO: designing a garden*, to describe in detail all the information project, with activities and didactics interventions proposed to work by competences.

Table 1. Activities proposed for designing a garden.

Phase 0: project definition

0. Preparation of the work script

Initial phase: drawing up a plan

1. Preparation of a sketch
2. Take real data. Measurement of the perimeter of the space
3. calculation of scales
4. Scale representation of the plan*
5. Assessment

Phase of analysis of the physical environment

• *The land*

6. terrain *observation*
7. Description of the current state of the land

• *Soil*

The sampling

8. soil sample collection
9. sample identification

The balance use.

10. the tare
11. how to weigh
12. identification of a fixed amount

Separation of mixtures

13. the sifting
14. sedimentation
15. filtration
16. dissolution
17. chromatography
18. soil composition analysis*
19. review: mixture separation processes
20. Assessment

• *composition of matter*

21. the periodic table
22. formulation
23. fertilizers composition
24. review: composition of matter
25. assessment

• *Calculation of perimeters and surfaces*

26. the triangle
27. regular polygons
28. the circle and the circumference
29. irregular surfaces and the tangram
30. calculation of the surface of the garden plan*
31. other surfaces and scaling
32. perimeters and surfaces review
33. assessment

- **Study of climatic conditions**
 - 34. weather conditions
 - 35. climatic variables and their graphs
 - 36. analysis of weather conditions
 - 37. assessment
- **Vegetation**
 - 38. adopting a plant
 - 39. use of the guide for plant identification
 - 40. design of a field sheet*
 - 41. identification of leaves and fruits
 - 42. identification of surrounding plants
 - 43. selection of vegetables for the garden
 - 44. assessment
- Garden Design Phase**
- **Design**
 - 45. garden design criteria
 - 46. drawing the garden*
 - 47. budget calculation*
- **The report**
 - 48. report writing
 - 49. making a computer report*
 - 50. letter to the mayor
- The note**
 - 51. To give the note without a teacher!

4. PROCEDURE: FROM CONCRETE THINKING TO PLANNING

The guiding thread of all the work seeks that students are the protagonists of their learning, and they must learn by themselves. For this, work procedure is very important. The project definition has to be built with them. Their thinking is very specific, and they focus on buying and planting plants, and it is necessary to help them planning different stages of prior work. The first activity is the elaboration of the work script to understand on a global way, what they are going to work on.

5. EVALUATION

Evaluation is part of learning process and must have a formative nature also. It is important that, in addition to the teacher, the students also participate in the process. Correcting exercises among themselves helps to internalize the criteria used. Sharing what they are doing contribute to learn among equals.

The self-evaluation also serves to become aware of their own work and, it is possible to resubmit the tasks, to raise their grade, when they want to correct their own mistakes as a natural way of learning to learn.

6. ANALYSIS OF RESULTS

This work experience has been carried out with several groups of students in different secondary schools. In all of them, a higher degree of motivation for learning has been verified. When they miss class, they are able to catch up due to peer pressure, they take better responsibility for their homework, there are no scenes like falling asleep on the table. They request themselves the possibility of presenting a better work done. They learn to use language in a personal way to express ideas, which reduces meaningless copying. All students have presented an individual compilation of what has been done throughout the course, successfully. The main difficulty founded, derives from the late entry of students to the course, due to different reasons. In these cases, it is difficult to pick up the pace of work in a new learning situation, which is being built little by little, and it is not easy to speed up.

7. FUTURE PROSPECTS

This didactic proposal was born to attend a Diversification Program, but its scope of application can be much broader. Tasks and contents can be added or removed, because what is important, is the focus of the way of working, which proposes a more holistic approach teaching science. Therefore, it can also be made affordable for other ESO and Primary courses. It is also worth enriching it with a STEAM approach, making room for artistic expression as a creative way of communicating scientific information and feeding on it.

8. CONCLUSION

The work here described was designed and used in a classroom for the first time, in 1996. It aroused from the need to offer an alternative learning way, under a new perspective offered by the Ley Organica/1990 of October 3, of the General Organization of the Educational System (known as LOGSE), before STEM and PBL terminology came into vogue. It is good news to rediscover that methodological approaches that were not understood years ago, acquires now maximum relevance, among a sea of acronyms. Today, designing a garden, still makes senses because, it is a learning scenario, that can be use, as a reference, to promote methodological changes in science learning processes. Values and attitudes have to go hand in hand with the aim of training people opened mind, with sufficient scientific knowledge and sensitivity to face the challenges of the 21st century, that lie ahead.

9. ACKNOWLEDGMENTS

My fundamental gratitude goes to students who inspired me to develop this project. With my desire to help them to improve their skills, they helped me to question and improve my teaching practice.

I want also to thank Belen Palop for the time and guidance she has given to me, to write this report.

10. REFERENCES

- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.
- Ley orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, n. 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Ley Orgánica/1990 de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. Boletín Oficial del Estado, n. 238, de 4 de octubre de 1990. <https://www.boe.es/eli/es/lo/1990/10/03/1>
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, n. 76, de 30 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- Grupo de trabajo de la comisión permanente del consejo de Desarrollo sostenible para la Agenda 2030 (2021). Retos país para la estrategia de desarrollo sostenible. p 9
<https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/retos-pais-eds.pdf>
- Luengo-González, E. (2017). “Las vertientes de la complejidad. Diferencias y convergencias. Pensamiento sistémico, ciencias de la complejidad, pensamiento complejo, paradigma ecológico y enfoques holistas”. *Complessita, Rivista del Centro Studi di FilosofiadellaComplessita*, XII(2), julio-diciembre. <https://rei.iteso.mx/handle/11117/5421>
- Sanders, M. E. (2008). *Stem, stem education, stemmania*.
- Railsback, J. (2002). *Project-based instruction: Creating excitement for learning*. Portland, Oregon: Northwest Regional Educational Laboratory.
- Rubio, B. (1999). Programa de Diversificación para 3º ESO: El diseño de un jardín. *Colección: Materiales curriculares serie premios, n° 10*. Madrid. España.

EXPERIENCIA STEAM EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA. CREACIÓN AUDIOVISUAL COLABORATIVA A TRAVÉS DEL SISTEMA SOUNDCOOL

C MORALES VALLEJO¹, L PÉREZ RODRÍGUEZ², P. M. ASTASIO MOLINA³

¹Escuela Superior de Música de Extremadura MUSIKEX, Plasencia, España

²Colegio Guillem Fortuny, Cambrils, España

³Grupo PerformingARTech. Universitat Politècnica de València, Valencia, España

camova@hotmail.com

Abstract

En esta experiencia se trabaja la composición musical colaborativa con sexto de Primaria, utilizando Soundcool como herramienta de creación colectiva para elaborar un producto audiovisual que combine diversas áreas.

Se realizan dos sesiones en las cuales el alumnado descubre mediante la manipulación, exploración y experimentación, el funcionamiento del sistema Soundcool para más tarde crear una composición grupal de manera libre, improvisada o a partir de una imagen. Finalmente se realiza un análisis del trabajo realizado, así como la evaluación y autoevaluación del mismo.

Keywords

Composición Colaborativa, Creación Sonora, Educación Primaria, Soundcool, STEAM

1. INTRODUCCIÓN

La gran evolución vivida durante los últimos años en cuanto a tecnología digital se refiere hace necesaria la innovación metodológica dentro de la Educación Musical en primaria. De entre estas innovaciones podemos destacar el enfoque pedagógico del modelo STEAM, que engloba diferentes áreas y consigue aprendizajes más reales, significativos y efectivos. Una de las bases implícitas del modelo STEAM es su enfoque colaborativo, práctica pedagógica muy exitosa y altamente difundida en el ámbito educativo desde los años 60 (Johnson y Johnson, 2009).

Sin embargo, el personal docente de primaria no cuenta aún con herramientas diseñadas específicamente para dicha práctica, y las que encuentra son, o muy complejas de implementar, o muy limitadas en sus funciones. Dentro del área artística, el sistema Soundcool se presenta como una alternativa para la creación audiovisual colaborativa al demostrar su eficacia en la Educación Primaria (Sastre et al., 2015), con una curva de aprendizaje sencilla (Scarani et al., 2019).

Como una de las acciones dentro de un Proyecto de Innovación Docente (PID) de la Universidad de Valladolid (UVa) se elabora una propuesta de composición colaborativa en el aula de sexto curso de Educación Primaria. En el presente artículo se relata la experiencia, y se reflexiona sobre las creaciones artísticas realizadas por el alumnado.

Mediante esta propuesta se obtuvieron resultados en forma de creaciones artísticas, tanto sonoras como visuales. En lo que concierne al trabajo colaborativo, se observó cómo el alumnado fue capaz de asumir roles dentro del equipo sin la necesidad de ningún mediador.

2. EL MODELO STEAM Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL AULA

Incluir las nuevas tecnologías en el aula de música nos permite desarrollar propuestas más acordes con la realidad de los niños y niñas, fomentar su imaginación y creatividad, y aumentar sus posibilidades de creación. La motivación que la aplicación del modelo STEAM genera en el alumnado favorece la apertura a la exploración y a la construcción de sus propios conocimientos.

El desarrollo del pensamiento crítico y creativo son características inherentes al modelo STEAM. Según Kaschub y Smith (2009) el ejercicio de la composición musical invita al alumnado a pensar en su entendimien-

to del mundo desde una nueva perspectiva y a desarrollar su potencial creativo, ampliando su conocimiento musical y artístico. A su vez, la composición musical colaborativa por medio de las nuevas tecnologías permite la exploración y manipulación del sonido, promueve la organización sonora dentro del proceso creativo, e involucra la toma de decisiones grupales en torno a la música, desencadenando procesos de pensamiento crítico necesarios para la adquisición de las competencias básicas en educación (Bauer, 2020).

2.1. El sistema Soundcool

Soundcool es un sistema para la creación musical, sonora y audiovisual de forma colaborativa. Ofrece una colección de módulos de audio y de vídeo (Fig.1) que se interconectan entre sí de una forma muy intuitiva y fácil de entender tanto por profesores como por alumnos (Sastre et al., 2013; Sastre et al. 2015). Estos módulos presentan funcionalidades muy diversas, y su combinación ofrece muchas posibilidades para la creación audiovisual.

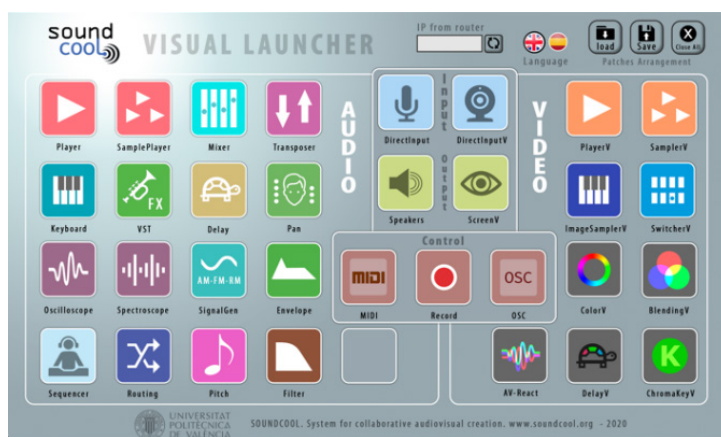


Figura 1. Interfaz del sistema Soundcool donde se presentan todos los módulos del sistema.

El sistema se ejecuta en un ordenador central que actuará como anfitrión, y los módulos se controlan a través de una aplicación instalada en dispositivos móviles y/o tabletas digitales. Este tipo de control es el que fomenta el trabajo colaborativo a la hora de crear o interpretar una obra musical, ya que cada usuario, con su dispositivo, controla alguno de los módulos necesarios para la reproducción de una obra.

3. CREACIÓN SONORA Y COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS/AS: PROYECTOS COLABORATIVOS CON SOUNDPOOL

En octubre de 2022 se realizan varios talleres de composición colaborativa dentro de la asignatura “Creación Artística y Cultura Visual y Musical”, perteneciente al tercer curso del Grado de Educación Primaria en la UVa. El estudiantado elaboró creaciones sonoras inspiradas en diversas obras plásticas. Fruto de esta iniciativa, se crea el PID *Creación sonora y competencias transversales en la formación de maestros/as: proyectos colaborativos con Soundcool*.

Partiendo de los resultados obtenidos en la UVa, nace la propuesta de realizar un taller con alumnos de las dos líneas (A y B) de sexto curso de primaria del Colegio Guillem Fortuny de Cambrils (Tarragona), institución de titularidad pública que depende del Departamento de Educación de la Generalitat de Catalunya. Este colegio cuenta con un proyecto artístico donde se estimulan los procesos cognitivos, sensomotrices y socioemocionales de los alumnos. Otra característica del centro es la importancia que da al uso de las nuevas tecnologías, disponiendo de un amplio conjunto de ordenadores, pantallas y tabletas digitales para ser usados por el alumnado.

4. EXPERIENCIA EN EL AULA

Se diseñaron tres sesiones de trabajo en horario lectivo, dos en modalidad on-line y una presencial, contando con la presencia de la especialista de música y una colaboradora externa que había implementado los talleres en UVa.

La primera sesión, a distancia, comenzó con la escucha de una obra, *Abbá*, creada con Soundcool. Dicha obra está compuesta por seis sonidos: dos producidos por instrumentos musicales y cuatro por material de oficina, con los que se crearon bucles sonoros (en adelante loops). Durante la reproducción, y como estrategia

para fomentar la escucha activa, el alumnado elaboró imágenes, dibujos y símbolos de aquello que la música les sugería para, una vez acabada la audición, poner en común todo lo vivido y sentido. Al finalizar la audición se escucharon los sonidos que componían la obra de manera individual, y se les invitó a adivinar con qué materiales habían sido realizados.

Como segunda actividad de esta sesión el alumnado escuchó cinco creaciones sonoras realizadas por el estudiantado de la UVa cada una de ellas inspirada en una obra plástica. Mediante una ficha Live Worksheets (Fig. 2) niños y niñas realizaron el emparejamiento de cada audio con la imagen que mejor lo representaba. Al finalizar se les reveló la intención original de los creadores y se comparó con los resultados propios, llegando a una reflexión conjunta acerca de la subjetividad en el arte y su interpretación.

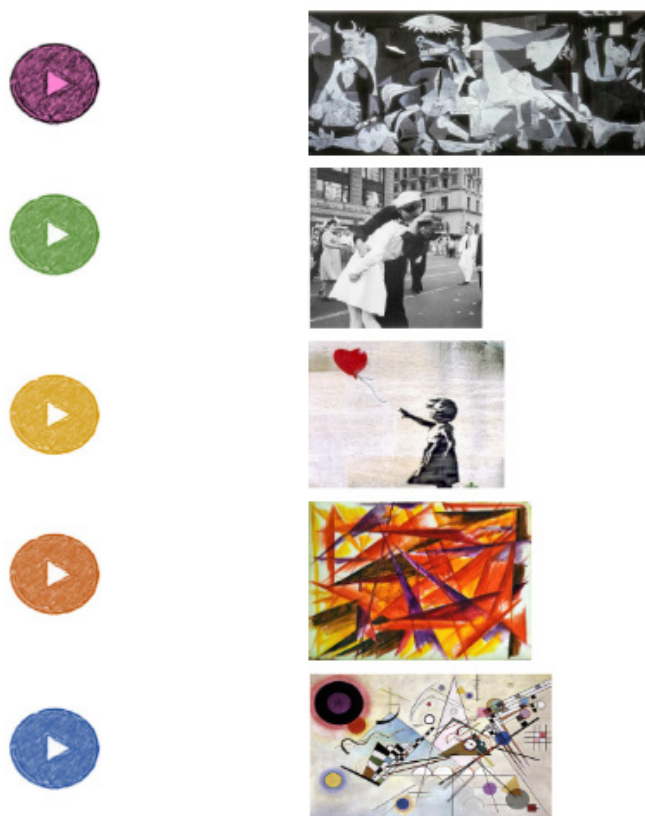


Figura 2. Ficha del Live Worksheet.

Esta actividad queda enmarcada en el currículo en la Competencia Específica 3 “*Experimentar y crear con las posibilidades del sonido, la imagen, el cuerpo y los medios digitales y multimodales, mediante actividades y experiencias que incorporen el aprendizaje autoregulado para expresar y comunicar conocimientos, ideas, sentimientos y emociones*”, dentro del Decreto 175/2022 de 27 de septiembre, de ordenación de la Educación Primaria del Departament d’Ensenyament de la Generalitat de Catalunya,

La segunda sesión, presencial, proponía la creación de una obra sonora con dos de los loops utilizados en la obra Abbá, que se escuchó y analizó en la primera sesión. Cada uno de estos loops sería manipulado mediante dos módulos diferentes de Soundcool. El hecho de que algunos de los módulos utilizados no controlaran directamente la reproducción de los loops afectó el desarrollo de la actividad. Los equipos necesitaron ayuda para poder iniciar la reproducción, lo que generó un ambiente de confusión y desmotivación. Por esta razón se replanteó la actividad añadiendo hasta seis loops al arreglo, lo que permitió que cada participante del equipo controlara un loop con su tableta digital (Fig. 3).

Las instrucciones para iniciar la actividad fueron: asignar un módulo a cada participante del equipo, registrar las modificaciones que realizaría sobre el sonido y decidir el momento de la obra en el que participaría. Esta información debía reflejarse en una tabla (Fig. 4), explicando primero cómo habían decidido distribuirse los roles dentro del equipo, y si la composición explicaba una historia o situación, o si lo habían hecho de manera libre.



Figura 3. Equipo de alumnos trabajando en su composición durante la sesión presencial.

Esta actividad trabaja la Competencia específica 4 “Diseñar, elaborar y difundir creaciones culturales y artísticas colaborativas, asumiendo diferentes roles, poniendo en valor el proceso, para desarrollar la creatividad, el sentido de pertenencia y llegar a un resultado final.”, del mismo Decreto antes mencionado.

Grup: POR/TERÇA	Player 1: MARTINA	Player 2: FIONA	Player 3: CARMEN	Player 4: BLANCA	Player 5: ONEL	Player 6: -
So	ARPA	MARIMBA	PICCOLO	PERCUSIÓ	TROMBONS	-
Velocitat	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	-
Direcció	⤵	⤵	⤵	⤵	⤵	-
Loop	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	LOOP SÍ	-
Dinàmica						-

Velocitat: *a tempo* (x1), *ritardando* (x0), *accelerando* (x2)

Direcció:

Loop:

Dinàmica: *p mf f*

Figura 4. Tabla de registro de las funciones y modificaciones de cada participante.

5. RESULTADOS

Al finalizar las sesiones, se recogieron dibujos inspirados en la audición de *Abbá*. Algunos de los dibujos fueron explicados por sus creadores, poniendo en práctica competencias de expresión oral, así como de pensamiento crítico, en un proceso de autoevaluación. Como resultado de la actividad de escucha de las creaciones de estudiantes de la UVa, el alumnado de primaria llegó a reflexionar sobre la interpretación de una obra de arte, y sobre cómo el arte puede acoger diferentes miradas, siendo un medio de expresión incluyente.

En la segunda sesión, después de replantear la actividad, los equipos trabajaron de manera colaborativa, asumiendo, sin mediación de la maestra o tallerista, los roles necesarios para organizar el trabajo, alcanzando el objetivo común de presentar a su clase una creación sonora. Dichas creaciones fueron presentadas por un integrante del equipo y, seguidamente, interpretadas en vivo.

El alumnado trabajó durante las dos sesiones demostrando competencias de escucha activa, flexibilidad, capacidad para seguir instrucciones en las actividades guiadas, así como de trabajo autónomo en aquellas planteadas como colaborativas.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Durante la realización de esta experiencia, sorprendió la espontaneidad, participación y creatividad del alumnado, así como el diálogo que surgió entre ellos y ellas.

Los momentos de reflexión grupal evidenciaron cómo una experiencia de composición colaborativa en el aula de primaria promueve el desarrollo de competencias básicas en el alumnado.

En estas dos sesiones, y como primera toma de contacto con el Sistema Soundcool, se optó por explorar la manipulación de sonidos previamente grabados y preparados para la actividad. En una futura tercera sesión el alumnado grabará sonidos, involucrándose, no sólo en el tipo de manipulación efectuada al sonido, sino también en la toma de decisiones estéticas sobre el material sonoro a utilizar.

7. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al equipo directivo, personal docente, de apoyo y administrativo del Colegio Guillem Fortuny por su implicación durante el desarrollo de las sesiones. Así mismo al equipo de trabajo del PID *Creación sonora y competencias transversales en la formación de maestros/as: proyectos colaborativos con Soundcool*, de la Universidad de Valladolid, en colaboración con la Universitat Politècnica de València y la Universidad de las Artes de Guayaquil, Ecuador.

8. REFERENCIAS

- Bauer, W. I. (2020). *Music Learning Today: Digital Pedagogy for Creating, Performing, and Responding to Music*. Oxford University Press.
- Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació de l'educació primària. Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (2009). An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365-379.
<https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
- Kaschub, M. y Smith, J. (2009). *Minds on Music: Composition for Creative and Critical Thinking*. Rowman & Littlefield Education.
- Sastre, J., Cerdà, J., García, W., Hernandez, C. A., Lloret, N., Murillo, A., Picó, D., Serrano, J. E., Scarani, S., y Dannenberg, R. B. (2013). New Technologies for Music Education. In *2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education* (pp. 149-154). IEEE. 10.1109/ICeLeTE.2013.6644364
- Sastre, J., Murillo, A., Carrascosa, E., García, R., Dannenberg, R. B., Lloret, N., Morant, R., Scarani, S., y Muñoz, A. (2015). Soundcool: New Technologies for Music Education. *International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI)*, 5974-5982.
- Scarani, S., Muñoz, A., Sequera, J., Sastre, J., y Dannenberg, R. B. (2019). Software for Interactive and Collaborative Creation in the Classroom and Beyond: And Overview of the Soundcool Software. *Computer Music Journal*, 43(4), 12-24. https://doi.org/10.1162/comj_a_00534

PROGRAMANDO EL FUTURO: UNA EXPERIENCIA STEAM CON ROBÓTICA EDUCATIVA EN EDUCACIÓN INFANTIL PARA POTENCIAR HABILIDADES COGNITIVAS

D ÁLVAREZ-IBÁÑEZ
Universidad de Burgos
dxi1001@alu.ubu.es

Abstract

An educational STEAM experience is presented in Early Childhood Education using robotics as a learning tool. An extracurricular activity is developed with children aged 3 to 6 to improve computational thinking, spatial orientation, and abstraction skills. The students are motivated when using robots in the classroom, which favors cognitive development. The use of robotics in education helps to develop cognitive and emotional skills, improving academic performance and the general well-being of children. This educational experience shows that robotics is beneficial for students in the early stages of education.

Keywords

Blue-bot, Early Childhood Education, mind designer robot, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

La educación STEAM se ha convertido en un enfoque educativo muy popular en los últimos años, especialmente en la etapa de Educación Infantil. (Yakman, 2008). STEAM es un acrónimo que significa (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), y se utiliza para describir una forma de enseñanza que integra estas áreas de manera interdisciplinar. El objetivo de la educación STEAM es enseñar a los niños y niñas a pensar de manera crítica y creativa, a resolver problemas complejos y a adquirir habilidades técnicas en un mundo cada vez más tecnológico (Bers, 2018).

La robótica es una herramienta muy útil en la educación STEAM, tal y como afirman autores como Stohlmann et al. (2012) ya que permite a los niños y niñas aprender de manera lúdica y atractiva. La programación de robots, por ejemplo, puede ayudar a los niños a desarrollar habilidades de pensamiento computacional y a mejorar su orientación espacial. Además, la robótica puede fomentar la creatividad y la imaginación de los niños y niñas al permitirles diseñar y construir sus propios robots (Acuña, 2006).

En particular, la robótica se ha convertido en una herramienta muy útil en la Educación Infantil. Esta permite al alumnado aprender a la vez que fomenta su creatividad y su imaginación (Eguchi, 2014). Además, la robótica puede ayudar a desarrollar habilidades de pensamiento computacional, orientación espacial y capacidad de abstracción. Los robots diseñados específicamente para niños y niñas, como el “blue-bot” y el “mind designer robot”, son fáciles de programar y permiten una interacción física, lo que los hace muy atractivos para la enseñanza de STEAM en la Educación Infantil (Ricart-Aranda et al., 2019).

2. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD EXTRAESCOLAR CON BLUE-BOT Y MIND DESIGNER ROBOT EN EDUCACIÓN INFANTIL

Los objetivos que se buscan alcanzar a través de la utilización de la robótica con blue-bot y mind designer robot en Educación Infantil son:

1. Incorporar la robótica educativa como herramienta eficiente y motivadora para el aprendizaje significativo de áreas científicas y tecnológicas.
2. Fomentar la creatividad e imaginación de los niños en la Educación Infantil a través de proyectos robóticos educativos y actividades que promuevan la expresión creativa y la resolución de problemas.
3. Desarrollar el pensamiento computacional, la percepción espacio-temporal y el orden de acciones en los niños a través de la programación y el uso de robots en la Educación Infantil.

3. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD EXTRAESCOLAR CON BLUE-BOT Y MIND DESIGNER ROBOT EN EDUCACIÓN INFANTIL

El desarrollo de esta actividad extraescolar surgió de la necesidad de acercar la robótica al alumnado de Educación Infantil, ya que esta es el presente y futuro de la sociedad actual.

Esta actividad se desarrolla en un centro concertado de la ciudad de Burgos, España. la actividad se lleva a cabo una vez por semana en sesiones de una hora.

En concreto, 12 alumnos participan en esta actividad, los cuales tienen una edad comprendida entre los 3 y los 6 años. Esto plantea un reto para el docente, ya que debe adaptar las propuestas didácticas a las características individuales de cada discente.

Algunas de las estrategias metodológicas empleadas son el aprendizaje cooperativo que proponen autores como Zariquiey (2016), dónde los docentes se benefician de la heterogeneidad del grupo para que todos los alumnos y alumnas aprendan en función de sus capacidades (Fig. 1).



Figura 1. Desarrollo de la actividad con tablero azul y mind designer robot.

3.1. Estructura de las sesiones

Para llevar a cabo las sesiones se sigue una estructura determinada.

Se comienza realizando una asamblea en la que se explica al alumnado las diferentes actividades que se van a desarrollar. También, se abordan los contenidos específicos para esa sesión. Por ejemplo, si se va a utilizar un tablero que contiene diferentes frutas, se repasan sus grafías antes de realizar la actividad (Fig. 2).

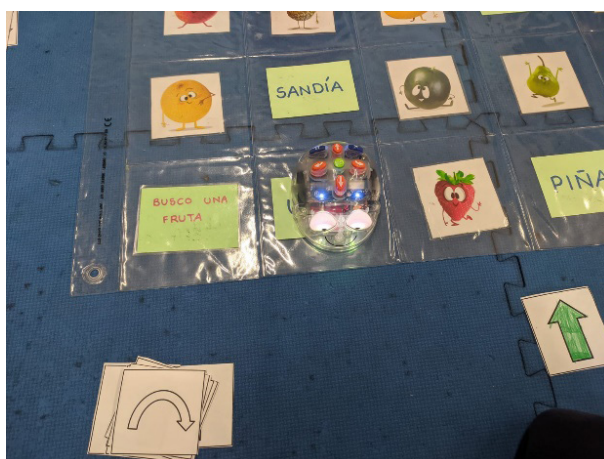


Figura 2. Tablero con dibujos y grafías de frutas.

Una vez que ya se han explicado las actividades, se divide a la clase en dos grupos heterogéneos de 6 alumnos y alumnas, donde luego trabajarán en parejas. En este caso, uno de los grupos utilizará el blue-bot y el otro grupo el mind designer robot (Fig. 3-4).



Figura 3. Mind designer robot.



Figura 4. Blue-bot.

La principal diferencia entre la utilización de estos robots es que el blue-bot se utiliza de manera remota con un iPad, mientras que el mind designer robot requiere que el alumnado presione físicamente los botones (Fig. 5).



Figura 5. Uso del blue-bot de manera remota con el iPad.

Durante el desarrollo de la sesión el docente cumple la función de guía y dinamizador del aprendizaje, ayudando al alumnado cuando lo necesita y proponiendo diferentes retos y actividades para que hagan con los robots.

Se finaliza con una puesta en común, donde se comentan las dificultades, aprendizajes e inquietudes que sean detectado durante el uso de los robots.

4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE STEAM CON ROBÓTICA

La actividad extraescolar de aprendizaje STEAM con robótica, se lleva realizando desde el curso 2021-2022. Esto ha permitido observar la progresión del alumnado a lo largo del tiempo.

Al inicio del curso el alumnado que aún no ha trabajado con los robots desconoce su funcionamiento y necesita de unas cuantas sesiones para comprender las mecánicas básicas de uso. En esta primera toma de contacto es de gran utilidad contar con la ayuda de los alumnos y alumnas que ya han trabajado con robots, debido a que pueden guiar a los principiantes.

Una vez comprendida la mecánica básica de la programación con los robots, el alumnado comienza programando utilizando tarjetas que indican los movimientos que va a seguir el robot. De esta manera ellos van guiando al robot paso a paso lo cual les permite controlar mejor sus movimientos.

Conceptos como la rotación son adquiridos y comprendidos por el alumnado, ya que el robot se desplaza hacia adelante y si se quiere que gire hacia alguno de los lados antes debe rotar sobre su propio eje.

De manera progresiva se van aumentando el número de instrucciones que se introducen en el robot. Pasando de una programación paso a paso, a una programación de dos o tres órdenes que el robot ejecutará directamente.

Uno de los hitos que alcanza el alumnado con el paso de los meses, es la capacidad de programar de manera abstracta, es decir, sin utilizar las tarjetas que indican los movimientos del robot.

Llegados a este punto, para que el uso de blue-bot y mind designer robot supongan un verdadero reto para el alumnado más avanzado, se plantean retos donde se debe desplazar al robot de un punto A un punto B. Eso sí, dando una serie de condiciones que aumenten la dificultad, por ejemplo: la utilización de obstáculos, la obligación de pasar por determinadas casillas o la realización de pequeños ejercicios lógicos.

5. CONCLUSIONES

Como conclusión, a lo largo de esta experiencia STEAM con los robots blue-bot y mind designer robot, se ha observado una adquisición parcial o completa de los objetivos que se plantearon al inicio.

Sin lugar a duda, se ha conseguido mejorar sustancialmente la orientación espacial del alumnado a través de la robótica, ya que son capaces de programar las órdenes que debe seguir el robot para cumplir el objetivo que se les plantea.

La capacidad de programar y la orientación espacial están estrechamente vinculadas con la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, las cuales permiten al alumnado aplicar los aprendizajes adquiridos en la vida real.

Otro de los aspectos donde se ha observado un gran beneficio es en la creatividad aplicada a la capacidad de resolver problemas.

Finalmente, destacar la gran motivación que tienen los niños y niñas por aprender utilizando la robótica. Esto demuestra que la educación STEAM es altamente beneficiosa para los niños desde edades tempranas y se presenta como una oportunidad única para preparar a los niños y niñas para el mundo futuro, donde las habilidades tecnológicas y científicas serán cada vez más importantes.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a María José, maestra que imparte la actividad extraescolar de robótica con blue-bot y mind designer robot, ya que sin su colaboración esto no hubiese sido posible.

7. REFERENCIAS

- Acuña, A. (2006). Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina. En *II Jornada de Informática Educativa y Tecnología Educativa*. Santa Ana de Coro: Fundación Omar Dengo.
- Bers, M.U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. New York, NY: Routledge press.
- Eguchi, A. (2014). *Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation. Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*.

- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. En M.J de Vries (Ed.), *PATT-17 and PATT-19 Proceeding* (pp. 335-358). Reston, V. A.: ITEEA.7.
- Ricart-Aranda, M., Estrada-Roca, M., y Margalef-Martí, M. (2019). Idoneidad didáctica en educación infantil: matemáticas con robots Blue-Bot. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 8(2), 150-168. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v8i2.11589>
- Stohlmann, M., Moore, T.J., y Roehrig, G.H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Zariquiey, F. (2016). Cooperar para aprender: Transformar el aula en una red de aprendizaje cooperativo. *SM*.

APRENDIENDO INFORMÁTICA BÁSICA A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL

D CHECA

Departamento de ingeniería informática. Universidad de Burgos, España
dcheca@ubu.es

Abstract

PC Virtual LAB es un juego educativo en realidad virtual que ha sido desarrollado para mejorar el éxito en el aprendizaje de la informática básica. En las clases de informática, es poco común realizar ejercicios prácticos con los componentes de un ordenador debido a los costos que implica permitir que los alumnos abran un ordenador, extraigan componentes o los sustituyan. En la primera etapa de este videojuego, los estudiantes pueden comprender mejor la función y las características principales de los componentes de un ordenador. Estos conceptos son relevantes en distintas asignaturas de informática o TICs que se encuentran en la ESO, Formación Profesional, Bachillerato, así como en los primeros cursos de distintas titulaciones universitarias en ingeniería y ciencias sociales. Con este juego educativo de realidad virtual, los estudiantes pueden “hacer” en lugar de limitarse a observar, lo que les permite aprender de manera experimental y avanzar a su propio ritmo. Además, el uso de la realidad virtual despierta un mayor interés y compromiso en comparación con los entornos de aprendizaje convencionales.

Keywords

Realidad virtual, juegos educativos, gamificación, aprendizaje autónomo.

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura de informática puede resultar difícil de superar para muchos estudiantes debido a la diversidad de sus contenidos y al alto nivel de complejidad que ha alcanzado en las últimas décadas. Uno de los temas iniciales que se aborda en estas asignaturas es el conocimiento de los componentes físicos de un ordenador, incluyendo su funcionalidad, unidades de medida y variación dependiendo del uso final del equipo. En la actualidad estos conceptos se presentan a través de imágenes, tablas y esquemas, y generalmente los estudiantes no tienen la oportunidad de realizar ejercicios prácticos sobre estos contenidos debido al coste que implicaría el acceso a todos estos componentes de un ordenador. Sin embargo, su aprendizaje mediante juegos educativos en realidad virtual puede ser una herramienta dinámica y atractiva con gran potencial para superar estas limitaciones.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En la actualidad, la realidad virtual inmersiva (iVR) experimenta un auge significativo. Si bien, la tecnología de realidad virtual se utiliza desde finales de los años 50, su adopción masiva ha estado limitada debido a su elevado coste económico (Jensen y Konradsen, 2018). Sin embargo, con la aparición de herramientas de software y hardware asequibles en el mercado, ha abierto nuevas oportunidades para la educación. En este sentido, diversos estudios sugieren que el uso de iVR en la formación y la educación puede generar mayor interés en el aprendizaje (Checa y Bustillo, 2020a) y ayudar a comprender mejores conceptos complejos (Checa y Bustillo, 2020b).

La iVR posee una gran ventaja frente al aprendizaje tradicional: su potencial para generar mayores niveles de motivación y compromiso en los estudiantes (Radianti et al., 2020). Estos mismos estudios evidencian que la iVR promueve diversos tipos de aprendizaje, entre ellos “comprender” (capacidad de interpretar, ejemplificar, clasificar, inferir, comparar y explicar conceptos complejos, y “recordar”, (capacidad de reconocer e identificar información previamente aprendida). La iVR resulta especialmente beneficiosa en la adquisición de habilidades de reconocimiento visual, ya que se ha demostrado que los estudiantes tienen un mejor desempeño en este tipo de tareas en entornos de iVR en comparación con los enfoques tradicionales (Checa et al., 2021). En consecuencia, la iVR se presenta como una tecnología que permite aprender con experiencias de

aprendizaje inmersivas y altamente interactivas, en las que el alumno se convierte en el protagonista y puede experimentar situaciones y escenarios que de otra manera serían imposibles. Además de una forma de aprendizaje más dinámica y entretenida, lo que puede incentivar al estudiante a explorar y profundizar en los temas que se le presentan.

3. APRENDIENDO INFORMÁTICA BÁSICA A TRAVÉS DE LA REALIDAD VIRTUAL

PC Virtual LAB es un juego educativo en realidad virtual que ha sido desarrollado para mejorar el éxito en el aprendizaje de la informática básica. Este juego educativo en iVR se muestra como una herramienta para mejorar el aprendizaje de manera autónoma y complementar la teoría vista en el aula. La creación de este juego educativo en realidad virtual se basa en la premisa de que el verdadero potencial de la iVR radica en el “aprendizaje a través de la práctica”, algo muy difícil de lograr en los entornos de enseñanza tradicionales. En este juego, el alumno se involucra de forma realista en la experiencia y, al mismo tiempo, se divierte, lo que le permite reflexionar y aprender de sus errores sin correr ningún riesgo. Además, el juego se adapta al ritmo de aprendizaje del alumno. En la figura 1 puede verse a un alumno utilizando este juego educativo en realidad virtual.



Figura 1. Alumno interaccionando con el juego educativo en realidad virtual PC Virtual LAB.

El juego educativo se diseñó siguiendo tres teorías de aprendizaje y un modelo educativo a medida para la realidad virtual inmersiva (Dale, 1946; Dalgarno y Lee, 2010; Pritchard, 2017; Zhou et al., 2018). El juego está en fase de prototipo y disponible para su descarga gratuita con una licencia CC-BY-NC en la web: <https://3dubu.es/simulador-montaje-ordenador>

El juego ya se utiliza en diversos entornos educativos, en particular en cursos de formación profesional. En la Figura 2 se puede ver que más de 16000 usuarios únicos ya han utilizado el juego educativo.



Figura 2. Analíticas del uso del juego PC Virtual LAB.

Para validar la usabilidad y capacidad de mejorar el aprendizaje de este juego educativo en realidad virtual se desarrolló un estudio en el que participaron 14 alumnos (11 hombres y 3 mujeres) estudiantes del grado superior en Administración de Sistemas Informáticos en Red. En primer lugar, se realizó un pretest antes de

la experiencia de aprendizaje, la cual consistió en jugar el juego educativo en realidad virtual. Después de la experiencia, los estudiantes evaluaron la satisfacción y usabilidad del juego. Finalmente, se realizó un post-test una semana después para evaluar los conocimientos adquiridos.

Los estudiantes obtuvieron un promedio de 8.6 puntos en el pretest. En el post-test, obtuvieron una media de 6.77 sobre 10, lo cual es relativamente esperable ya que la prueba era más compleja que la anterior del pretest.

Los aspectos que se midieron en la encuesta de usabilidad y satisfacción fueron: engagement, presencia, flow, inmersión y habilidad. Engagement se refiere a la concentración y participación en una tarea o experiencia, lo cual se relaciona con un aprendizaje adaptativo. Los alumnos otorgaron una puntuación de 8.41 en este aspecto. Presencia se refiere a la sensación de estar en el mundo virtual, y los alumnos concedieron una puntuación de 7.85. Flow se refiere al estado psicológico óptimo en el que una persona se encuentra inmersa, concentrada y disfrutando de la actividad que realiza. Los alumnos confirieron una puntuación de 7.09 en este aspecto. Respecto a la inmersión, se refiere a lo “sumergido” que se siente el usuario en el entorno de realidad virtual, y los alumnos otorgaron una puntuación de 8.09. Finalmente, skill se refiere a la capacidad adquirida por el usuario al dominar su actividad en el entorno de realidad virtual, y los alumnos promediaron una puntuación de 8.53.

4. CONCLUSIONES

Esta investigación ha presentado el juego PC Virtual LAB, desarrollado para mejorar la enseñanza de conceptos básicos de informática. El juego se diseñó como un entorno de aprendizaje práctico para aumentar el interés de los estudiantes. Se llevó a cabo un estudio con un total de 14 participantes para validar tanto la usabilidad como la capacidad del juego para mejorar el aprendizaje. Los resultados mostraron que los participantes tenían una buena comprensión de los conocimientos sobre equipos informáticos y disfrutaron mucho de la experiencia. Además, los resultados del post-test mostraron una mayor comprensión del temario después de participar en la experiencia. Estos hallazgos sugieren el gran potencial de los juegos educativos de RV para mejorar la satisfacción con el contenido educativo de los estudiantes, mejorar el aprendizaje teórico así como la conexión entre diferentes conceptos. En el futuro, se seguirá desarrollando este juego educativo en iVR con mejoras en la interactividad, la gamificación y una estructura que ofrezca métodos de evaluación integrados y fiables.

5. REFERENCIAS

- Checa, D. y Bustillo, A. (2020a). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9–10), 5501–5527. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>
- Checa, D. y Bustillo, A. (2020b). Advantages and limits of virtual reality in learning processes: Briviesca in the fifteenth century. *Virtual Reality*, 24(1), 151–161. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00389-7>
- Checa, D., Miguel-Alonso, I., y Bustillo, A. (2021). Immersive virtual-reality computer-assembly serious game to enhance autonomous learning. *Virtual Reality*. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00607-1>
- Dale, E. (1946). *Audiovisual Methods in Teaching*. Third Edition. In NY : Dryden Press.
- Dalgarno, B. y Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1). <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- Jensen, L. y Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23(4). <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Pritchard, A. (2017). *Ways of learning: Learning theories for the classroom*. Routledge.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., y Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Zhou, Y., Ji, S., Xu, T., y Wang, Z. (2018). Promoting Knowledge Construction: A Model for Using Virtual Reality Interaction to Enhance Learning. *Procedia Computer Science*, 130, 239–246. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.035>

APRENDIZAJE A TRAVÉS DE RETOS DE ECONOMÍA CIRCULAR

D QUEIRUGA¹, P MONTAÑÉS MURO¹, DAVID CENICEROS ARANSAY²

¹Universidad de La Rioja. Logroño, España

²TheCircularLab (Ecoembes), La Rioja, España

dolores.queiruga@unirioja.es

Abstract

Comportamiento Organizativo es una asignatura que trata sobre el factor humano en las organizaciones. Para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje se les lanzan cinco retos relacionados con la Economía Circular, en los que los alumnos/as deben aplicar los conocimientos de la asignatura. Por ejemplo, trabajan en equipo aplicando técnicas de creatividad; evalúan su comportamiento como miembro del grupo y como líder y sacan conclusiones. Después de realizar los cinco retos, se invita a clase al especialista en innovación de CircularLab (laboratorio de Economía Circular). Él explica cómo trabajan y escucha cómo han resuelto los retos.

Keywords

Economía Circular, retos, trabajo en equipo

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del Espacio Europeo de Educación Superior es involucrar al estudiante en el proceso de aprendizaje. En los últimos años se han desarrollado multitud de nuevas metodologías que han tratado de favorecer este proceso, siempre teniendo en cuenta las características del alumnado y de la asignatura a impartir.

Los estudiantes universitarios actuales pertenecen a la Generación Z, una generación caracterizada por la inmediatez, rapidez y el uso de multipantalla. Es necesario tenerlo en cuenta a la hora de diseñar las metodologías docentes, ya que no se pueden basar en lecciones magistrales, sino en la participación activa del estudiante.

La asignatura en la que vamos a realizar la actividad propuesta, es *Comportamiento Organizativo*. Una asignatura de primer curso que comparten distintas titulaciones: el Grado en Administración y Dirección de Empresas, el Grado en Recursos Humanos y Relaciones Laborales, el Grado en Derecho y el Grado en Trabajo Social. Los contenidos de la asignatura están relacionados con el factor humano en las organizaciones (por ejemplo, trabajo en equipo, creatividad, liderazgo, negociación o gestión del cambio). El objetivo de la actividad propuesta es mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal manera que solo estudien una serie de conceptos o teorías, sino que sean protagonistas de ellos. Nuestra propuesta consiste en la realización de una actividad en la que colaboran con la realidad de las organizaciones, aplicando los conocimientos de la asignatura.

2. EL DESARROLLO INTEGRAL DEL ALUMNADO Y SU PARTICIPACIÓN EN EL BIEN SOCIAL

La agenda mundial para el desarrollo sostenible 2030 refleja la importancia de una respuesta apropiada desde nuestras instituciones educativas para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible contemplados en la Agenda 2030. “Los sistemas educativos tienen que responder a esta necesidad a la hora de definir los objetivos y contenidos de aprendizaje pertinentes, introduciendo pedagogías que empoderen a los alumnos e instando a las instituciones a incluir los principios de sostenibilidad en sus estructuras de gestión” (ONU, 2017, p. 1). La universidad, como agente educativo y socializador, desempeña un papel crucial en la formación de ciudadanos/as socialmente responsables, a través de sus funciones en docencia, investigación y transferencia. El objetivo 4 de los ODS “Educación de calidad” tiene como meta para 2030 “asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre

otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible” (meta 4.7). Por lo tanto, las universidades, desde sus contenidos académicos podrían incorporar como objetivos transversales los ODS de la Agenda 2030.

3. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA COMPORTAMIENTO ORGANIZATIVO

Comportamiento Organizativo es una asignatura de carácter obligatorio en distintas titulaciones de la Universidad de La Rioja. En ella se examina el comportamiento humano en las organizaciones en tres niveles: individual, grupal y organizacional. Se dota al alumnado de conocimientos teórico-prácticos sobre liderazgo, motivación, creatividad, conflicto, trabajo en equipo y negociación.

Los objetivos de las organizaciones se apoyan en el triple balance: económico, social y ambiental. Para que la formación en estos ámbitos sea sobre la realidad de las organizaciones y se produzca un aprendizaje práctico, desde esta asignatura se plantea trabajar a través de su contenido y fomentando las competencias que deben desarrollar el alumnado. En concreto, se trabaja el Objetivo 12 de la Agenda 2030, Producción y consumo responsable, ya que “...Ahora más que nunca, la educación tiene la responsabilidad de estar a la par de los desafíos y las aspiraciones del siglo XXI, y de promover los tipos correctos de valores y habilidades que llevarán al crecimiento sostenible e inclusivo y a una vida pacífica juntos” (Irina Bokova, Directora General de UNESCO)

4. LA ECONOMÍA CIRCULAR DE LOS ENVASES

Ecoembes es una organización sin ánimo de lucro que gestiona el reciclaje de los residuos que se depositan en el contenedor amarillo y azul. Para poder dar una mejor respuesta a la Economía Circular de los envases, Ecoembes creó el TheCircularLab en La Rioja, el primer laboratorio de Economía Circular de Europa. En él, recién egresados y jóvenes empresarios investigan sobre cuatro líneas fundamentales: el ecodiseño, en concreto, el desarrollo de herramientas para el ecodiseño de envases, el desarrollo de nuevos materiales y la optimización de flujos circulares; el emprendimiento, facilitando el crecimiento y la colaboración para la economía circular de los envases a través de las startups; el área ciudadana, que busca el análisis y la sensibilización social de la necesidad de la correcta separación de residuos y Smart Waste, que es la optimización de la gestión de los residuos a través de la tecnología

5. RETOS PROPUESTOS

Se han desarrollado cinco retos en colaboración con TheCircularLab. El objetivo final de estos retos es que el alumnado perciba que su trabajo en equipo puede resultar útil e interesante para la sociedad, el medioambiente y las organizaciones. La tabla 1 muestra los retos que han abordado, su relación con la Economía Circular y con los temas de la asignatura. Tras la resolución de los retos, se analizan en clase de forma conjunta, a través de una serie de preguntas para indagar cómo ha sido el trabajo en equipo, las aportaciones, los roles, los puntos de mejora personales, la satisfacción con la actividad, la utilidad de la actividad y la sensibilización hacia el problema de los plásticos.

Tabla 1. Retos propuestos al alumnado en la asignatura de *Comportamiento Organizativo*.

Retos	¿Qué se trabaja en relación a la Economía Circular?	¿Qué se trabaja en relación a la asignatura?
1. Inventar un juego – acertijo	Sensibilización sobre la necesidad de ecodiseño de los envases	- Trabajo en equipos de diferentes tipos: grandes vs pequeños. de conocidos vs desconocidos. - Creatividad - Comunicación
2. Proponer cómo aumentar el número de envases recogidos en el contenedor amarillo	Mejora de la separación de residuos en contenedor	- Trabajo en equipo - Creatividad. Técnica tormenta de ideas con preguntas. Diseño de un método de elección de propuestas. - Comunicación

Retos	¿Qué se trabaja en relación a la Economía Circular?	¿Qué se trabaja en relación a la asignatura?
3. Escribir una lista de los envases que tiras durante una semana y pensar cómo podrías reducirlo	Reducción de residuos	- Técnicas de creatividad (técnica de la inversión y técnica los cinco porqués de Toyota)
4. Diseñar un anuncio con un vídeo sobre la importancia de separar para reciclar	Sensibilización	- Creatividad - Trabajo en equipo - Barreras de comunicación
5. Resolver mediante negociación un caso de dos empresas que han diseñado un envase ecológico. Llegar a un acuerdo y lograr la aceptación del cambio en la empresa	Importancia de la formación	- Gestión del cambio - Gestión del conocimiento - Negociación

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La realización de estos retos es útil para vincular la formación del alumnado con la realidad de las organizaciones y se produzca un aprendizaje práctico y no solo teórico. Al mismo tiempo, aumenta su consciencia de la importancia de su participación en las necesidades sociales.

El alumnado ha participado en los retos y ha demostrado interés por los resultados y por la visita del experto en innovación del TheCircularLab.

Los retos son una manera de involucrar a los estudiantes en cualquier tipo de asignatura.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la participación del TheCircularLab en la elaboración de los retos y la visita a la clase.

8. REFERENCIAS

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco] (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>

INCORPORACIÓN DE LA NARRATIVA COMO HILO CONDUCTOR PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN BAJO UN ENFOQUE STEAM INTEGRADO EN EDUCACIÓN INFANTIL

E DEL OLMO SÁNCHEZ
Universidad de Burgos, España
1003eds@gmail.com

Abstract

El presente documento pretende aunar las principales claves para llevar a cabo un proyecto de indagación en el aula de educación infantil, siguiendo los procedimientos propios de la indagación utilizando la narrativa como herramienta integradora de conceptos y a su vez llevando a cabo actividades de STEAM integrado en los mismos. Se realiza un recorrido por las diferentes etapas del proyecto llevado a cabo en un aula de 3º de Educación Infantil del Colegio Blanca de Castilla de Burgos, en el cual se fomenta el análisis de la realidad y el pensamiento crítico de los más pequeños.

Keywords

Experimentación, indagación científica, integración de contenidos, narrativa, observación, STEAM.

1. INCORPORACIÓN DE LA NARRATIVA COMO HILO CONDUCTOR PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN LA INDAGACIÓN BAJO UN ENFOQUE STEAM INTEGRADO EN EDUCACIÓN INFANTIL

Especialmente en los últimos cursos de Educación Infantil y los primeros cursos de Educación Primaria, la narrativa representa una potente herramienta para conectar con los alumnos, despertar su interés y captar su atención para llevar a cabo proyectos de diversa naturaleza (Egan, 1998). De este modo, se trabajan las competencias de área de manera globalizada e integrada en experiencias STEAM de manera más motivadora para el alumnado, siendo éste el protagonista de su propio aprendizaje.

La importancia de la narrativa dentro de este proyecto radica en la forma en la que se integran los saberes que se pretende hacer llegar a los alumnos, extrayendo los conceptos principales e integrándolos en los relatos diarios de manera que, en cada sesión, se trabajen de manera secuenciada todos ellos. Una vez finalizado el proyecto aquellos conceptos trabajados por medio del relato en un mapa mental colaborativo.

En el proyecto que nos ocupa, se han respetado las fases propias de la indagación científica, añadiendo elementos relativos a los intereses del alumnado para, de este modo, realizar un aprendizaje significativo, cercano al alumno. Además, de este modo se desarrolla el pensamiento crítico de los alumnos, dentro de un proyecto flexible sujeto a las demandas que se presentan a lo largo del mismo (Nudelman, 2015).

Debido a que la observación y la experimentación han de ser la base del aprendizaje, se considera la indagación científica combinada con los proyectos STEAM, como una manera óptima de hacer llegar el conocimiento a nuestros alumnos, los cuales están implicados a lo largo de todo el proyecto ya que han de identificar fenómenos y sus consecuencias, contrastar resultados y extraer sus propias conclusiones. Hemos de tener presente que, contar con espacios dedicados a la ciencia dentro del aula, es fundamental para despertar en los alumnos el pensamiento crítico, así como el espíritu indagador (Salguero, 2011).

Es por ello por lo que se deben procurar espacios en el aula que inviten a experimentar, observar, crear y de este modo acercar la ciencia y las experiencias STEAM al aula, despertando así la curiosidad y el espíritu indagador de los más pequeños.

2. ¿CÓMO NACE EL PROYECTO?

Por un lado, desde el interés del propio alumnado, en este caso desde la curiosidad de adentrarse en la cultura y tradición de los indios americanos se realizó una selección de las inquietudes que tenían los alumnos para, de este modo, dar paso a plantearse sobre qué íbamos a indagar en cada fase de nuestro proyecto.

Por otro lado, desde la necesidad y compromiso que tenemos como maestros de poner en contacto a los alumnos con la ciencia, enriqueciendo así su aprendizaje y procurando herramientas para que, a posteriori manejen, analicen y solventen diversas situaciones.

Comenzamos nuestro proyecto “presentando la ciencia a través de conceptos muy complejos, pero de un modo simple” (Tonucci, 1995).

3. ¿CÓMO SE PLANTEA Y SE LLEVA A CABO?

Siguiendo la idea de disfrutar de experimentar con la ciencia a cualquier edad presentada en “La maleta de la ciencia” (Roca, 2012) y teniendo en cuenta que el grupo de alumnos utilizan habitualmente estrategias de trabajo cooperativo y cultura de pensamiento en el aula, se integran ambas en el desarrollo del proyecto para respetar en medida de lo posible la dinámica de la clase.

Primeramente, teniendo en cuenta el diseño de los tipis indios, establecemos los aspectos sobre los que queremos indagar. En este caso se plantean los siguientes:

- Temperatura.
- Agua.
- Luz.
- Sonido.

Posteriormente, se selecciona aquellos conceptos que se pretenden introducir en la parte narrativa, los cuales irán unidos a aquellos aspectos sobre los que se va a indagar a continuación durante el proyecto de indagación sobre los indios americanos.

4. ¿CUÁLES SON LAS FASES DE NUESTRA INDAGACIÓN Y EXPERIENCIAS STEAM?

Primeramente, y para introducir a los alumnos al método científico, se explican las fases que vamos a seguir durante el proyecto y las variables que se van a manejar. Para que lo vayan asimilando de una manera más visual, se coloca un panel en el aula el cual podrán consultar en cualquier momento del proyecto y, de la misma manera, se comentará cada día antes de comenzar la correspondiente sesión.

Durante cada una de las sesiones la dinámica es la misma, se repiten las mismas fases (Yulimer, 2013) con diferentes tipos de actividades STEAM e indagatorias dentro de cada una de ellas. Estas fases son las siguientes (Fig. 1):

Focalización: se plantea la situación problema que da pie a realizar una cuestión investigable. En cada una de las sesiones se utilizará la narrativa por medio del relato de creación propia “Los Dorado: aventureros, exploradores y grandes indagadores”, aunando todos los conceptos que se van a desarrollar durante el proyecto.

Exploración: en este momento se plantean las hipótesis y se realiza la actividad STEAM por medio de la cual experimentamos y observamos.

Reflexión: en este momento, tras la recogida de datos y observación del fenómeno se extraen las conclusiones.

Aplicación: es la última fase, en la que el alumnado deja patente el aprendizaje adquirido siendo capaz de aplicarlo a una situación diferente a la planteada de inicio.



Figura 1. Fases de la indagación científica.

5. ¿CÓMO EXPERIMENTAMOS EN CADA UNA DE LAS SESIONES?

Sesión 1: Primeramente, se realiza una primera toma de contacto con el método científico. Realizando una explicación mediante una presentación interactiva adaptada al alumnado se consigue despertar el interés y la motivación para comenzar el proyecto. Conociendo de primera mano la labor de los científicos se consigue implicar y comprometer al grupo en lo que va a comenzar.

Sesión 2: Experiencia STEAM sobre el agua. Tras la narración donde se recoge la situación problema, manejando los diferentes tejidos que utilizaban los indios para construir sus tipis elaboramos embudos que servirán para experimentar, observar, plantear hipótesis y extraer conclusiones sobre qué material no dejaba pasar el agua al interior de sus tipis. Dando de este modo solución al primer problema planteado en la narración (Fig. 2).

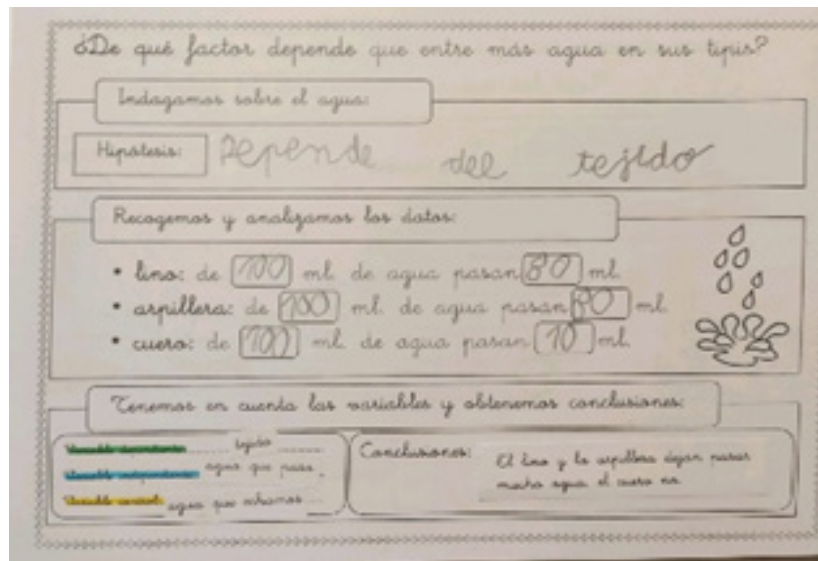


Figura 2. Diario científico sesión “agua”.

Sesión 3: Experimentamos con la temperatura. Tras la narración y el planteamiento de hipótesis, utilizando los mismos tejidos que en la sesión anterior, se elaboran recipientes utilizando esos tejidos como aislante para comprobar cuál de ellos mantiene mejor la temperatura. Como en cada sesión, se recogen todos los datos en el correspondiente diario científico para posteriormente extraer las conclusiones sobre lo observado (Fig. 3-4-5).



Figura 3. Experimentación.



Figura 4. Exploración.

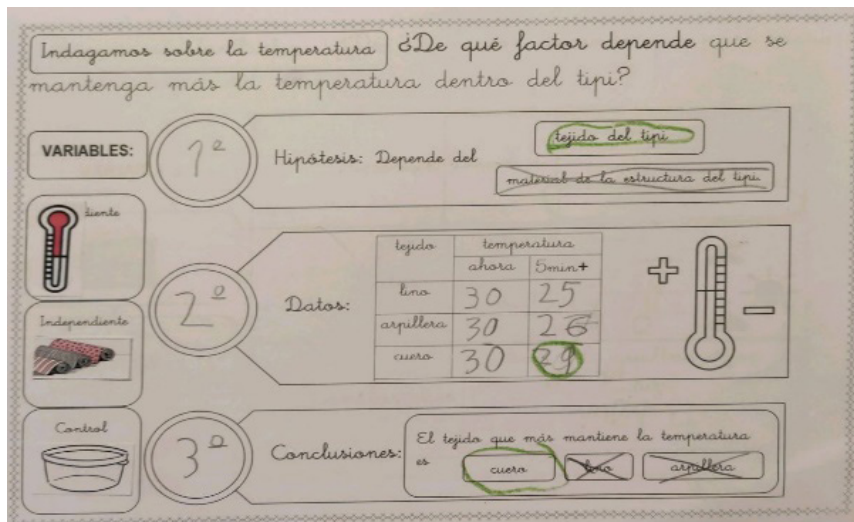


Figura 5. Toma de datos.

Sesión 4: Previamente a la experiencia se elaboran los bastidores para colocar los diferentes tejidos, se realiza la narración la cual incluye la situación problema para extraer la pregunta investigable para plantear las correspondientes hipótesis. A continuación, por medio de un luxómetro se comprueba la intensidad de luz que deja pasar cada uno de los tejidos con los que se trabaja, se recogen los datos y extraen conclusiones (Fig. 6-7).

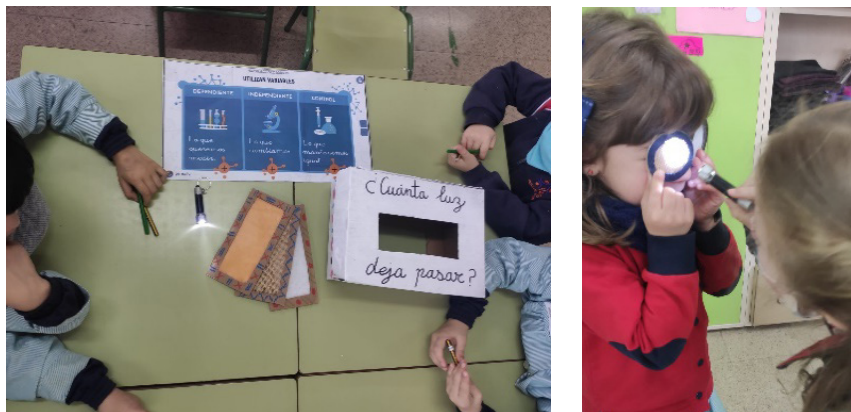


Figura 6. Experimentación.

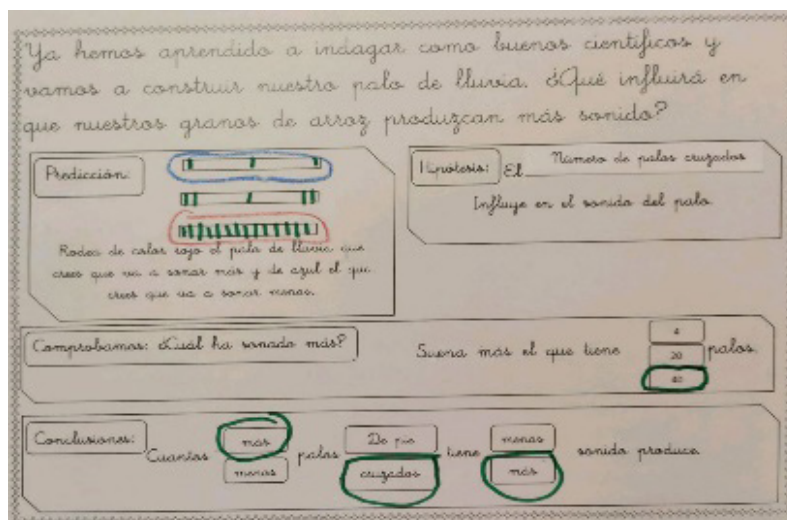


Figura 7. Diario científico.

Sesión 5: En esta ocasión se plantea una sesión menos estructurada que las anteriores, donde es el propio alumnado el que dirige las diferentes fases de la indagación integrando la metodología STEAM durante la misma con la creación de palos de lluvia con diferente número de palos en su interior para indagar sobre la duración del sonido en función del rozamiento.



Figura 8. Experimentación y observación.

Sesión 6: Para finalizar el proyecto, en un mapa mental colaborativo, se recogen los principales aprendizajes realizados durante el mismo y se hace entrega de un diploma por su implicación y dedicación en el proyecto de indagación científica.

6. ¿CÓMO SE REALIZA LA TOMA DE DATOS PARA COMPROBAR NUESTRAS HIPÓTESIS Y EXTRAER CONCLUSIONES?

En cada una de las sesiones los alumnos disponen de un diario científico el cual está pensado y diseñado para que, de una manera adaptada a su edad puedan anotar los datos observados para, posteriormente, corroborar sus hipótesis y sacar sus propias conclusiones.

Los alumnos son los encargados, a lo largo del proyecto, de participar en la elaboración de los instrumentos que se van a utilizar para realizar las indagaciones, aportar ideas y comprobar si son funcionales para el fin que se persigue. Durante todo el proyecto se llevan a cabo actividades STEAM unidas y enfocadas a desarrollar la metodología indagatoria en el aula, medio por el cual los alumnos participan activamente en su propio aprendizaje.

7. ¿CÓMO SE EVALÚA EL PROYECTO?

Se registra la evolución del alumnado por medio de listas de cotejo, así como mediante la observación directa a lo largo del mismo y como autoevaluación final se realiza un panel colaborativo de las conclusiones extraídas de nuestro proyecto (Fig. 9).

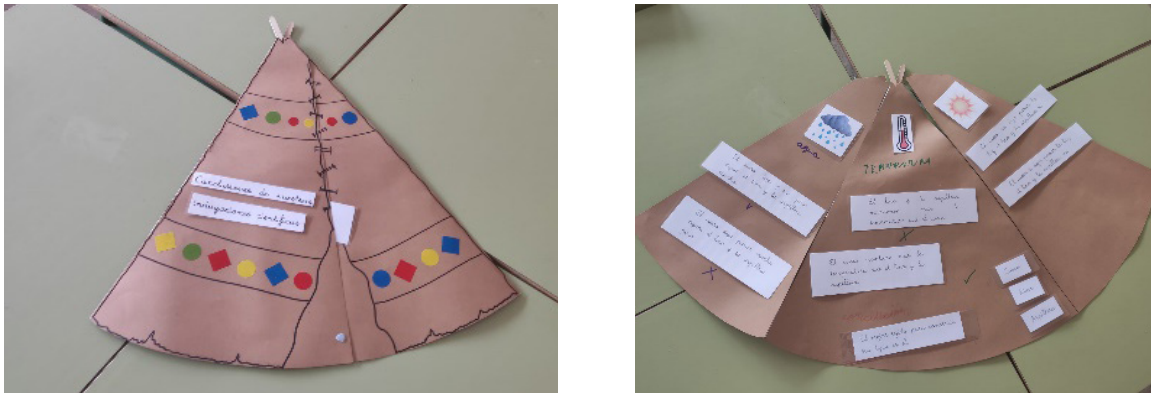


Figura 9. Panel de conclusiones.

Así mismo, tras la recogida de datos mediante las listas de cotejo, se elaborarán gráficas que servirán para observar de manera global la consecución de los ítems fijados al inicio del proyecto por parte del alumnado (Fig. 11-12).

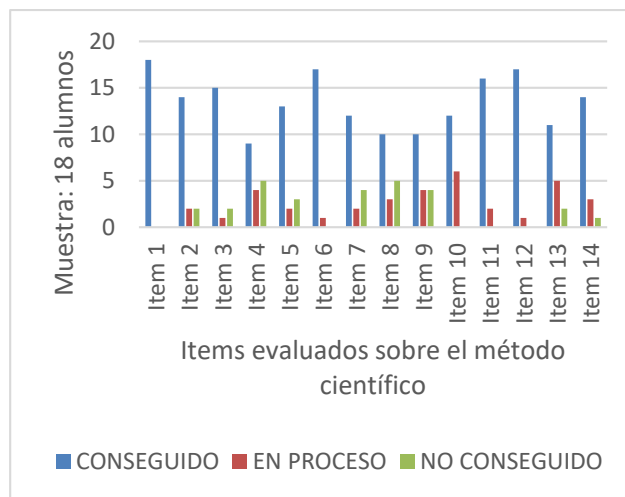


Figura 11. Gráfica inicio del proyecto.

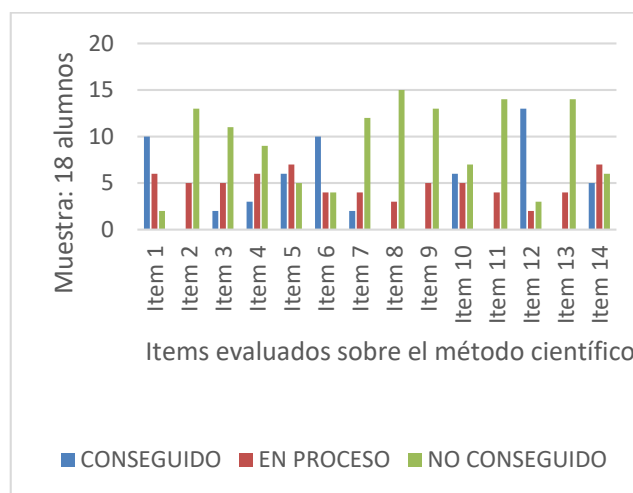


Figura 12. Gráfica fin del proyecto.

8. ¿QUÉ CONCLUSIONES SE EXTRAEN DEL PROYECTO?

Podemos considerar que la introducción de la narrativa como hilo conductor en este tipo de proyectos en los que se aúna la indagación científica y el aprendizaje STEAM favorece la motivación del alumnado, así como la introducción de conceptos de una manera más atractiva y cercana, implicando directamente a los alumnos en el proyecto, del cual se pueden sentir a la vez protagonistas y artífices ya que son parte activa durante la experimentación y observación.

Al trabajar desde la zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1988) los alumnos son capaces de realizar asociaciones entre las ideas previas que poseen y los nuevos conceptos a los que tienen acceso por medio de la experimentación, desarrollando de este modo un verdadero aprendizaje significativo, cercano y útil para todos ellos (Ausubel, 1976).

Por otro lado, al unificar la teoría y la práctica podemos afirmar que se realiza una integración de los aprendizajes, contribuyendo de manera positiva a una alfabetización científica del alumnado desde edades tempranas.

Presentar la ciencia de manera innovadora en el aula, contribuye a que la motivación de los alumnos se mantenga a lo largo del tiempo y, además, se nos permite poner en contacto el currículo con sus propios intereses.

Finalmente se puede concluir que el pensamiento crítico del alumnado se ha visto favorecido gracias a las reflexiones, deducciones e inferencias que han realizado durante la indagación y su posterior aplicación en otras situaciones.

9. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer primeramente a mis tutores, guías y acompañantes de este proyecto durante el desarrollo de mi TFG: D. Jesús Sevilla Miguel y Dña. María Díez Ojeda, profesores de la Universidad de Burgos, por sus buenos consejos, ayuda y acompañamiento durante todo el proceso.

Al colegio Blanca de Castilla de Burgos, por darme libertad para poner en marcha este proyecto, brindándome la confianza absoluta para trabajar de manera innovadora, diferente y motivadora con los más pequeños.

Y de manera especial a Dña. Josefa López, tutora del grupo con el que se llevó a cabo el proyecto por compartir conmigo y con ese grupo de aventureros que tanto nos hizo disfrutar, su ilusión, entusiasmo y pasión por educar.

10. REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Egan, H. M. (1998). *La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Nudelman, N. S. (2015). Educación en ciencias basada en la indagación. *Revista CTS*, 28(10), 11-22.
- Roca, E. R. (2012). Un recurso bueno, bonito y barato: la maleta de la ciencia para la educación infantil y primaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 72, 92-98.
- Salguero, M. J. (15 de Enero de 2011). Ciencia en Educación Infantil: La importancia de un “Rincón de observación y experimentación” ó “de los experimentos” en nuestras aulas. Obtenido de www.pedagogiamagna.com
- Tonucci, F. (1995). *Con ojos de maestro. El niño y la ciencia*. Buenos Aires.: Troquel.
- Vygotsky, L. S. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Crítica.
- Yulimer Uzcátegui, C. B. (2013). La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media. *Revista de Investigación*, 37(78).

TEACHING SCIENCE THROUGH FAIRY TALES: “THE STEADFAST TIN SOLDIER”

JE ANGULO GONZÁLEZ

Burgos, Spain

jose.enrique.angulo@gmail.com

Abstract

The following 2° ESO bilingual programme Physics & Chemistry didactic unit aims to achieve a significant and long-lasting interdisciplinary learning by using a hands-on STEAM approach inspired by “The Steadfast Tin Soldier”, the classic fairy tale by Hans Christian Andersen. It comprises five exciting 50-minute-long sessions that will awaken our students’ natural curiosity and fond memories of their childhood days.

Keywords

Fairy tale, hands-on, Science, STEAM.

1. SESSIONS

1.1. SESSION 1 - The remarkable one

1. Pre-activity. Group discussion.

a) Take a look at this picture (Fig. 1). What do you think it represents?



Figure 1. Edited book cover.

After guessing what the picture represents (or if the students give up), the teacher will show them the original book cover (Fig. 2).

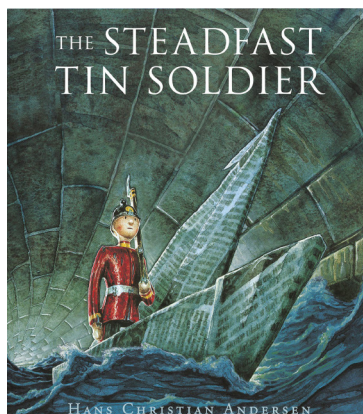


Figure 2. Original book cover.

b) Are you familiar with that story? What is tin? Why do you think I am showing that book cover to you? What do you think we'll do in the following days?

2. **Read the story carefully and try to identify all the properties of metals described in it, underlining the fragments in which they appear.**

3. **Discussion.**

- **Are all the properties of metals referenced in the story? Which ones are missing?**

The teacher will write down the students' answers on the blackboard and ask the students to explain every property they mention.

- **Do non-metals share the same properties?**

4. **Invent a short fragment (100-150 words) for the story that illustrates any of the properties of metals not mentioned in the original story and insert it where you think it would fit.**

Electrical conductivity (the soldier falls through the window and lands on a power line), sonority (the soldier falls through the window and hits the pavement, producing a ringing sound), malleability (the soldier fights the rat and it bends his musket), etc.

Next, the teacher will play the following video, pausing it regularly to clarify concepts, making sure that the students understand everything clearly: <https://www.youtube.com/watch?v=SMGRe824kak>

The teacher will emphasize the importance of understanding the scientific method and inform the students that the video is available on the virtual platform, so that they watch it at home if they need it, given that the following day they will work using the scientific method.

★ **Extra task (homework/adaptation): Cambridge Dictionary defines "spangle" as a small piece of shiny metal or plastic, used especially in large amounts to decorate clothes. Do you think that the spangle in the story is made of metal or plastic? Justify your answer.**

★ **Extra task (homework/adaptation): In the story, the paper doll blazed up and turned to ashes as soon as she touched the fire, while her spangle was burned as black as a coal, the tin soldier melted and the stove remained unchanged with the fire burning inside it. How would you explain that?**

1.2. SESSION 2 - The sinking of the paper boat

1. **Pre-activity. Group discussion.**

a) **Focus on this fragment of the story. What caused the ship to sink?**

Thrice and again the boat spun around. It filled to the top - and was bound to sink. The water was up to his neck and still the boat went down, deeper; deeper; deeper, and the paper got soft and limp. Then the water rushed over his head. He thought of the pretty little dancer whom he'd never see again, and in his ears rang an old, old song:

"Farewell, farewell, O warrior brave,

Nobody can from Death thee save."

And now the paper boat broke beneath him, and the soldier sank right through.

The teacher will then start a debate to check the students' prior knowledge:

b) **Why do boats sink when they fill up with water?**

c) **What are boats made of nowadays? How can they float?**

d) **How are submarines able to sink and emerge from the water?**

The teacher will go on explaining the concept of density, how to calculate it and will carry out a practical demonstration using the scientific method. The hypothesis will be "if an object is denser than water, it will sink, if it is less dense, it will float".

The teacher will take a glass container and fill it with water at room temperature, explaining that the density of water at 25°C is 1g/ml, so the water he/she is using must be slightly more dense. Next, the teacher will show the students an iron cube with edge length 1 cm and a wood cube with edge length 1 cm and ask for two volunteers to calculate the densities of both cubes. The teacher will compare those densities with the density of water and place both cubes in the water to check if they float. The wood cube, less dense than water, will float, while the iron cube, denser than water, will sink, thus confirming the hypothesis.

Then, the teacher will take a hollow glass cube with edge length 1 cm, calculate its density and place it in the water. Given that it is less dense than water, it will float. The teacher will take a pipette and start filling the floating cube with water, gradually increasing its mass while the volume remains the same, thus becoming denser and denser until it will become denser than water and sink, confirming the hypothesis once again.

The teacher will go on explaining that this is precisely what happened to the boat in the story and to RMS Titanic, and will inform the students that he/she has shared a video explaining the sinking of the Titanic on the school virtual platform that they could watch at home if they are curious:

<https://www.youtube.com/watch?v=ruM90tNGCVg>

Next, the teacher will introduce the final project and the evaluation system (see EVALUATION).

- 2. Final project. In groups of three, imagine that you are the young rascallions in the story and design and build a boat using either 150 grams of modelling clay or 150 grams of a newspaper capable of holding as many tin soldiers as possible without sinking in a bowl filled with water. You have 40 minutes to complete the task.**

In order to complete the task properly, the students will have to follow the engineering design process. The teacher will play the following video to explain it:

https://www.youtube.com/watch?v=MAhpfFt_mWM

Then, the teacher will ask the students to name all the steps mentioned in the video, starting from the first one, and explain what they are about. The teacher will inform the students that the video is available on the school virtual platform and insist on the fact that the students must follow every step in their final project.

Next, the teacher will ask the students to elaborate the evaluation rubric all together. First, the teacher will ask them to name all the items that they consider that should be taken into account in their evaluation and will write them down on the blackboard. Then, the students will have to agree on how important each item is and how many points of the final mark each item should be worth. This strategy is an important part of formative evaluation that allows students to feel protagonists of their own learning and internalize the assessment criteria, overcoming the rejection they traditionally feel towards the evaluation process, that deprives them of their sense of autonomy, and helps them become more aware of how they learn.

In the remaining minutes, the teacher will play the following video that explains Archimedes' principle wonderfully:

<https://www.youtube.com/watch?v=eQsmq3Hu9HA>

If the group was smaller, the teacher could carry out a practical demonstration of Archimedes' principle himself/herself, but with a large group, as it is often the case in secondary, it would be hard for all the students to see what is going on, so I think that watching the video is a more convenient option. On top of that, as I have said, that video is truly outstanding!

The teacher will stop the video at the 5:33 mark and see if any of the students is able to come up with the solution to the horse problem. This could be an excellent opportunity to award an extra mark to the first student that gets the solution right. The teacher could ask that student to come to the blackboard and explain his reasoning to his classmates, before resuming the video to confirm he/she was right.

As always, the teacher will answer any questions the students may have and inform them that the video is available on the school virtual platform. The teacher will also inform the students that he/she has also uploaded a video about the story of Archimedes and the gold crown that is really curious:

<https://www.youtube.com/watch?v=KMNwXUCXLdk&t=4s>

The teacher will conclude the lesson informing the students that the next lesson will take place in the school Science lab, so they should be there on time, preferably with the work groups already formed.

1.3. SESSION 3 - Last ship standing

The teacher will organize the lab before the students arrive, forming 7 groups of tables separated from each other and placing all the materials each group will use on them: a big transparent plastic container filled with water, several newspapers, a modelling clay bar of 150 grams, a weighing scale, a measuring jug, a transparent plastic ruler and several tin toy soldiers (or pewter miniatures, an alloy of 85-99% tin).

The students will be asked to sit in groups and the teacher will repeat the instructions once again, emphasizing that the students must communicate in English while they work and document their progress for the presentation: sketching their prototypes, measuring, listing the materials they use, taking photos with their tablets, etc. It is particularly important that they take clear photos and/or videos of their final prototype showing the maximum number of soldiers it is able to carry without sinking. As customization is an important part of every design, the students will be allowed to change their modelling clay bar for one of a different colour before they start working, if they wish.

The cooperative learning methodology, in which each group member's success is dependent on the group's success, the time restriction and the original and exciting nature of the activity guarantees that the students will stay laser-focused on the task. This work atmosphere is ideal for mediation, as students will probably need to explain ideas or concepts they saw in class or googled with their tablets to each other. The teacher will supervise their work, trying not to intervene much. Twenty minutes before the end of the class, the teacher will inform the students of the time they have left.

The competition will take place in the last 10 minutes of the session. All the 7 boats will be placed in the same container filled with water and the teacher will start placing one tin soldier in each boat, then a second soldier and so on until one by one all the boats sink. The last boat standing wins. The teacher could award an extra mark to the winners, and could also award bonus points to the most attractive designs.

1.4. SESSION 4 - To be prepared is half the victory

Forewarned, forearmed; to be prepared is half the victory.

-Miguel de Cervantes

That famous quote by Miguel de Cervantes, perhaps the greatest writer in the Spanish language and also a soldier who fought at the Battle of Lepanto, a naval engagement, is the perfect title for this session.

Students will be taken to the computer lab and asked to sit in groups and elaborate 5-minute-long presentations of the engineering design process they followed using the format they wish (*PowerPoint, Canva, Prezi*, a DIN A3 poster, etc.). Once again, the teacher will insist on the fact that they must use English to communicate with each other while working.

If a group managed to finish before the end of the session, they would be advised to rehearse the presentation. If they do not manage to finish their presentations in class, they could continue working at home, but they are required to submit their presentations before the next session.

1.5. SESSION 5 - The moment of truth

The teacher will start this session reminding the students the criteria that will be taken into account in their evaluation and coevaluation and answering the questions they may have.

Next, the teacher will create a wheel of names and spin it to determine what group starts presenting and who presents next. When a group is called to present, they will walk to the front of the class and present for about 5 minutes, as established. Once they conclude their presentation, their classmates will evaluate them and ask them some questions. If they don't ask any questions, the teacher could ask them a question.

In the time left, the teacher will make some remarks about the performance of the different groups and hand out the sheet of paper with the intra-group coevaluation, that all students should hand in the following day.

2. EVALUATION

Table 1. Oral presentation evaluation rubric.

ENGINEERING DESIGN PROCESS	Incorrect or with serious mistakes <i>0 points</i>	Correct but confusing or with some mistakes <i>1,25 points</i>	Correct and clear <i>2,5 points</i>
SOLUTION TO THE PROBLEM	No proposal <i>0 points</i>	The proposal does not work as expected <i>1,25 points</i>	The proposal solves the problem successfully <i>2,5 points</i>
MASTERY OF CONTENT	Do not understand basic concepts <i>0 points</i>	Basic understanding of the subject <i>1,25 points</i>	Mastery of content <i>2,5 points</i>
ORAL PRESENTATION	Poorly prepared or confusing <i>0 points</i>	Adequate but with room for improvement <i>1,25 points</i>	Well prepared, clear and original <i>2,5 points</i>

3. REFERENCES

- Campbell, W. & Campbell, C. (2009, August 24). *Archimedes' Principle* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=eQsmq3Hu9HA>
- DeWitt, T. (2012, August 28). *Density: A Story of Archimedes and the Gold Crown* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KMNwXUCXLdk>
- H. C. Andersen Centret. (2019, September 19). *THE STEADFAST TIN SOLDIER*. https://andersen.sdu.dk/vaerk/hersholt/TheSteadfastTinSoldier_e.html
- KQED QUEST. (2017, April 12). *The Engineering Design Process: A Taco Party* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=MAhpfFt_mWM
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Oceanliner Designs. (2022, September 18). *How did the Iceberg Sink the Titanic?* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ruM90tNGCVg>
- Teacher's Pet. (2014, August 18). *The scientific method* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=SMGRe824kak>

LA PREPARACIÓN EN LA UNIVERSIDAD PARA LA INDUSTRIA 4.0 A TRAVÉS DE COBOTS

EM LÓPEZ-PEREA¹, MÁ MARISCAL², S GARCÍA², S ORTIZ BARCINA²

¹Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España

²Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Universidad de Burgos, España

emlperea@ubu.es

Abstract

La introducción de las últimas tecnologías digitales y de automatización en la fabricación de productos, afecta de manera decisiva a los procesos de enseñanza aprendizaje que tienen lugar en las universidades. La llamada cuarta revolución industrial conocida como Industria 4.0, ha provocado un cambio de paradigma educativo que hace que se deban describir cómo se deben configurar por procesos formativos relacionados con una creciente digitalización. Por este motivo desde la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería y Facultad de Educación, buscan ofrecer a los alumnos del Máster en Ingeniería Industria el desarrollo de las competencias necesarias para el desempeño de tareas en la Industria 4.0.

Keywords

Industria 4.0, cobots, formación universitaria.

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios derivados de la introducción de las nuevas tecnologías digitales y automatización en la fabricación, provocan la necesidad de solicitar nuevos requisitos laborales y competencias, que faciliten al alumnado universitario, poder operar en un mundo digital. Los trabajadores de la industria 4.0, deberán participar en la toma de decisiones en un clima de incertidumbre, de cambio imprevisible y riesgo considerable, comprendiendo las posibles relaciones generadas en los procesos de fabricación de los cuales, estos son los responsables. Esta situación genera contextos más complejos que exigen a los trabajadores, “una mentalidad orientada a la construcción y el mantenimiento de redes de expertos que puedan cooperar ad hoc en la búsqueda de soluciones adecuadas a problemas concretos” (De-la-Calle-Durán et al., 2022, p. 22). Por este motivo los procesos formativos de alumnos universitarios, se han de fundamentar sobre aprendizajes activos sustentados mediante procesos de aprendizajes experienciales, iniciados por la experimentación concreta en contexto simulados. En dicho contexto se debe observar y reflexionar acerca del contexto sociolaboral, para poder formar y configurar conceptos abstractos y generalizaciones que faciliten a los alumnos, el análisis sobre la implementación de los conceptos aprendidos, a las nuevas exigencias de la industria 4.0 (Fig. 1) (López-Perea, et al., 2022).



Figura: 1 Tecnologías habilitadoras de la industria 4.0. Fuente: AMETIC.

En agosto del año 2021 la Conserjería de Industria de la Junta de Castilla y León decidió financiar el proyecto “*La prevención de riesgos laborales en la industria 4.0. Estudio de condiciones de trabajo y simulación de riesgos con robótica colaborativa*” (INVESTUN/21/BU/0005). La comunidad autónoma castellano-leonesa, consciente de la importancia de formar a jóvenes universitarios en las competencias básicas en materia de industria 4.0, facilitó la adquisición de robots colaborativos que han propiciado la creación de un laboratorio a través del cual, profesores de la Universidad de Burgos, (Escuela Politécnica Superior de Ingeniería y Facultad de Educación) buscan ofrecer a los alumnos del Máster en Ingeniería Industrial del primer curso de la asignatura “Dirección de la Producción y de Proyectos”, los recursos y conocimientos para la organización del trabajo y la gestión de recursos humanos, poniendo el énfasis en la prevención de riesgos laborales (Mariscal, et al, 2022). Del mismo modo también se les dota de las herramientas para la realización de investigaciones que mejoren los sistemas productivos a través de la innovación de productos, procesos y métodos.

2. METODOLOGÍA

Los contenidos referidos a la industria 4.0, empresa digital y robótica colaborativa se implementan durante 8 horas lectivas (4 de teoría y 4 de laboratorio).

En las sesiones teóricas se configura el contenido entorno a:

- Qué es industria 4.0. Origen, definición, tecnologías habilitadoras.
- Qué es la robótica colaborativa. Definición.

En las sesiones prácticas desarrolladas en el laboratorio se busca el objetivo de aprender a programar cobots (UR3 y UR5) para la realización de tareas que simulan actividades reales.

A partir del enunciado ofrecido a los alumnos (ver anexo I), estos deben programar el cobot mediante un simulador en el aula de ordenadores. Los cobots utilizados para esta actividad (UR3 y UR5) se programan directamente con la tablet que traen incorporada, aunque es posible introducir el programa ya creado a través de un USB.

El tiempo del que disponen los alumnos para programar individualmente el cobot es de una hora y media. Una vez diseñada la programación se acude al laboratorio para que cada alumno ejecute el programa con los cobots físicos.

En el laboratorio cada alumno transfiere el archivo creado, de una memoria USB al cobot. El programa utilizado, facilita el diseño de infinitas posibilidades a la hora de resolver una misma tarea. A lo largo de las sesiones prácticas, cada alumno ejecuta la programación en el cobot físico y comprueba si cumple adecuadamente con el objetivo. Otra tarea de gran importancia, es la posibilidad de editar el programa desde la tablet del cobot para poder reprogramar y así mejorarlo en el momento en el que se está desarrollando la actividad.

En el laboratorio se dispone de un Robot Colaborativo UR3, con su tableta de programación tal y como se puede ver en la Fig. 2.

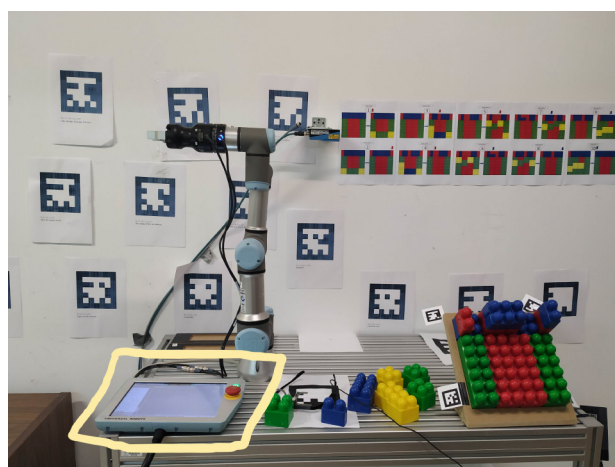


Figura 2. Puesto de trabajo del UR3 con su tableta de programación.

3. LIMITACIÓN

El desarrollo de esta actividad cuenta con una limitación importante. Para un número elevado de alumnos o superior a 5, se hace complicado programar con la tableta. Por este motivo se ha considerado la instalación de un software de programación. El URSim on Linux se ha instalado para poder realizar la práctica en aula de informática, pudiendo pasar el programa diseñado al UR3 y ver su funcionalidad.

4. CONCLUSIONES

Dada la evolución en la tecnología y la incorporación de nuevos elementos en las industrias, es necesario formar a los estudiantes en esos nuevos equipamientos y en las implicaciones que existen en los procesos de producción y de proyectos industriales.

En el ejemplo mostrado se detalla una nueva práctica a incorporar en cualquier asignatura genérica de procesos de producción o de proyectos industriales, en concreto para la parte de Seguridad en Máquinas, con la aplicación de los conocimientos teóricos explicados para su utilización con Robots Colaborativos. Dentro de las competencias, contenidos y objetivos de la asignatura se ha actualizado la asignatura con una tecnología que es la robótica colaborativa, de reciente aparición.

Esta práctica se ha realizado de forma experimental entre los cursos 2021 y 2023 y está preparada para su implementación en cursos posteriores, siendo posible su utilización en cualquier asignatura de Prevención de Riesgos Laborales.

Es necesario ampliar este ejemplo a otras asignaturas de los grados en ingeniería industrial, para mejorar las capacidades de dichos alumnos del área de Organización de Empresas que tengan alguna parte relativa a Prevención de Riesgos Laborales.

Finalmente cabe señalar que se ha cumplido con uno de los objetivos del proyecto financiado por la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León referenciado al final, para difundir las nuevas tecnologías en la formación universitaria.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta inclusión en los contenidos de la asignatura ha sido posible gracias a la financiación de la Consejería de Industria de la Junta de Castilla y León a través de la financiación del proyecto: "LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA INDUSTRIA 4.0. ESTUDIO DE CONDICIONES DE TRABAJO Y SIMULACIÓN DE RIESGOS CON ROBOTICA COLABORATIVA. DIFUSIÓN DE RESULTADOS PARA LA SENSIBILIZACIÓN EN CASTILLA Y LEÓN." De referencia INVESTUN/21/BU/0005.

6. REFERENCIAS

- Mariscal, M.A., López, C., Ortiz, S. López-Perea, E.M. (2022). Mejora de las asignaturas relativas a prevención de riesgos laborales con la introducción de la robótica colaborativa. *Técnica Industrial*, n. 333 p. 82.85
- Mariscal, M.A., García, S., C., Ortiz, S. López-Perea, E.M. (2022). Incorporación de la industria 4.0 y de la robótica colaborativa en la formación universitaria. *Técnica Industrial*, n. 333 p. 78-81
- López-Perea, E.M., López-Santamaría, C., Ortiz, S., Mariscal, M.A. (2022). Los cobots como recurso educativo para desarrollar las competencias del alumnado de ingeniería en el ámbito universitario del Siglo XXI. Propuesta didáctica basada en el aprendizaje experiencial de Kolb. CUIEET 29: Congreso Universitario de innovación educativa en las enseñanzas técnicas. Valencia 19-22 de julio, 2022. ISBN: 978-84-09-41231-0
- Cortés, C. et al. (2017). El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia tecnológica*, (54).
- De-la-Calle-Durán, M. C., Rodríguez-Sánchez, J. L., y González-Torres, T. (2022). Las competencias del talento en la Industria 4.0, demanda vs oferta: caso de estudio de la Universidad Rey Juan Carlos, España. *Formación universitaria*, 15(1), 19-32.

7. ANEXO I

Enunciado ofrecido al alumno del Máster en Ingeniería Industrial del primer curso de la asignatura “Dirección de la Producción y de Proyectos”.

En el aula, los profesores responsables explican a sus alumnos la práctica y el objetivo de la misma.

Se requiere aplicar un cordón de silicona de manera uniforme sobre una pieza simulando un proceso productivo. La velocidad de la herramienta (cobot) debe ser constante a lo largo del recorrido. La aplicación tiene que arrancar con la velocidad ya adquirida y detener el movimiento del brazo del cobot, tras finalizar la aplicación (para que no se formen zonas irregulares). Los alumnos deben elegir el tipo de movimiento adecuado para la realización de la tarea y seguir la trayectoria indicada en la imagen, que se compone de dos rectas paralelas unidas por una semicircunferencia.

Cada 10 ciclos de aplicación se debe realizar una limpieza de la punta de la herramienta, que consiste en hacerla pasar de manera rectilínea por una zona destinada a tal efecto. Siempre que el cobot se ponga en marcha con un bote de silicona empezado (después de haber estado apagado), se procederá a su limpieza, como se ha explicado anteriormente.

La herramienta soporta un bote de silicona que debe ser sustituido cada 30 ciclos, siendo reemplazado cada vez que aparezca un mensaje de advertencia indicándonos la proximidad al número de ciclos realizados.

Cuando el bote ha sido sustituido, el “operario” debe pulsar “OK” en la pantalla de la tablet y después el botón que permite seguir con el proceso. Este mismo botón permite posicionar el robot en la zona de cambio de bote en cualquier momento del proceso, excepto en el momento de limpieza (si se pulsa en el momento de limpieza, la orden quedará pendiente de ser cumplida al finalizar la limpieza). Esto facilita una inspección de la herramienta por varios motivos con un accionamiento manual. Cuando se produce esta situación, si se mantiene pulsado el botón durante más de 1,5 segundos para indicar que ha finalizado la inspección, servirá también para indicar que se ha reemplazado el bote (reiniciar contadores).

Los contadores deben guardar su información, aunque el robot se apague.

SOS WATER

F DELGADO CECILIA

Scientix Ambassador, Primary Education teacher. CEIP Santa Ana, Ávila, Spain
arcipreste2009@gmail.com

Abstract

In 2015 the world committed itself to achieving SDG 6 as part of the 2030 Agenda, but today we are far from meeting this target. This is the starting point of our project “S O S water”, an educational project carried out with primary school students. With this project we manage to make them become responsible, competent and leading citizens, in order to face the challenges they are about to face.

World Water Day represents a unique opportunity to unite and move forward together in defense of water. By using different technological tools, we aimed to seek small solutions to the big problem of water pollution. The aim of this project is to generate awareness and participation for the protection of water resources throughout the world by involving all the agents of the educational community through their direct participation and with the dissemination of the project. In the first part of the project we collected information and designed presentation and a game with Scratch. After this we plan to train a machine to learn how to analyse the pH of water with Learning Machine Learning and we intend to finish with the design, creation and programming of a robot with LEGO pieces that will allow us to reach inaccessible places and take water samples.

Keywords

Climate change, environmental education, artificial intelligence, programming and educating robotics.

1. INTRODUCTION

“Be the change” is the reason why we have been working for many years. It is our way of doing our bit to raise environmental awareness. With the celebration of World Water Day, we decided to start a new project to raise awareness of the need to understand that water is a natural resource of great value and that we do not often pay enough attention to it.

It is therefore a priority to focus on the need to have quality water for social, economic and environmental benefits, including adaptation to climate change and the achievement of the Sustainable Development Goals.

It's not all bad news, nowadays we have technologies that have enabled automation in the monitoring and control of water quality. The purpose of this project is to make the educational community aware of and responsible for the cleanliness and conservation of water at a local level, as well as to seek sustainable solutions that guarantee a better future for everybody.

2. PROJECT PHASES

2.1. Motivation

The first stage began with the presentation of motivating proposals on the theme of the project. In this first stage, the students' interests are explored: What do we know about pollution? What can we do to stop climate change?

The current situation on the planet is worrying, and this is the first thing students are presented with when they come to the classroom. Having received this information, students begin to reflect and speculate on the situation. As a consequence, interesting ideas emerge, such as pollution, climate change, drought, tsunamis, recycling, fires, among others. These are issues that are part of their daily lives and are of concern to them. The UN recently published “UN reaches historic agreement to protect the oceans by 2030”. After exchanging experiences and opinions, we screened “What is water pollution?” in the classroom.

We encourage students to identify that water clean-up solutions are important, but we know that they have limited effectiveness. We also need to prevent litter from reaching the ocean in the first place. How can students change their habits to reduce plastic use? As a group, they create an action plan consisting of 5 things they can do to prevent litter from reaching our oceans and becoming marine debris.

2.2. Activation

Once the information gathering phase is finished, through the students' own knowledge, information obtained from the family environment, books, magazines, newspapers, Internet... We moved on to the phase of presenting the information obtained by the students and organising the information provided. For this we will use Scratch as a tool to create presentations and games. The students have previous notions of block programming, which facilitates the work and allows us to achieve more interesting products (Fig. 1).



Figure 1. Programming with Scratch.

The students develop their creativity and reflect on the most relevant information they have obtained from the research. Each student carries out their own work with the help of their classmates who suggest improvements and give advice on programming. Each student uploads their product to the Scratch studio and they all together create a presentation that they will disseminate (Fig. 2).



Figure 2. Scratch final product.

2.3. Development

We discovered a new tool that will allow them to train a real machine learning model, which is a form of artificial intelligence, named learning Machine Learning. However, firstly, we conducted a small experiment on water acidification, introducing the concept of water acidification, the lowering of the pH of water caused by increasing levels of carbon dioxide in the atmosphere. For the experiment, we placed one egg in a cup filled with white vinegar and another in a cup filled with salt water (to simulate ocean water). Students make predictions about what will happen to each egg if left in each corresponding liquid for two hours. Students will begin the colour sorting activity while the eggs rest in the vinegar and salt water. The acetic acid in the vinegar will gradually dissolve the calcium carbonate in the eggshells over-time (Fig. 3).



Figure 3. Classroom experiment.

It will be the right time to introduce the students to the pH scale, encouraging them to make different measurements. We will then have distilled water, vinegar water and salt water. Which of the three liquids do you think will do the most damage to the eggshell? Why?

The students classify the colours corresponding to the colour chart that measures the pH of the water. Once the colours have been classified in the application and the machine has been trained with the different labels, this training data will be used for a machine learning model that should then be able to label new colours on its own.

The aim of this activity is to introduce students to machine learning in artificial intelligence in a simple way. The idea is to show a small approach of the students to artificial intelligence in a playful way (Fig. 5).



Figure 5. Students working on IA.

This activity will provide the data to train machine learning model itself. What if we could train a machine to take measurements in extreme locations and then use that technology to analyse the data? (Fig. 6).

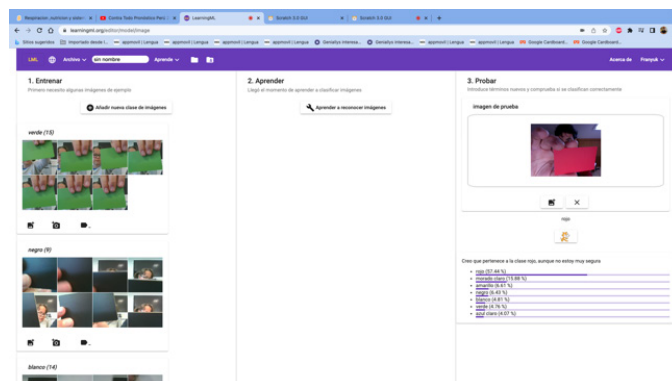


Figure 6. LML Programme.

After the colour sorting activity, to end the session, we will observe the changes undergone by the eggs over the course of an hour. How did the acidic environment of the vinegar affect the shell? How is the shell affected by salt water?

We will try to compare what is happening in the oceans with the decomposition of organic waste which leads to the creation of carbon dioxide and methane gas, coupled with the acidification of water. This is exactly the same that is happening in eggshells.

2.4. Final product

The environment plays a crucial role in the water cycle and is an essential variable in water management. All available water originates in the environment and returns to the environment after being polluted by human activities. It is clear that the environment-water nexus must be proactively managed to solve water-related challenges by implementing “nature-based solutions”.

The whole project is focused on improving students’ digital competence and raising awareness of the need to protect one of the most precious commodities, namely water, as it is fundamental to ensure the conservation of the environment and the health of our community. This is actually a good starting point to find the solution to water problems throughout the world.

Our approach is straightforward: it uses 21st century digital tools and interactive resources to train and enable students to identify and solve environmental challenges by taking action in their immediate environment.

We focus on STEAM methodology, understood as the development of competencies for the individual development of students. This pedagogical approach encourages problem solving, based on the disciplines of science, technology, robotics and programming. We focus on the development of student autonomy to build a learning community in the classroom. Throughout this project, we have observed that, starting from the search for solutions to a real problem that affects the world, we have come to ask questions and found new and creative answers. Robotics and educational programming allows students to create their own inventions and opens up a world of possibilities for them to express themselves and apply their knowledge.

In this phase we are shaping the project with activities, documentation and contributions. We have used the LMLearning application to train an artificial intelligence application that allows us to classify different colours, which correspond to the pH of water.

Once this work is done, it is time to start testing different Lego robots. We will build a vehicle that can move on all surfaces and a tool that allows us to collect the samples on the pH test strip (Fig. 7).

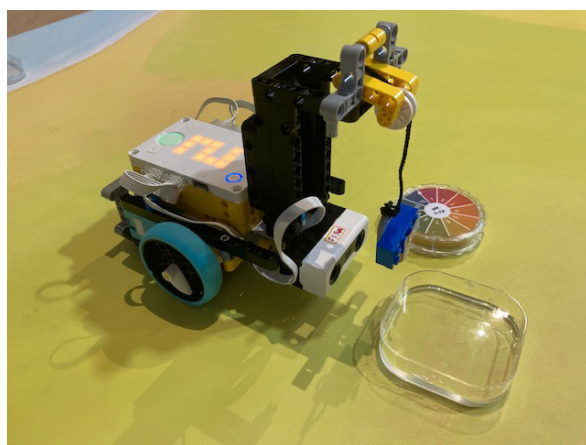


Figure 7. Robot with LEGO Spike Prime.

We will then highlight the need to create a vehicle that can reach dangerous places. The students will see the project as an opportunity to contributing to the preservation of the environment. They will discover that programming and robotics can help us solve everyday problems.

To this aim, we will build a vehicle that can travel over difficult terrain, so they will have a model to look at, which gives them confidence.

As students make progress on their creations, we will initiate discussions that give them the opportunity to share their thoughts. We try to use the following discussion prompts:

Could we create a remotely steered vehicle?

Students will then seek solutions to this challenge by modifying the design and programming.

What changes did you make to the original project? What did you notice when you made the modifications to your project? How did this affect the robot's movements? (Fig. 8)

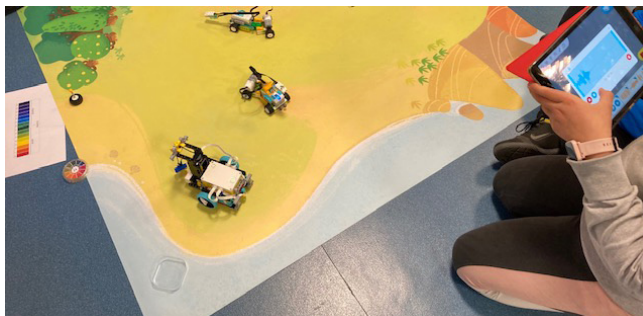


Figure 8. LEGO Robot.

After testing the drone, we have a new challenge: Can we incorporate a tool that allows us to capture water samples? How can you improve your project? What is your strategy to reach the water with the dipstick?

Thus, students must develop creativity and digital competence to overcome the challenge.

Once we have all built and tested our vehicle, we will set a new challenge in a space, in which we found three containers of water. Each container has water of a different quality. We have one with vinegar, one with salt and one with distilled water, which will give us three different pH measurements. The students will have to analyse the samples and assess which container has the optimum water for human consumption. To do this, they will compare the samples on the test strip with the colours on the pH scale (Fig. 9).

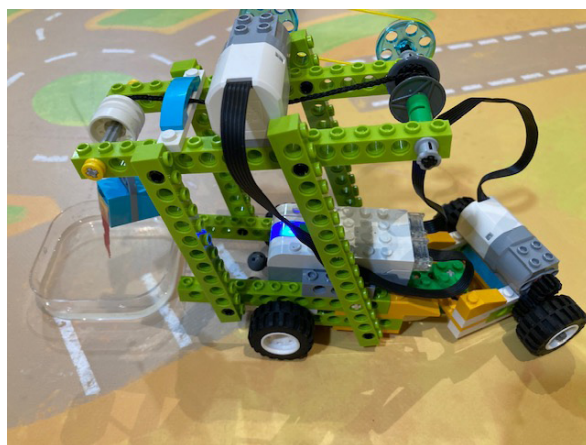


Figure 9. Robot with LEGO Wedo.

At the end of the project, all students will receive a diploma certifying that they have met the challenge.

3. CONCLUSIONS

This project has fulfilled its objectives. On the one hand, to awaken students' interest in environmental issues through the incorporation of technologies within the reach of teachers without the need to limit ourselves to textbooks and increasing students' motivation to continue learning. And on the other hand, to develop digital competence and soft skills in students, so necessary in the labour market.

4. REFERENCES

- Peekaboo Kids (2020). In this video, Dr Binocs will explain, what is water pollution? what causes water pollution? how to prevent water pollution? <https://youtu.be/MEb7nnMLcaA>
- UN-Water (2023). Delve into UN-Water's water data at: www.unwater.org/water-facts.
- UN-Water (2023). Learn about the water and sanitation crisis and read inspirational stories from around the world at: www.worldwaterday.org

UN-Water (2023). SDG 6 data portal: www.sdg6data.org/es and washdata.org/data

United Nations (2023). Discover the topics to be discussed at the UN Water Conference 2023 at: sdgs.un.org/conferences/water2023.

United Nations (2023). World Water Day - United Nations: <https://www.un.org/es/observances/water-day/>

World Health Organization (2023). Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking Water: glaas.who.int/.

LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO HERRAMIENTA DEL ENFOQUE STEAM PARA CONTRIBUIR EN EL APRENDIZAJE

GA GUERRERO FLORES

Universidad de Burgos - La Estación de la Ciencia y la Tecnología, Burgos, España

gagflores@ubu.es

Abstract

El cambio educativo que ha ido experimentando la sociedad ha supuesto la creación de un paradigma socioconstructivista, en el que el docente y el alumno cambian de roles pasivos a roles activos, prácticos e interactivos. La influencia tecnológica y el cambio de paradigma supone un incremento en la integración de metodologías activas, significativas y constructivas, en el que el alumnado contribuye a la elaboración de su aprendizaje. La metodología STEAM se reconoce como una de las metodologías activas más influyentes al contribuir en el desarrollo de habilidades, destrezas y aptitudes personales, sociales y académicas del alumno, que, junto con la robótica educativa, permiten que el proceso de aprendizaje sea activo y significativo gracias a la motivación e interés que emplea el alumnado. Dicha metodología y herramienta didáctica permitirán una contribución favorable del proceso de aprendizaje del alumnado en todas las etapas educativas.

Keywords

Aprendizaje, robótica educativa, socioconstructivista, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

A medida que la sociedad ha ido cambiando, el contexto y la realidad educativa lo ha hecho a la par, notándose en el papel que desempeña el alumno como el docente, los cuales han tenido que adquirir nuevos roles en un nuevo paradigma socioconstructivista.

Dentro de este paradigma, los autores Gómez Francisco y Rubio González (2017) determinan que el proceso de enseñanza-aprendizaje se empieza a concebir como una interacción social, así lo indica Vigotsky (1896). Dicho autor menciona que el procesamiento mental del aprendizaje se basa en una acción social, luego egocéntrica y finalmente interiorizada, en donde el aprendizaje se construye a través de esquemas mentales, espacio y temporalidad, siendo este el resultado de la interacción social.

Hablando de los roles previos al paradigma socioconstructivista, el docente adquiriría una figura autoritaria y unidireccional, siendo este la única fuente de información y transmisión de conocimientos hacia el alumnado, quienes, de manera pasiva, recibían la información didáctica a través de una escasa interacción con el docente. Este tipo de aprendizaje tradicional o de carácter pasivo para el alumnado, los autores Gorozabel Lucas et al. (2022) lo caracterizan por ser clases monótonas y aburridas, orientadas a obtener resultados bajos en el rendimiento académico debido a la falta de motivación, interés o la interacción social.

Los cambios educativos que emergen en base al paradigma socioconstructivista se basan en el cambio de rol del docente, quien adquiere un papel de guía, orientador, mediador o apoyo en el proceso de aprendizaje, por lo que el alumno pasa a ser un agente activo de la construcción de su propio aprendizaje. Los autores Tamayo Guajala et al. (2021), tiene en cuenta la psicología del desarrollo de Piaget, quien determina que es necesario conocer cómo el alumno construye la realidad y cómo adquiere los conceptos básicos. Estos conceptos deben ser adquiridos a través de un aprendizaje significativo, en el que David Ausubel (1976) determina que el presente aprendizaje necesita de una activación de experiencias o conocimientos previos de la persona, para unirlos con los nuevos saberes, generando así nuevas conexiones conceptuales y conocimientos activos.

El cambio de roles, las metodologías y los recursos que intervienen durante el proceso de aprendizaje son fundamentales para que el alumnado construya un aprendizaje activo y significativo. Los autores Celis Cuervo y González Reyes (2021), están de acuerdo con Zamorano, García y Reyes (2018), Sánchez (2019) y Ojeda y Agüero (2019) quienes mantienen que, el siglo XXI, se caracteriza por grandes transformaciones rela-

cionadas con la tecnología y con la ciencia como el uso de la inteligencia artificial, la robótica, la fabricación digital... contribuyendo a la generación de nuevos retos y nuevas disposiciones pedagógicas en este nuevo paradigma socioconstructivista.

Por ello, la metodología STEAM y el empleo de la robótica son uno de los elementos que van a permitir transformar el entorno de aprendizaje activo del alumnado y la forma de enseñar del docente.

2. METODOLOGÍA STEAM

El concepto de metodología según la Real Academia Española (RAE) se define como el “conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o exposición doctrinal”. En relación con el ámbito educativo, se centra en el conjunto de los procedimientos que se emplean para lograr un objetivo didáctico concreto. La metodología STEAM corresponde a las siglas en inglés de *science, technology, engineering, arts y mathematics*, la cual promueve el proceso de aprendizaje del alumno hacia una perspectiva dinámica, contextualizada, sistémica e interdisciplinar, donde se integrarán las áreas mencionadas para formar un conocimiento integral.

Esta metodología tiene su origen en la década de los 90, siendo conocida como STEM, la cual pretendía integrar las áreas de conocimiento para adquirir un conocimiento propio de cada área (Celis Cuervo y González Reyes, 2021). En la actualidad, con la integración de la A de *arts*, el empleo de la metodología tiene como objetivo el desarrollo de las competencias y aquellas dimensiones artísticas y creativas que permitan el desarrollo integral del alumnado dentro de las áreas curriculares. Esta se puede emplear desde educación infantil hasta la educación superior, ya que permite trabajar de forma interdisciplinar, de manera flexible y adaptada a diversas situaciones de aprendizaje.

El STEAM permite trabajar de forma en el que el alumno pueda adquirir los conocimientos teóricos en base a un aprendizaje empírico, en el que se enfrentará a retos de aprendizaje cuyos aprendizajes se podrán transferir a la vida diaria lo que determinan Celis Cuervo y González Reyes (2021) a que permite “fortalecer las competencias científicas, matemáticas, tecnológicas y artísticas” (p.283).

Coincidiendo con Kim y Chae (2016), la presente metodología se puede concebir como una estrategia de meta-análisis, la cual permite percibir la realidad de una manera más amplia, al aplicar las estrategias resolutivas, al ser más críticos, al fomentar la comunicación social, al ser creativo... ante problemas o situaciones de la realidad.

Con relación al meta-análisis, Sánchez (2019) propone una visión sobre la relación de las competencias y las dimensiones en el enfoque STEAM, en el que se puede observar que a través del empleo de la metodología STEAM se desarrollan habilidades y capacidades del alumnado al fomentar los procesos cognoscitivos.

Para llevar a cabo la implicación de la metodología STEAM, se puede realizar a través de diversos métodos educativos, como por ejemplo el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje por Indagación, la cultura Maker, el Tinkering o la robótica. Estos métodos y a través del enfoque STEAM, permitirán crear un nuevo marco de aprendizaje, en el que el interés y la motivación sean la base y el pilar fundamental del que parten los alumnos para desarrollar su aprendizaje.

2.1. Robótica Educativa

En la sociedad actual la tecnología es uno de los pilares fundamentales para la interacción social, la creación de contenido y el aprendizaje al compartir grandes cantidades de información. La robótica educativa se empezó a integrar en los años 60 por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el cual creó robots destinados a la interacción y programación de los niños, ya que permitía emprender un aprendizaje activo a través de la interdisciplinariedad de las áreas de la metodología STEAM.

La Real Academia Española menciona que la robótica es una técnica que implica el uso de aparatos para realizar operaciones o actividades, pudiendo sustituir al ser humano. Sin embargo, dentro de la educación, los robots van a permitir generar aprendizaje entre distintas disciplinas, siendo una herramienta motivadora para el alumno.

La robótica educativa permite desarrollar habilidades y competencias dentro de un marco multidisciplinario, en el que González Fernández et al. (2021) consideran que además se desarrollan destrezas tecnológicas para completar retos a través de la motivación, creatividad y el desarrollo de habilidades cognitivas y manuales

(Márquez y Ruiz, 2014), siendo por tanto, una herramienta beneficiosa para el aprendizaje constructivista y la forma en educar por parte del profesorado, según Bravo y Forero (2012).

Partiendo de la necesidad de cambio en el proceso de aprendizaje y los roles adquiridos por el alumnado y por el docente, en el que, el aprendizaje debe de ser un proceso activo y constructivo, la robótica educativa es un elemento didáctico que encaja en este proceso de cambio. Además, esta herramienta didáctica mantiene una relación con el aprendizaje cooperativo debido a la facilidad de contribuir al diálogo crítico y participativo, permitiendo así crear ambientes de aprendizaje eficaces, activando procesos cognitivos y sociales.

Como menciona Sánchez (2019), el informe NMC Horizon Report, muestra que las tecnologías emergentes en la actualidad tienen el objetivo de innovar la práctica educativa en todas sus vertientes, tanto a nivel organizativo, a nivel curricular, metodológico, formativo y, sobre todo, en aspectos didácticos.

Por consiguiente, la robótica educativa si se introduce en el contexto educativo y en todas las etapas académicas (desde infantil hasta la educación superior, por ejemplo), puede contribuir al desarrollo y a la construcción del aprendizaje significativo, donde la persona a través de la interacción directa, podrá interiorizar los conceptos adquiridos a través de ejecuciones prácticas e interdisciplinares.

3. EL STEAM Y LA ROBÓTICA EDUCATIVA

Como se ha visto, la robótica educativa y la metodología STEAM son dos de las vertientes que más influencia están teniendo en la actualidad educativa. Estas pueden integrarse de manera independiente, pero ambas se complementan entre sí, lo que favorecerá los procesos cognitivos durante el aprendizaje.

El uso de la robótica educativa a través de la metodología STEAM, promueve un aprendizaje activo-interactivo, cooperativo, en el que el alumnado además de desarrollar las competencias establecidas en el marco común de competencias de la LOMLOE (2020), podrá fomentar habilidades y destrezas personales y sociales que permitirán al alumno transferir dichos aprendizajes a la vida diaria.

Para contribuir a un adecuado desarrollo del aprendizaje, es importante que la metodología sea integrada en los procesos curriculares de manera precisa y consciente, manteniendo la finalidad pedagógica concreta y los objetivos de aprendizaje, los cuales permitirán desarrollar competencias y contenidos establecidos para el aprendizaje según Raposo Rivas (2022).

Desde la perspectiva pedagógica, la robótica educativa permite facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En relación al proceso de enseñanza, el docente debe de adquirir nuevas habilidades y competencias en relación a la robótica educativa como herramienta didáctica para poder aplicarla en el aula. Desde el punto de vista psicopedagógico, también es importante que el docente conozca las necesidades, formas y estilos de aprendizaje del alumnado para poder integrar robots educativos adaptados a las necesidades de aprendizaje del alumnado.

Desde la perspectiva del aprendizaje, como se viene diciendo a lo largo del presente escrito, el alumnado a través de la motivación e interés por el uso de un nuevo recurso lúdico ayudará a desarrollar un aprendizaje centrado en la experimentación, la comunicación interpersonal, el desarrollo de procesos metacognitivos, etc., contribuyendo a su vez, que el alumnado pueda relacionar e integrar en su vida diaria las distintas disciplinas STEAM de manera autónoma.

Cuando el alumnado sea consciente y capaz de integrar por sí mismo las habilidades, destrezas y aptitudes en su vida diaria (desarrolladas gracias a la metodología STEAM y a la robótica), será cuando el aprendizaje haya trascendido y adquirido gracias a la metodología y a la robótica empleada en el proceso de aprendizaje.

4. REFERENCIAS

- Celis Cuervo, D. A. y González Reyes, R. A. (2021). Aporte de la metodología Steam en los procesos curriculares. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 279–302. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1405>
- Gómez Francisco, T., y Rubio González, J. (2017). Cognición contextualizada: Una propuesta didáctica y psicopedagógica socioconstructivista para la enseñanza-aprendizaje del derecho. *Revista Pedagogía Universitaria Y Didáctica Del Derecho*, 4(2), 40–63. <https://doi.org/10.5354/0719-5885.2017.47970>
- González Fernández, M. O., Gómez Rodríguez, H., Flores Almendárez, J. M., y Huerta Gaytán, P. (2020). Percepción docente de la importancia de integrar la robótica educativa en escuelas de nivel primaria. *Tecnología Innovación y Práctica Educativa*, 83-92. Obtenido de <http://repositorio.cualtos.udg.mx:8080/jspui/handle/123456789/1516>

- Gorozabel Lucas, K. J., Véliz Briones, V. F., y Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aula invertida para fomentar el aprendizaje significativo en la asignatura Emprendimiento y Gestión. *MIKARIMIN Revista Multidisciplinaria*, 8(3), 105-116. doi:<http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2892>
- Kim, H., y Chae, D. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925-1936.
- Raposo Rivas, M., García Fuentes, O., y Martínez Figueira, M. E. (2022). La robótica educativa desde las áreas STEAM en educación infantil: Una revisión sistemática de la literatura (2005-2021). *Prisma Social: revista de investigación social*, (38), 94-113.
- Real Academia Española: Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.6 en línea]. <https://dle.rae.es> [02/02/2023].
- Sánchez, T. S. (2019). La influencia de la motivación y la cooperación del alumnado de primaria con robótica educativa: un estudio de caso. *Panorama*, 13(25), 117-140.
- Tamayo Guajala, L. P., Tinitana Ordoñez, A. G., Apolo Castillo, J. E., Martínez Avelino, E. I., y Zambrano Pérez, V. L. (2021). Implicaciones del modelo constructivista en la visión educativa del siglo XXI. *Sociedad y Amp; Tecnología*, 4(S2), 364–376. <https://doi.org/10.51247/st.v4iS2.157>

PROPUESTA DIDÁCTICA “APARCANDO ESTEREOTIPOS”

G MORENO FONTIVEROS, H DURÁN CÁDIZ, PJ LABELLA MONTES, A JURADO MORENO,
N MARTÍNEZ COBO, J RUÍZ LATORRE

Profesorado del Instituto de Educación Secundaria (IES) Benalmádena, Benalmádena, España
gmorenofontiveros@gmail.com

Abstract

La propuesta didáctica titulada “Aparcando estereotipos” se desarrolla en la materia de Computación y Robótica. Consiste en resolver un problema contextualizado e interesante para el alumnado: movimiento de una barrera de un aparcamiento y control de ocupación utilizando Arduino. Su eje vertebrador es trabajar cuestiones de género fomentando la participación del alumnado en programas de la Universidad de Málaga cuyo objetivo es aumentar la vocación de mujeres en Steam y el trabajo sobre igualdad de género en distintas áreas. Esta propuesta didáctica ha obtenido el Primer Premio Nacional “Alianza STEAM por el talento femenino, Niñas en pie de ciencia”.

Keywords

Arduino, igualdad de género, propuesta didáctica, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

La propuesta didáctica titulada “Aparcando estereotipos” se desarrolla en el IES Benalmádena durante el curso 2021/2022 en 2º y 3º Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de la materia de Computación y Robótica (CyR). Se fundamenta en resolver un problema contextualizado y de interés para las chicas y chicos: movimiento de una barrera de aparcamiento de coches y control de ocupación mediante luces leds desarrollando programas en lenguaje C++ en IDE de Arduino. Durante todo su desarrollo se ha trabajado cuestiones de género utilizando distintas estrategias: se ha fomentado la identificación de estereotipos sexistas, se ha despertado el interés de chicas en STEAM, ha promovido cambios afectivos y de conducta que ayudan a favorecer la igualdad de género y ha contribuido a la comprensión y respeto entre géneros aparcando estereotipos obsoletos.

El contexto elegido para el desarrollo de esta propuesta didáctica ha sido el tema de los coches. Esta decisión se llevó a cabo siguiendo la siguiente línea:

En primer lugar, elegir una temática que tenga una fundamentación científica, especialmente la discriminación entre sexos y una vez seleccionado contar con la aprobación y entusiasmo de nuestro alumnado. Para ello, tomamos la investigación exhaustiva llevada a cabo en la tesis doctoral de Gloria Moreno, profesora participante (Moreno, G., Blanco, A., y España, E., 2017). A esto se le añade, que durante el diálogo abierto inicial se concluyó que la temática de los coches, de su aparcamiento y el abordaje de los estereotipos sexistas pertenecían a sus intereses.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

2.1. Objetivos Didácticos (OD)

Los objetivos didácticos son los siguientes:

OD.1. Despertar el interés en chicas y chicos en el ámbito STEAM.

OD.2. Ser consciente de la existencia de estereotipos de género en el ámbito STEAM.

OD.3. Desarrollar los pasos del proceso tecnológico para llevar a cabo el prototipo (maqueta) del aparcamiento automatizado.

O.D.4 Resolver problemas sencillos de la vida diaria mediante el uso de la placa de arduino mediante el montaje de sus componentes.

O.D.5. Escribir programas mediante el lenguaje C++ con IDE de Arduino.

O.D.6. Conocer y comprender la relevancia del lenguaje de programación en nuestra sociedad.

2.2. Contexto. Escenario y recursos

La propuesta didáctica se implementa en un grupo de 2º y tres grupos de 3º ESO de la materia de CyR. El curso 2021/2022 es el primer curso que se imparte CyR como materia de libre configuración autonómica en Andalucía (Junta de Andalucía, 2021).

La propuesta didáctica se ha llevado a cabo de forma presencial en dos aulas específicas: aula de informática y aula taller.

Los recursos utilizados son: un kit de Arduino con diversos componentes, herramientas del aula taller de tecnología, tableros de contrachapado o DM de 3-5 mm de grosor y un portátil por grupo de trabajo.

2.3. Instrumentos de recogida de información

Se recoge información mediante el uso de la plataforma Classroom, utilizándose de manera activa como portfolio donde los/las estudiantes recopilan todas las prácticas realizadas, así como fotos y vídeos, siendo accesible para las familias. El seguimiento de las diferentes sesiones de clase se lleva a cabo mediante anotaciones en el diario del profesor/a.

2.4. Descripción breve de tareas

El proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestra propuesta didáctica se lleva a cabo a partir de sucesivas tareas:

Tarea 1. Puesta en común de ideas iniciales. El profesorado plantea cuestiones para iniciar una puesta en común de ideas donde el alumnado se exprese libremente promoviendo la escucha activa entre estudiantes (OD. 1 y 2).

Tarea 2. Prácticas con Arduino. Como primer contacto con la programación de Arduino en IDE Arduino se llevaron a cabo las siguientes prácticas: práctica 0: Registro con Arduino Blocks y Tinkercad (1 sesión); práctica 1: Led intermitente (1 sesión) práctica 2: Semáforo (2 sesiones); práctica 3: Led con pulsador (1 sesión); práctica 4: SOS. Código Morse (1 sesión); práctica 5: Detector de luz-LDR (2 sesiones) (véase Fig. 1); práctica 6: Servomotor (1 sesión) y práctica 7: Infrarrojos (1 sesión).

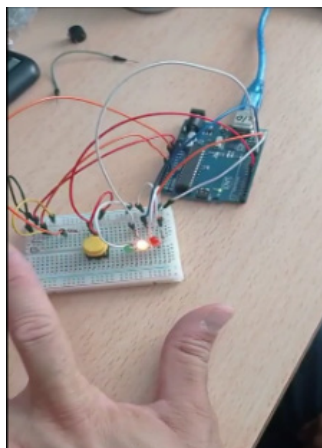


Figura 1. Práctica 5. Detector de luz-LDR.

En cada práctica se plantean retos para el alumnado que tiene un ritmo de aprendizaje más significativo. En Classroom se sube el montaje en tinkercad, un vídeo donde se observe el funcionamiento del montaje y el programa realizado en IDE de Arduino. Además, sirve para que las familias conozcan el trabajo de sus hijos e hijas. (OD. 3 y 4).

Tarea 3. Lectura de un artículo de un periódico y reflexión grupal. El profesorado sube a la plataforma Classroom un enlace web de un artículo del periódico El Mundo titulado “Belén García, ingeniera de Airbus: escuché a un cliente preguntar si yo era la nueva jefa o a becaria”. Su lectura dio lugar a una posterior puesta en común de ideas. Esta tarea se desarrolla de forma intercalada durante el desarrollo de las prácticas de la Tarea 2. (OD. 1 y 2).

Tarea 4. Charla de la Dra. Silvana Teresa Tapia Paniagua, profesora-investigadora de la Facultad de Biología de la Universidad de Málaga (UMA) promovida por la orientadora Hortensia Durán. Durante el desarrollo de la charla se hace un análisis de los avances en las vacunas para la COVID-19, resaltando el papel tan relevante y protagonista de las mujeres en estas investigaciones en España y en la carrera aeroespacial a Marte. (OD. 1 y 2).

Tarea 5. Producto final. Prototipo de aparcamiento de coches automatizado. El profesor/a plantea la situación de aprendizaje que se va a trabajar: prototipo de aparcamiento de coches automatizado. Dos únicos condicionantes: una barrera levadiza automatizada con un sensor de presencia de coches y control de ocupación de una plaza de aparcamiento mediante un sensor LDR y visualizado mediante led rojo y verde según sea la ocupación del aparcamiento (véase Fig. 2). Para el desarrollo de esta tarea se siguen los pasos del proceso tecnológico a partir del trabajo en equipo: diseño de cada grupo (bocetos y croquis) mediante lluvia de ideas; reparto de las tareas entre los miembros del grupo; planificación del tiempo, de materiales y de las herramientas a utilizar; construcción del prototipo; diseño del programa en lenguaje C++ con IDE de Arduino y comprobación y verificación del funcionamiento del prototipo final. (OD. 2, 3, 4 y 5).



Figura 2. Tarea 5. Maqueta realizada por un grupo de alumnas de 3º ESO de CyR.

2.5. Atención a la diversidad

El diseño y desarrollo del proyecto se ha realizado con la metodología del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA). A continuación, se esboza algunas de las estrategias utilizadas para la consecución de los principios:

I Principio: Se ha utilizado textos audiovisuales, escritos y kits de robótica de Arduino. Se ha utilizado avisos para dirigir la atención hacia lo que es esencial y se ha establecido vínculos entre conceptos mediante analogías o metáforas.

II Principio. Se utilizó la mentoría mediante el apoyo entre iguales, las chicas se convirtieron en grandes pilares. Se retiraron los apoyos de forma gradual a medida que aumentaba la autonomía.

III Principio. Se ha ofrecido una actividad contextualizada a la vida real diseñando actividades multinivel. Se ha permitido que los/as estudiantes participen en el diseño de las actividades, involucrándose para que ellos/as se marquen sus propias metas, constituyendo un proyecto abierto.

2.6. Evaluación del aprendizaje y del proceso

Los instrumentos de evaluación utilizados han sido: portfolio del alumnado con las prácticas desarrolladas en formato vídeo o foto subidas a la plataforma Classroom; rúbrica de las prácticas (Tarea 2) y del producto final (Tarea 5) y el cuaderno de la profesora y profesor.

3. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Los principales resultados obtenidos son los siguientes:

Algunos grupos de trabajo de estudiantes no alcanzaron el desarrollo íntegro del producto final por falta de organización en el grupo.

Con la puesta en práctica de esta propuesta didáctica hemos promovido el desarrollo competencial científico y tecnológico al igual que el aprendizaje activo e inclusivo de las chicas. Es transferible al contexto social y personal de la vida del alumnado.

Por otra parte, valoramos que seleccionaron tres chicas que desarrollaron nuestra propuesta didáctica al Campus Tech Chicas UMA-Informática 2022 cuyo objetivo es mejorar las vocaciones tecnológicas en las chicas. Asimismo, este curso 2022/2023, nueve estudiantes participan en la Cátedra Lamarr que desarrolla la Universidad de Telecomunicaciones de la UMA con objeto de mejorar las vocaciones tecnológicas en las chicas.

Con respecto al Centro en este curso actual 2022/23 hay un aumento considerable de alumnos/as que han elegido la materia optativa de computación y robótica de 1º ESO a 3º ESO, especialmente se resalta el número de chicas, principalmente en 3º ESO. Lo mismo ocurre en la materia optativa de 4º ESO donde se imparten conocimientos de CyR.

Además, esta propuesta ha promovido en el Centro iniciativas de trabajo interdisciplinar entre departamentos en relación a la igualdad de género en el ámbito STEAM y otros ámbitos.

Por último, al inicio de este curso presentamos este proyecto a los premios “Alianza STEAM por el talento femenino, Niñas en pie de ciencia” convocados por el Ministerio de Educación y Formación Profesional y obtuvimos el Primer Premio en la Categoría de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

4. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas son las siguientes:

A. ¿Constituye la propuesta didáctica “aparcando estereotipos” un contexto adecuado para la Educación Secundaria?

El prototipo sobre un aparcamiento de coches automatizado es un problema relevante en la vida cotidiana de los/as estudiantes. en el ámbito STEM. El proceso de análisis, diseño, programación y montaje, pruebas y verificación del prototipo del aparcamiento de coches automatizado pone de manifiesto que se desarrollan conocimientos tecnológicos y cuestiones de género relevantes para el adecuado compromiso social por romper las desigualdades de género existentes en STEM.

B. ¿Cómo ha influido esta propuesta didáctica en despertar el interés de chicas en el ámbito STEM? ¿ha habido cambios cognitivos, afectivos y de conducta que ayuden a favorecer la igualdad de género?

Durante el desarrollo de las prácticas las alumnas de un grupo de 2º ESO destacaron en los siguientes aspectos: la mayoría de las chicas destacaban en la agilidad mental en el aprendizaje de nuevos conceptos técnicos de robótica; el tiempo de ejecución de las prácticas en estas chicas era menor que en los chicos, provocando que la profesora les solicitara que el tiempo restante adoptarían el rol de ayudantes. Con la ayuda entre iguales se impulsa la creación de vínculos y esto supuso que los chicos realizaran un reconocimiento público en clase de sus compañeras solicitando de forma efusiva su ayuda para la ejecución de las prácticas de robótica. Asimismo, desde el inicio de la práctica final (véase Tarea 5) las chicas se decantaron por el desarrollo del programa en C++ con IDE Arduino mientras que la mayoría de los chicos prefirieron el rol de ejecución y montaje de la maqueta llevando el liderazgo del éxito del mismo. De esta forma, consideramos que de forma general se ha contribuido a la comprensión y el respeto entre género s aparcando estereotipos obsoletos como: “Los niños son mejores en ciencias que las niñas” que queda aparcado durante el desarrollo de las clases cuando ellos le piden ayuda a ellas y “Las niñas no sirven para las ingenierías” ya que fueron ellas las que, de forma general, desarrollaron por iniciativa propia la programación del aparcamiento automatizado.

5. TRANSFERENCIA AL PROFESORADO DEL CENTRO

A raíz de esta propuesta didáctica se ha conseguido promover el trabajo interdisciplinar por gran parte del Claustro del profesorado y estudiantes teniendo como eje vertebrador la igualdad de género. Entre algunas propuestas llevadas a cabo destacamos el “proyecto Barbie” que se está desarrollando en el presente curso 2022/2023. La profesora del ámbito científico-tecnológico ha realizado con el alumnado de 3º de Diversificación Curricular una Barbie a tamaño real, demostrando que biológicamente es imposible, no pudiéndose sostener. Para ello, han trabajado las proporciones en matemáticas y la parte relacionada con los hábitos alimenticios en Biología. Se realizó junto al profesor de Educación Plástica y Visual. Una vez elaborada, surgió la propuesta de modificar su aspecto. Para ello parte del alumnado de 4º ESO que está dirigido al

bachillerato de ciencias sociales buscaron imágenes de mujeres en obras de artes que representaban cuerpos no normativos actuales para cubrir la estructura de la Barbie con imágenes de las tres gracias de Rubens, el autorretrato de Frida Kahlo, etc., buscando de esa forma que esas imágenes de otras mujeres que representan la diversidad arropen y vistán a la Barbie, convirtiéndose finalmente en un expositor de otros cuerpos, otras formas y otras vidas.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la creación de un equipo de profesorado donde se unen diferentes perfiles profesionales y de distintas áreas como son el área científica-tecnológica y el área artística, contando además con el apoyo fundamental de la orientadora.

7. REFERENCIAS

- Moreno, G., Blanco, A., y España, E. (2017). La compra de un coche como contexto para el desarrollo de competencias científicas. Un estudio en Tecnologías de 3º curso de Educación Secundaria Obligatoria. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10630/16442>
- Junta de Andalucía (2021). Orden de 15 de enero de 2021, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

UN MÉTODO GRÁFICO PARA MEJORAR LA INTERPRETACIÓN DE ENUNCIADOS Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

FRANCISCO GRIMALDO¹, MARÍA T. SANZ¹, DANIEL GARCIA-COSTA¹, CARLOS VALENZUELA², ALEJANDRO GUERRA³, NICANDRO CRUZ³, DIANA HERREROS-TORRES¹, ARIADNA GÓMEZESCOBAR⁴, MARÍA SANTÁGUEDA-VILLANUEVA⁵, EMILIA LÓPEZ-IÑESTA¹

¹ *Universitat de València, España*

² *Universidad de Guadalajara, México*

³ *CIIA - Universidad Veracruzana, México*

⁴ *Universidad Autónoma de Madrid, España*

⁵ *Universitat Jaume I, España*

Francisco.grimaldo@uv.es

Abstract

Para resolver problemas con éxito, se debe leer, planificar estrategias, revisar el procedimiento, comprobar la solución y comunicar los resultados. Distintas investigaciones han mostrado una correlación positiva entre el desempeño en el planteamiento, la resolución de problemas y el nivel de comprensión lectora en estudiantes de todos los niveles. En este trabajo se expone un método que emplea estrategias de lectura y representaciones gráficas para el planteamiento y la resolución de problemas de matemáticas en alumnado de Educación Primaria.

Keywords

Lectura, Matemáticas, Representación gráfica, Resolución de problemas.

1. INTRODUCCIÓN

En la resolución de un problema de Matemáticas u otras materias, se requieren muchas de las capacidades básicas presentes en todas las áreas del currículum educativo, entre ellas la lectura y la reflexión. Esto queda reflejado en uno de los programas de evaluación externa más conocidos cómo son las pruebas PISA (*Programme for International Student Assessment*) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). El Programa PISA evalúa, en cada edición, tres dominios principales: la competencia en comprensión lectora, la competencia matemática y la competencia científicotecnológica y cada año añade un dominio nuevo que, en PISA 2022, fue el pensamiento creativo (CSASE, Consejo Superior de Evaluación del Sistema Educativo, 2021). Cada edición se prioriza una competencia y las pruebas de 2022 se han centrado en la evaluación de la competencia matemática como materia principal.

Otra de las evaluaciones transnacionales del rendimiento académico más conocidas que permiten realizar una comparación de los niveles de conocimiento y comprensión del alumnado entre países y se emplean como una métrica para valorar la calidad de los sistemas educativos son las pruebas TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Education*) de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo.

Los resultados de matemáticas de PISA 2022 (año de la última evaluación realizada), indicaron que España con 473 puntos estaba ligeramente por debajo de la puntuación mediana de la OCDE que tenía 472 puntos. En la prueba TIMMS 2019 de matemáticas, España obtuvo 502 puntos, situándose por debajo de la media de los países de la OCDE (527 puntos) y de la UE (513). Las y los destinatarios de la prueba TIMMS son alumnado de cuarto curso de educación primaria y la evaluación se realiza con una periodicidad de cuatro años. La prueba PISA se realiza cada tres años a estudiantes que tienen 15-16 años en el momento de realización de la prueba. Debe hacerse notar que las últimas pruebas TIMMS realizadas en 2022, están en proceso de evaluación y todavía no se conocen los resultados.

Los resultados del estudiantado en matemáticas y en la resolución de problemas en los informes de PISA (OECD, 2023) y TIMSS (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020) ponen de manifiesto que es necesario mejorar y trabajar de una forma estratégica utilizando habilidades de pensamiento y razonamiento amplias y muy desarrolladas que mejoran la alfabetización matemática del alumnado del siglo XXI tanto en educación primaria como en secundaria. En particular, el marco de competencia matemática PISA 2021 define que “la alfabetización o competencia matemática es la capacidad de un individuo para razonar matemáticamente y formular, utilizar e interpretar las matemáticas para resolver problemas en una variedad de contextos del mundo real. Incluye conceptos, procedimientos, hechos y herramientas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a las personas a conocer el papel que juegan las matemáticas en el mundo y a emitir los juicios y tomar las decisiones muy fundamentados que necesitan los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos de siglo XXI” (CSASE, 2021, p. 18).

El proceso de resolución de un problema se define como “la actividad mental desplegada por el resolutor desde el momento en que, siéndole presentado un problema, asume que lo que tiene delante es un problema y quiere resolverlo, hasta que da por acabada la tarea” (Puig y Cerdán, 1988, p. 21).

En particular, el alumnado de Educación Primaria cuando comienza a practicar la resolución de problemas matemáticos se enfrenta a desafíos como el aprendizaje del método que ha de utilizar (por ejemplo, aprender a sumar o restar) y la interpretación del problema en sí. Además, en ocasiones, el enunciado de los problemas resulta complejo debido a: 1) las palabras empleadas y sus aspectos léxicos y morfológicos; 2) las cantidades y sus relaciones; y 3) la relación entre estos dos aspectos anteriores (Boonen et al., 2014; Daroczy et al., 2015; Sanz et al., 2020; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008).

Para superar estas dificultades, se trabaja conjuntamente la lectura y la resolución de problemas. En este sentido, las fases de Pólya (1945) siguen vigentes y se relacionan con la definición de lectura de Santiago et al. (2007) que incluye un proceso que incluye abstracción, análisis, síntesis, inferencia, predicción y comparación. Así se ponen en juego los conocimientos, intereses y estrategias del lector o lectora, con los aspectos que proporciona el texto, en unas circunstancias determinadas. De esta forma, la lectura se torna una interacción entre lector, texto y contexto que combinada con un método gráfico puede mejorar la interpretación de enunciados y la resolución de problemas.

En el área de investigación de la resolución de problemas, distintos autores ponen de manifiesto que el éxito de las y los resolutores de problemas competentes puede ser debido en gran parte a su habilidad para construir representaciones apropiadas de los enunciados. Esto, como sugieren Schultz y Waters (2000), les brinda la oportunidad de sopesar las ventajas y desventajas de las diferentes formas de representación.

Este trabajo presenta un método para mejorar la comprensión de los problemas de matemáticas por parte de las y los estudiantes de todos los niveles educativos mediante el uso de técnicas de lectura, como basados en grafos que muestran las relaciones existentes entre las cantidades de los enunciados de los problemas. Los resultados también se muestran de un estudio piloto realizado en un centro educativo donde se presentó esta técnica de resolución de problemas.

2. PROPUESTA DE MÉTODO DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA

La propuesta que realizamos consiste en una metodología para alumnado de todos los niveles educativos (Infantil, Primaria, o niveles superiores) con el que mejorar la comprensión de un problema matemático a través de mecanismos de lectura basándonos en Puig y Cerdán (1988) y el método de Pólya (1945).

Utilizaremos el siguiente enunciado de problema de matemáticas adaptado de Matemáticas Evolución de la Editorial Cuadernos Rubio para mostrar el procedimiento: en una granja hay 8 vacas y cada una da diariamente 15 litros de leche. ¿Cuántos litros de leche darán todas las vacas en una semana? De este enunciado, se debe hacer una lectura detallada para que el alumnado obtenga la información relevante y realice una división del texto en proposiciones o fragmentos.

El procedimiento explicado se ilustra con un enunciado de la Editorial Cuadernos Rubio: en una granja hay 8 vacas y cada una da diariamente 15 litros de leche. ¿Cuántos litros de leche darán todas las vacas en una semana? Este enunciado se divide en tres proposiciones: proposición 1 “En una granja hay 8 vacas”, proposición 2 “Cada vaca da 15 litros de leche al día” y proposición 3 “¿Cuántos litros de leche darán todas las vacas en una semana?”.

Tras esto, se obtendrá una lista de las cantidades (datos o incógnitas) y una etiqueta de los conceptos de las proposiciones del enunciado. Por ejemplo, de la proposición 1 se obtiene como dato la cantidad 8 vacas que se etiqueta con el concepto “vacas en la granja”. De la proposición 2, se obtiene el dato 15 litros de leche y 7 días, que se acompañan de la etiqueta “litros de leche en un día una vaca” y “días de una semana”, respectivamente. En la proposición 3 se tiene la incógnita principal del problema (total litros de leche de todas las vacas en una semana). Para resolver el problema, además se debe considerar la incógnita auxiliar total de litros de leche que dan las 8 vacas en un día.

En el siguiente paso, se establecen las relaciones existentes entre las cantidades anotadas haciendo uso de los diagramas causales antes de proceder a la resolución numérica. La Figura 1 muestra uno de los dos posibles diagramas que representa el problema. Los elementos de los nodos son rectángulos de las etiquetas del enunciado, las cantidades conocidas entre paréntesis y las incógnitas con la letra x. Las relaciones entre cantidades y conceptos se representan con las líneas o aristas que conectan los nodos.

Se debe mencionar que las relaciones entre las cantidades no siempre se obtienen de forma única, ya que pueden existir diferentes esquemas de resolución.

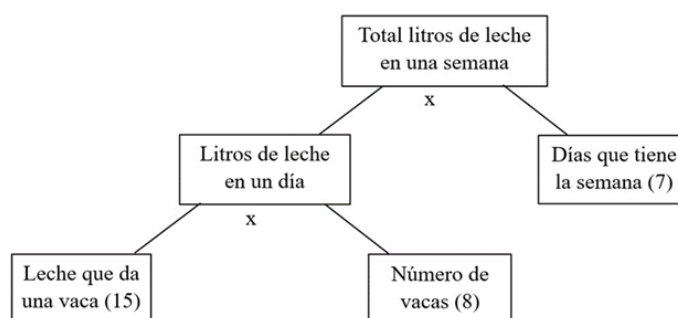


Figura 1. Ejemplo de Diagrama causal del problema.

La Figura 1, ayuda a plantear la resolución del problema en dos etapas. En la primera etapa se resuelve la parte inferior del diagrama para obtener la incógnita auxiliar que contesta la pregunta ¿Cuántos litros dan al día las 8 vacas? y en la segunda etapa, se plantea la pregunta relacionada con la incógnita principal ¿en una semana cuántos litros darán las 8 vacas?

3. RESULTADOS DEL ESTUDIO PILOTO

Se aplica la metodología en un centro rural agrupado de Valencia a 30 estudiantes de clase media de primer curso de Educación Primaria (16 niñas y 14 niños de seis años).

Se estudian las variables estrategia de resolución, diagrama causal construido, fallos cometidos y resultado obtenido.

Como fuentes de información se tienen las resoluciones de los problemas con lápiz y papel y las anotaciones realizadas durante la intervención.

La intervención se lleva a cabo en cuatro sesiones. Se destinó una sesión y media para tomar nota del nivel de partida del alumnado mediante una batería de seis problemas de libros de texto de sumas y restas siendo dos de dificultad básica y dos de dificultad media. Se explicó el método en una sesión y media y tres semanas después, se pasó una batería de problemas similar para que el estudiantado resolviera los problemas utilizando el método expuesto en clase.

Como ejemplo de un problema de nivel básico se tiene: en una estantería hay 5 botes. Juan llevaba en una bandeja 5 huevos. Si se le caen 2 huevos, ¿cuántos huevos le quedan en la bandeja? Un problema de nivel medio es: Jorge tenía 6 caramelos y su tía le dio 4 más. Al día siguiente, Jorge se come 5 caramelos, ¿cuántos caramelos tiene ahora?

El análisis de las resoluciones de la primera batería problemas indica que el alumnado en su mayoría es capaz de realizar problemas de nivel básico y medio de sumas y restas, aunque encuentra dificultades con algunos conceptos como el “triple de” y aquellos problemas donde hay más de una etapa y, por tanto, más de una operación a resolver. También hay diferencias en cuanto al número de problemas resueltos en el tiempo destinado, siendo la media 4 problemas resueltos por estudiante.

Sobre las variables analizadas, se tiene que, en cuanto a la estrategia de resolución, el alumnado en su mayoría antes de la intervención dibujaba la cantidad de huevos o caramelos para entender mejor el problema y procedía a hacer la operación aritmética que se requería en el enunciado. Después de la intervención, más de la mitad de los estudiantes en las representaciones gráficas de las resoluciones de problemas sustituyen esos dibujos por un diagrama. En los problemas de nivel básico, la mayoría de los diagramas construidos están acabados y son correctos. Sin embargo, los diagramas de problemas de nivel medio tienen fallos en su construcción o no están acabados. Entre los fallos cometidos se encuentran: operaciones aritméticas incorrectas, aristas de los diagramas no conectadas o etiquetas mal definidas.

Hay alumnado que necesita el apoyo de objetos físicos o dedos de la mano para contar o simular la acción del enunciado. Además, hay cuatro estudiantes con dificultades con la lectura cuya observación y análisis de las primeras resoluciones indica mayor inseguridad, un ritmo más lento de aprendizaje que se refleja también en el tiempo que necesita para resolver problemas. De este alumnado con dificultades de lectura, llama la atención la mejora en el nivel de corrección de los problemas de nivel básico con sus correspondientes diagramas realizados de manera correcta.

Se puede decir que un análisis preliminar de las resoluciones confirma la mejora de la comprensión del enunciado y la realización de problemas después de la intervención.

4. CONCLUSIONES

Los resultados analizados de la intervención realizada sugieren que la sinergia de estrategias de lectura basadas en la división del enunciado de los PAV y las representaciones de los grafos contribuye a entender mejor los enunciados y los conceptos matemáticos involucrados, resultados en la línea de los trabajos de Boonen et al. (2014), Vilenius-Tuohimaa et al. (2008) o Sanz et al. (2020). Además, el método basado en grafos empleado puede ampliarse a otros niveles educativos. Por otro lado, este estudio exploratorio sirve como punto de inicio para planificar el diseño del sistema informático que contemple el uso de grafos como parte del método de resolución de PAV. La implementación deberá considerar todas las representaciones posibles en forma de grafo para cada problema y que se puedan validar al realizar la comprobación de la resolución dada por el alumnado o el profesorado. Asimismo, se deberá tener la opción de guardar la traza digital del alumnado para su posterior análisis e implementar opciones relacionadas con número de intentos, o tener la posibilidad de facilitar retroalimentación.

5. AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco de los proyectos con códigos UV-SFPIE_PIEE-2736877, UV-SFPIE_PIEC-2737017, CIAICO/2022/154 (Generalitat Valenciana) y PID2023-152834OB-I00 (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades).

6. REFERENCIAS

- Boonen, A. J. H., van Wesel, F., Jolles, J. y van der Schoot, M. (2014). The role of visual representation type, spatial ability, and reading comprehension in word problem solving: An item-level analysis in elementary school children. *International Journal of Educational Research*, 68(4), 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.08.001>
- Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu [CSASE]. (2021). *Marc conceptual de la competència matemàtica. PISA 2021*. <https://cutt.ly/wXB9KAo>
- Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D. y Nuerk, H. C. (2015). Word problems: a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology*, 6, 348. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00348>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). *TIMSS 2019. Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias. Informe español*. https://sede.educacion.gov.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=21925
- OECD (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Puig, L. y Cerdán, F. (1988). *Problemas aritméticos escolares*. Síntesis.

- Santiago, Á. W., Castillo, M. C. y Morales, D. L. (2007). Estrategias y enseñanza-aprendizaje de la lectura. *Revista Folios*, (26), 27-38. <https://tinyurl.com/y4cgy6hg>
- Sanz, M. T., López-Iñesta, E., García-Costa, D. y Grimaldo, F. (2020). Measuring Arithmetic Word Problem Complexity through Reading Comprehension and Learning Analytics. *Mathematics*, 8(9), 1556. <https://doi.org/10.3390/math8091556>
- Schultz J. E., y Waters M. S. (2000). Why representation? *Mathematics Teacher*, 3(6), 448-453. <https://doi.org/10.5951/MT.93.6.0448>
- Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K. y Nurmi, J. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409-426. <https://doi.org/10.1080/01443410701708228>

PROPUESTA METODOLÓGICA BASADA EN EL MODELO DIDÁCTICO SELFIE PARA EL AULA BILINGÜE DE PRIMARIA: SU IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN

I DÍEZ CASTRILLO, E SANZ DE LA CAL

Facultad de Educación. Universidad de Burgos, España

ines.diez.castrillo@gmail.com

Abstract

El modelo didáctico SeLFiE ha sido desarrollado en el contexto del proyecto europeo Erasmus+ SeLFiE “STEAM educational approach and foreign language learning in Europe”. Este modelo retoma el enfoque Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras para el aprendizaje de contenidos a través de una lengua adicional y lo aplica a la enseñanza y aprendizaje de STEAM a través de la narración como hilo conductor. Esta comunicación presenta los resultados obtenidos de la implementación de una experiencia educativa en un contexto bilingüe en 3º de Educación Primaria basada en este modelo didáctico y desarrollada durante el curso escolar 2021-2022. Los resultados de la evaluación apuntan a un alto grado de satisfacción por parte del alumnado implicado en este tipo de aprendizajes integrados ya que han percibido el aprendizaje como un juego sin darse cuenta de que están adquiriendo diferentes contenidos vinculados a distintas áreas al mismo tiempo. Además, el uso de metodologías activas del modelo SeLFiE basadas en la experimentación, práctica y manipulación fomenta el trabajo y creatividad del alumnado con los que se trabaja en una lengua adicional.

Keywords

AICLE, aprendizaje integrado, bilingüismo, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Si nos centramos en la situación actual del bilingüismo en las aulas de primaria, debemos tener en cuenta el enfoque conocido como AICLE, que es el Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (Coyle, Hood y Marsh, 2010). Este enfoque surgió en el año 1995, planteado por el Consejo de Educación de la Comisión Europea junto a otras instituciones con el fin de dar respuesta a la necesidad expresada por el Consejo Europeo de Ministros de Educación de que los ciudadanos adquirieran dos lenguas distintas de la materna. Por ello se creó el enfoque AICLE, que pretende establecer un contexto donde la enseñanza de una lengua adicional y de una materia se diese de una forma integrada. De hecho, actualmente se encuentra presente en el programa educativo de la mayoría de los países, tanto en la etapa de Educación Primaria como en Educación Secundaria, aunque suele ser más frecuente aplicarlo en la primera etapa mencionada (Eurydice, 2006).

Sin embargo, así como establecen numerosas investigaciones, podemos evidenciar que existe una problemática al aplicar el método AICLE y es que, en el contexto educativo actual, no existe una verdadera integración entre ambas áreas, la lengua y el contenido impartido en lengua extranjera. Por una parte, tenemos las clases de idiomas que son totalmente independientes a las clases de contenido, de lo cual surge el principal problema y es que el nivel que se exige en una asignatura de contenido bilingüe se incrementa en gran medida debido a que la enseñanza de la lengua adicional no prepara al alumnado para comprender todos los contenidos que se pretenden enseñar. Una de las causas de que esto ocurra puede estar en el hecho de que el profesorado de una lengua adicional y los de la materia específica a impartir no trabajan de forma conjunta (Infante et al., 2009). Por ello, si queremos llevar a cabo una enseñanza basada en el bilingüismo, algunas de las posibles soluciones serían integrar y relacionar lo que se va a trabajar y, algo esencial, llevar a cabo una enseñanza compartida donde el profesorado trabaje como un equipo, es decir, que este siempre presente la colaboración docente (Halbach, 2008; Lova Mellado y Bolarín Martínez, 2015).

Sin embargo, esto nos hace cuestionarnos si realmente es posible integrar una lengua adicional con otras materias impartidas en dicha lengua en Primaria. Desde esta perspectiva, centramos esta comunicación en el objetivo de validar una experiencia educativa integrada en un contexto bilingüe en Primaria basada en el mo-

delo pedagógico SeLFiE “STEAM educational approach and foreign language learning in Europe” y llevada a cabo durante el curso escolar 2021-2022.

2. MODELO DIDÁCTICO INTEGRADOR “SELFIE”

Este modelo se ha desarrollado en el marco del proyecto Erasmus + SeLFiE que tiene como objetivo principal mejorar las competencias profesionales del profesorado de las secciones bilingües, proporcionando un modelo didáctico que facilite el aprendizaje integrado de lengua y contenidos, en especial de los contenidos de ciencias en Educación Infantil y Primaria. Además, también trata de mejorar la competencia en STEAM y en lenguas extranjeras del alumnado de Educación Infantil y Primaria en Europa.

Los resultados del proyecto fruto de la colaboración entre los socios y socias son:

1. El diseño y validación del modelo pedagógico SeLFiE. (<https://project-selfie.eu/videos/selfie-toolkit/>)
2. El diseño, implementación y validación de secuencias didácticas STEAM+AICLE para contextos bilingües en diversas escuelas europeas. (<https://project-selfie.eu/https-project-selfie-eu-resources/>)

Los socios y socias de este proyecto han creado un modelo didáctico innovador que aporta coherencia e integración de las metodologías activas necesarias para el proceso de enseñanza y aprendizaje en contextos bilingües. Además, se centra especialmente en la enseñanza de las ciencias dentro del marco AICLE. Pero no solo es innovador, sino que también es un enfoque integrador y holístico que logra unir de manera eficaz las distintas pedagogías activas: el enfoque de aprendizaje basado en proyectos (ABP); aprendizaje basado en la indagación (IBL); Proceso de diseño de ingeniería en la educación científica (EDP) y AICLE (Gatt et al., 2021). Es importante resaltar que la narración de cuentos en la lengua adicional como hilo conductor motiva e incentiva al alumnado a desarrollar las actividades manipulativas de Ciencias Naturales, Ciencia Sociales, Matemáticas y Música en lengua extranjera, así como un medio para comunicar al docente y al alumnado su trabajo y productos, en una lengua diferente a la materna. Estas actividades manipulativas interconectadas por la narrativa se enmarcan dentro del aprendizaje basado por proyectos.

El potencial radicalmente innovador de SeLFiE es su capacidad de trabajar una lengua adicional a través de varias materias de forma que se integren y se trabajen de forma conjunta y no aislada.

3. SECUENCIA DIDÁCTICA: “GUARDIANS OF THE SEA”

“Guardians of the sea” es un proyecto que se ha llevado a cabo en tres aulas del curso 3º de Educación Primaria en un centro específico con sección bilingüe. En el caso de 3ºA se han realizado doce sesiones y en los otros dos grupos, 3ºB y 3ºC, se han llevado a cabo siete sesiones con un total de 56 niños y niñas.

En cuanto al proyecto, recibe este nombre debido a que es el título del cuento, el cual es el motor de este y el que nos va a servir como guía de las diferentes actividades y ejercicios que se llevarán a cabo. Además, se basa en el modelo pedagógico SeLFiE, el cual pretende trabajar la interdisciplinariedad, es decir, a partir de un elemento común, en este caso el cuento “Guardians of the sea” (Edwards Schachter 2020), se plantearán diferentes actividades que trabajarán distintas disciplinas. En esta ocasión abarcará las asignaturas de *social science, natural science, arts and crafts* e inglés dentro de la sección bilingüe del centro.

El libro mencionado trata el tema de la contaminación de los mares por lo que este proyecto pretende concienciar al alumnado sobre el ODS 14 – para cambiar esta situación, conocerla a fondo y buscar soluciones eficaces.

3.1. Preguntas de indagación

Para llegar a cabo nuestra investigación sobre la validación de este proyecto partimos de las siguientes preguntas:

- ¿Es posible aplicar el modelo SeLFiE en un aula de 3º de Primaria?
- ¿Resultará más motivante para el alumnado trabajar con un cuento que con varios libros de texto para las distintas materias impartidas?
- ¿Es posible aprender contenidos de diferentes asignaturas a través de una lengua extranjera?
- ¿Podemos emplear un cuento como hilo conector con el fin de trabajar diversas disciplinas desde un enfoque integrador?

3.2. Desarrollo y puesta en práctica del proyecto

El proyecto en sí consta de una serie de actividades donde todas ellas están interconectadas con el fin de que juntas formen una gran unidad cuyo hilo conductor sea el cuento empleado. Además, el alumnado dispone de su *booklet*, un cuadernillo creado y diseñado anteriormente el cual posee todas las fichas que necesitan para la realización de las actividades y ejercicios propuestos.

Por otro lado, dado que nuestro proyecto se desarrolla en torno a un elemento central, que es el álbum ilustrado elegido, vamos a dividir las actividades realizadas en tres grupos, de manera que queden correctamente estructuradas en este documento. Sin embargo, la aplicación dentro del aula no constaría de divisiones entre actividades, de forma que todas estén conectadas formando una gran actividad.

Los conjuntos de actividades serían los siguientes:

- A) *Actividades previas a la lectura*: Dentro de este grupo encontramos las actividades que se realizarán antes de llevar a cabo la lectura, por lo que para su realización habrá que predecir y anticipar empleando la imaginación ya que el alumnado no conocerá la historia en profundidad.
- B) *“Cuentacuentos”*: Esta parte consistiría en la lectura del cuento escogido para la unidad didáctica. En este caso sería “Guardians of the sea” cuya lectura se podría acompañar con marionetas, imágenes, sonidos, etc.
- C) *Actividades posteriores a la lectura*: Tras haber realizado la lectura con el alumnado, pasamos a realizar actividades cuyo objetivo era trabajar a fondo la historia del cuento vinculándolo con contenidos de las áreas de inglés, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Educación Plástica en inglés.
- D) *Evaluación*: Consistirá en que el alumnado rellene una serie de rúbricas y cuestionados en relación a la unidad didáctica llevada a cabo.

3.3. Instrumentos de evaluación

A continuación, exponemos los instrumentos de evaluación que fueron empleados para poder comprobar si el proyecto había logrado su misión y poder dar respuesta a las preguntas de indagación planteadas:

1. *Rúbrica general*: En ella el alumnado evaluó los diferentes aspectos relacionados con el proyecto en función del grado de satisfacción y simplicidad expresando su opinión.
2. *Evaluación de la actividad docente*: El alumnado valoró el trabajo del docente, sus acciones y actitudes a la hora de llevar a cabo el proyecto.
3. *Autoevaluación del alumnado*: A través de diferentes preguntas el alumnado puntuó su propio trabajo, comportamiento y actitud.
4. *Encuesta para los docentes*: Para valorar el trabajo realizado, los propios docentes que hemos participado en este proyecto hemos rellenado un formulario con el fin de valorar nuestro trabajo realizado en este proyecto y detectar posibles aciertos y mejoras.
5. *Diario de observación*: Mediante un diario de observación se ha ido recogiendo de manera sistemática datos esenciales de cada sesión con el fin de detectar las dificultades que iban surgiendo cada día para buscarles una solución. Este registro servirá para sacar conclusiones importantes sobre el proyecto, además de ser gran ayuda a la hora de valorar los resultados.

4. CONCLUSIONES

En primer lugar, ha sido posible aplicar el modelo SeLFiE en un aula bilingüe de Educación Primaria, así como se puede ver en los resultados que expondremos en la comunicación oral, el alumnado percibe esta secuencia didáctica como un juego sin darse cuenta de que están adquiriendo los diferentes contenidos vinculados a distintas áreas al mismo tiempo en una lengua extranjera.

En cuanto a la motivación, hemos visto claramente que esta aumenta de manera muy significativa cuando se trabaja bajo este modelo didáctico. Dicho aspecto queda evidenciado en sus *booklets*, donde se observa el esfuerzo que han puesto a la hora de realizar las diferentes actividades, lo que significa que se han sentido motivados a hacerlas y a poner todo su esfuerzo en ellas. Por último, cabe destacar que esta motivación será aún mayor si el tema que trabaja el cuento es un tema cercano e interesante para ellos como es en este caso, el cual trabaja un tema actual y de importancia que ellos comprenden a través de la fantasía de este género literario que suele ser el más demandado entre el alumnado.

Además, ha sido totalmente posible llevar a cabo el aprendizaje de diferentes contenidos a través de una lengua adicional, ya que es tan simple como adaptar esos contenidos con el fin de que la lengua extranjera no sea un obstáculo a la hora de que el alumnado aprenda. Por lo tanto, esto es totalmente posible si las áreas de contenido y lengua están conectadas y el trabajo de una facilita a la otra y viceversa. El cuento ha sido el motor del proyecto y el envoltorio que ha dado sentido al conjunto de todas las actividades desde un abordaje integrador. Además, conocer la historia les facilitará la ejecución de las distintas actividades ya que, aunque en ocasiones puedan desconocer conceptos en inglés, la vinculación con las diferentes secuencias del cuento hará más fácil que comprendan de qué se está hablando.

Es importante resaltar que gracias a este trabajo hemos podido comprobar que es totalmente viable trabajar sin libros de textos para cada una de las materias en las secciones bilingües, utilizando, como en este caso, metodologías activas basadas en la experimentación, práctica y manipulación que es una forma mucho más efectiva y fomenta el trabajo y creatividad del alumnado con los que se trabaja.

Asimismo, es posible llevar a cabo la interdisciplinariedad en el aula, al igual que se ha realizado en este proyecto, donde cuatro asignaturas estaban totalmente vinculadas a través de un cuento en inglés que es el hilo conductor de estas. Otro aspecto importante, es que, con este tipo de modelos didácticos, se consigue trabajar las cinco destrezas del habla: comprensión oral, comprensión lectora o lectura, expresión oral, expresión escrita o escritura y mediación, en este caso en lengua inglesa.

Por último, quiero destacar la labor realizada por la tutora del centro con la que se ha realizado en este proyecto, llevando así una enseñanza compartida, dónde, gracias a su apoyo, ha sido mucho más sencillo gestionar el aula y desarrollar las diferentes actividades.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Laura Contreras, tutora de 3º de Educación Primaria por la oportunidad de poner en práctica y validar este proyecto en el contexto de mi Trabajo Fin de Grado realizado en el curso académico 2021-2022.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Coyle, D., Hood, P., y Marsh, D. (2010). *CLIL: Content and Language Integrated Learning*. Cambridge University Press.
- Edwards Schachter, M. (2020). *Guardians of the sea*. Independently published.
- Eurydice (2006). *Aprendizaje integrado de contenidos y lenguas (AICLE) en el contexto escolar europeo*. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación y Ciencia.
- Gatt, S., et al. (2021). *The ScienceL2 Toolkit: STEAM y el aprendizaje de un segundo idioma en el mundo*. Selfie Project. Recuperado de: <https://project-selfie.eu/videos/selfie-toolkit/>
- Halbach, A.M. (2008). Una metodología para la enseñanza bilingüe en la etapa de Primaria. *Revista de Educación*, 346, 455-466.
- Infante, D., Benvenuto, G., y Lastrucci, E. (2009). The effects of CLIL from the perspective of experienced teachers. In Marsh, D. et al., *CLIL practice: Perspectives from the field*, 156-163. University of Jyväskylä.
- Lova Mellado, M. y Bolarín Martínez, Mª J. (2015). La coordinación en programas bilingües: las voces del profesorado. *Aula Abierta*, 43(2), 102-109.

TENSEGRIDAD: TENSIONES Y COMPRESIONES EN UN ESPACIO 3D

I CAMARERO SANZ

Colegio San José, Valladolid, España

icamarero@gmail.com

Abstract

La enseñanza no universitaria de materias STEM con amplios y variados contenidos con excesiva frecuencia no aplica estos conocimientos a la práctica. La implementación de talleres multidisciplinares, sin duda, mejora la asimilación de contenidos mediante la manipulación de materiales, tratando de aplicar el “aprender haciendo”. Esta ponencia-taller pretende poner de manifiesto la utilidad de la construcción de aparentes estructuras escalables imposibles, tridimensionales con materiales sencillos (palitos de madera y gomas elásticas). Con diferente enfoque y complejidad se ha utilizado en Enseñanza Primaria, ESO y Bachillerato obteniendo excelentes resultados. Especial mención merecen la aceptación recibida entre el alumnado con necesidades educativas especiales.

Keywords

Compresión, equilibrio, estructuras 3D, fuerza, tensión.

1. INTRODUCCIÓN

“Islands of compression in an ocean of tension, islands of tension in an ocean of compression”.

La palabra Tensegridad viene de “tensional integrity”, término acuñado por Fuller: “la tensegridad es un sistema estructural constituido por elementos de compresión discontinuos conectados por elementos de tensión continuos. El conjunto de fuerzas de compresión y tensión genera un sistema en equilibrio. Los elementos que intervienen están sometidos a cargas axiales.

Este equilibrio da como resultado un sistema con la máxima eficiencia de organización espacial y gasto energético. Estas fuerzas pueden ser no visibles, como la gravedad, o visibles, como las que actúan sobre los palos de madera y bandas elásticas. La tensegridad puede manifestarse en cualquier cosa, desde los átomos más pequeños que se atraen y se repelen entre sí con fuerzas invisibles, hasta los planetas, las estrellas y los sistemas solares. Muchos sistemas en la naturaleza se organizarán naturalmente de esta manera debido a su alta eficiencia, requisitos mínimos de recursos, equilibrio y resistencia a fuerzas externas.

Son integrales, cualquier fuerza externa que reciben se transmite a todos los elementos del sistema por igual lo que hace que se deforme de manera simétrica y global en lugar de colapsarse en una parte, redistribuyendo las fuerzas entre todos los elementos y logrando una nueva forma en equilibrio. La vibración en una parte se transmite al resto de las partes. Esto se debe a la cualidad de autotensión que tiene todo sistema de tensegridad. (Gómez-Jáuregui, s.f.; Torné, 2008).

2. APLICACIONES DE LA TENSEGRIDAD

2.1. Tensegridad en Arquitectura

El concepto clave en este tipo de estructuras es “no linealidad geométrica”. Debido a que las barras y cables solo actúan en un sentido (tracción o compresión) y que una variación en sus tensiones implica grandes desplazamientos, obliga a usar algoritmos complejos que asuman cálculos no lineales. (Agudelo-Zapata, 2014; Sierra, 2021) (Fig. 1).



Figura 1. Cúpula estadio Olimpico de Munich (autor Sahara Prince/Shutterstock).

Un campo de futura investigación en Arquitectura es la aplicación de esta técnica de construcción en sistemas antisísmicos (serie de dispositivos y soluciones que buscan reducir las vibraciones o fuertes movimientos producidos por terremotos), combinados con sistemas hidráulicos.

También se puede esperar su aplicación a sistemas reconfigurables en forma, dependiendo de las fuerzas que actúen sobre ellos (ArchDaily, 2017).

2.2. Biotensegridad

Las estructuras musculoesqueléticas mantienen su forma (función estática). El organismo se encuentra en estado de pre-estrés o pre-tensión para responder a los estímulos del exterior, de forma que, ante una compresión o tracción repentina, el cuerpo se autoestabiliza de forma efectiva (Flemons, 2012; García-Barreno, 2006).

Se están realizando estudios de tensegridad sobre telas de araña (García-Barreno, 2006).

2.3. Robótica

Se han propuesto robots de tensegridad que utilizan una amplia gama de señales mecánicas, modos de locomoción y modalidades de detección. Por ejemplo, algunos robots de tensegridad pueden ajustar la longitud de sus puntales o cables, para cambiar su forma de reposo e inducir el movimiento desplazando su centro de masa. Otros aprovechan el empuje generado por mochilas propulsoras, vibraciones, o hélices. Los robots de tensegridad a menudo muestran conformidad pasiva, lo que permite a su estructura absorber energía, al tiempo que proporciona robustez frente a daños y presión. La deformación pasiva también puede aprovecharse para absorber impactos de caídas accidentales o aterrizajes terrestres o en otros planetas. (Chen y Jiang, 2019; Gómez-Jáuregui et al., s.f.; Shah et al., 2022; Vásquez y Correa, 2005).

2.4. Tensegridad y construcciones civiles

Se ha utilizado la tensegridad en la construcción de puentes, cúpulas y adornos para parques, siempre con un mínimo gasto de material y, por tanto, de gran ligereza (Cobos, 2018; Mercado-Escandon, 2019; Oubasslam, 2021).

2.5. Tensegridad y Matemáticas

El tratamiento de los elementos tensegríticos puede hacerse mediante cálculo vectorial, tensorial y matricial e incluso teoría de grafos (Viglialoro, 2015).

3. DESARROLLO DEL TALLER

3.1. Materiales:

Se emplean palitos de 15 cm de longitud disponibles en bazares, de bajo precio y gomas elásticas. A cada palito se le practica una incisión, con una sierra, en cada una de las bases.

3.2. Desarrollo del taller

Cada asistente que lo desee recibe 9 palitos y 9 gomas elásticas.

Con ellos, con sencillas instrucciones, construiremos las estructuras (Fig. 2-3).

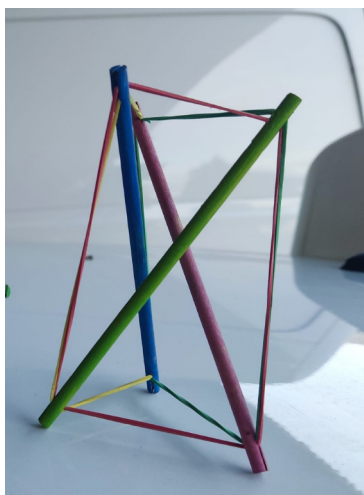


Figura 2. Prisma tensegrítico (autor Ismael Camarero).

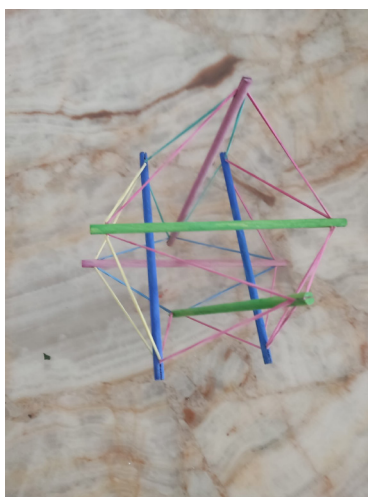


Figura 3. Icosaedro tensegrítico (autor Ismael Camarero).

4. REFERENCIAS

- Gómez-Jáuregui, V. (s.f.). Tensegridad, estructuras de compresión flotante. Recuperado de: http://www.tensegridad.es/Publications/Tensegridad-Estructuras_De_Compresi%F3n_Flotante_by_GOMEZ-JAUREGUI.pdf
- Torné, L. (2008). Tensegridad. Revista IPP, 1. http://www.ub.edu/revistaipp/hemeroteca/2_2008/1_torne.pdf
- Agudelo-Zapata, J.A. (2014). Estructuras tensegríticas. Qué son, cómo se calculan y un programa para “jugar” con ellas. <https://estructurando.net/2014/12/09/estructuras-tensegriticas-que-son-como-se-calculan-y-un-programa-para-jugar-con-ellas/>
- Sienra, R. (2021). Ocho estructuras y edificios que utilizan tensegridad para desafiar a la gravedad. <https://mymodernmet.com/es/tensegridad-arquitectura/>
- ArchDaily. (14 de agosto 2017). Reconfigurable Tensegrity Systems. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/HKpyt5-jeg>
- Flemons, T. (4 de septiembre de 2012). Tensegrity leg: foot. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/uMug6XzP1R4>
- García-Barreno, P. (2006). *El mundo es una armonía de tensiones*. Recuperado de: <http://www.gicor.es/simp-sios/2006/Pedro%20Garcia%20Barreno.pdf>
- Gómez-Jáuregui, V., Otero, C., Arias, R. y Manchado, C. (s.f.). Aplicación de mallas de tensegridad como estructuras ligeras. http://www.tensegridad.es/Publications/Aplicacion_de_Mallas_de_Tensegridad_Como_Estructuras_Ligeras-Articulo_by_GOMEZ-JAUREGUI.pdf

- Vásquez, R. E. y Correa, J. C. (2005). Sistemas tenségricos: nuevas alternativas para la robótica. *Ingeniería y Universidad*, 9(2). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2272250.pdf>
- Shah, D. S., Booth, J. W., Baines, R. L., Wang, K., Vespignani, M., Bekris, K., y Kramer-Bottiglio, R. (2022). Tensegrity robotics. *Soft robotics*, 9(4), 639-656. <https://doi.org/10.1089/soro.2020.0170>
- Chen, B. y Jiang, H. (2019). Swimming performance of a tensegrity robotic fish. *Soft robotics*, 6(4), 520-531. <https://doi.org/10.1089/soro.2018.0079>
- Cobos, J. I. (2018). Tensegridad como sistema estructural alternativo aplicado a puentes peatonales. Universidad de Cuenca. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/288583884>
- Oubasslam, J. (2021). *Study on tensegrity structure and their applications to space* (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <http://hdl.handle.net/2117/360891>
- Mercado-Escandon, J. A. y Morales Guzmán, C. C. (2019). Proceso de diseño de una cubierta con el principio de tensegridad para espacios de esparcimiento. *Procesos Urbanos*, 6(1), 1-9. <https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/3075>
- Viglialoro, G. (2007). *Análisis matemático del equilibrio en estructuras de membrana con bordes rígidos y cables. Pasarelas: forma y pretensado*. Universitat Politècnica de Catalunya. <http://hdl.handle.net/2117/94176>

DISEÑANDO PROYECTOS STEM EN CONTEXTOS RELEVANTES UTILIZANDO PRÁCTICAS CIENTÍFICAS DE INDAGACIÓN, ARGUMENTACIÓN O MODELACIÓN

JR GIRÓN-GAMBERO¹, T LUPIÓN-COBOS²

¹IES Universidad Laboral, Málaga. ²Universidad de Málaga. España.

jesusr.giron@gmail.com

Abstract

El enfoque competencial de la docencia actual precisa del diseño de situaciones de aprendizaje donde el alumnado encuentre utilidad a los conocimientos adquiridos. En este trabajo se presenta el itinerario de diseño seguido y la selección de elementos curriculares y didácticos para la elaboración de tareas, en seis situaciones de aprendizaje que pretenden el desarrollo de competencias STEM en el aula de física y química de secundaria y bachillerato.

Keywords

Proyecto STEM, enseñanza basada en contexto, indagación, argumentación, modelización.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la visión competencial de la enseñanza orientada por la nueva reforma curricular, se enfatiza una educación conducida a través de “situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de las mismas.” (Real Decreto 2017/2022, p. 41574), estableciéndose entre otras, las competencias STEM (Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería) en las etapas obligatorias (MECyD, 2022).

Su tratamiento en el aula requiere estrategias metodológicas y enfoques de enseñanza adecuados, como los derivados de la enseñanza basada en el contexto (Gilbert et al., 2011; Lupión-Cobos y Blanco López, 2021) brindando oportunidades de promover importantes interacciones en las aulas, desde la selección de situaciones de interés en la vida cotidiana, que dotan de significado, autenticidad y relevancia el aprendizaje para el alumnado, posibilitan su interés y motivación escenificados mediante situaciones de aprendizaje, que les permitan vivir la ciencia en contextos idénticos o análogos a aquellos que ellos tienen que confrontar en su vida, pudiendo reconocerlos como propios promoviendo su toma de posturas ante decisiones a tomar en su comportamiento ciudadano.

El estudio de los procesos científicos como la indagación, argumentación o modelización, que participan en estas situaciones, permite la utilización y aplicación de conocimiento de distintas materias, que pueden beneficiarse de la identificación de conceptos y prácticas transversales comunes para la utilización de un enfoque integrador, como representa la educación STEM, cuyos beneficios están asociados al conocimiento compartido desde distintas disciplinas y promoción de identidades científico-tecnológicas, alfabetización científico-tecnológica, justicia social y desarrollo sostenible (Domènech, 2018).

En su abordaje se precisa la participación de docentes reflexivos e innovadores, que elaboren y gestionen dichos procesos en el aula, implicando en su intervención una gran diversidad de capacidades docentes, asociadas entre otros aspectos, a la planificación, diseño, enseñanza y evaluación de las situaciones de aprendizaje que aplican.

Al respecto, este trabajo se centra en describir la selección de elementos didácticos y curriculares que participan en el diseño de proyectos STEM, diseñados desde el enfoque de enseñanza basada en el contexto y la utilización de prácticas científicas asociadas a la indagación.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

Presentar el itinerario del diseño de proyectos STEM, elaborados con enfoques de enseñanza utilizando los procesos inherentes a las prácticas científicas de indagación, argumentación y modelización.

Identificar las componentes didácticas seleccionadas en la situación de aprendizaje propuesta, para el desarrollo de competencias STEM.

3. ITINERARIO DE DISEÑO

El diseño de los proyectos se estructura en tres fases, siguiendo el itinerario especificado en la Fig. 1, donde se indican componentes didácticas (contexto, problema y producto final) y elementos curriculares (saberes básicos y metodología) que participan.

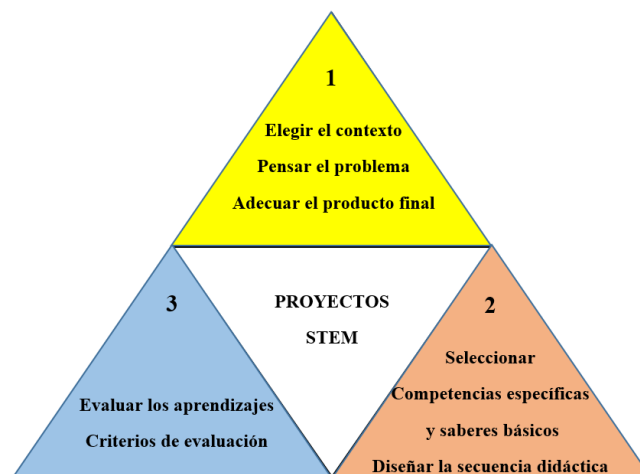


Figura 1. Itinerario de diseño.

En primer lugar, se ha de elegir el contexto y el problema relevante, de interés para el alumnado (Blanco-López, 2018), articulando para el mismo un producto final cuya realización esté a su alcance. Tras esto, se seleccionan las competencias STEM y los saberes básicos involucrados que participarán en la secuencia de tareas, contemplando para su elaboración promover capacidades de los estudiantes asociadas a procesos inherentes a las prácticas científicas, como la de indagación, la modelización y la argumentación. Por último, se evalúan los aprendizajes alcanzados, usando varios instrumentos de evaluación que se vinculan a la adquisición de las competencias mediante los criterios de evaluación que las concretan.

4. LOS PROYECTOS STEM

En los siguientes epígrafes se describen las dos primeras fases de este itinerario del diseño y las tareas que promueven el desarrollo de competencias STEM en 6 proyectos de Física y Química. Los 4 primeros se implementaron en 2ºESO y los 2 últimos en 1º de bachillerato: “El agua solarizada” (Girón, Lupión y Blanco, 2021), “La contaminación acústica” (Girón y Franco, 2019), “Reutilización de mascarillas con luz UVC” (Girón-Gamero y Franco-Mariscal, 2022), “Reutilización de mascarillas con el calor de un secador” (Girón y Lupión, 2023), “¿Son todas las leches iguales?”, “Entrenamiento por mi ciudad”.

4.1. “El agua solarizada”

- Contexto: Pseudociencias
- Problema: Consumo de un agua con supuestas propiedades mágicas curativas
- Producto final: Póster científico con conclusiones sobre la adecuación del consumo de este tipo de agua, basadas en evidencias científicas.
- Saberes básicos: El espectro electromagnético. Parámetros e interacción de la luz con la materia. La materia: densidad, punto de ebullición, propiedades organolépticas, conductividad.
- Tareas para el desarrollo de competencias STEM: Indagación mediante pruebas físicas realizadas a las muestras de agua; construcción de un modelo que explique la solarización; análisis de argumentos en red social en torno al consumo de agua cruda y solarizada; organización de datos en tablas; manejo de instrumental de laboratorio.

4.2. “La contaminación acústica”

- Contexto: Sociedad y medioambiente
- Problema: La contaminación acústica de un instituto
- Producto final: Infografías divulgativas con propuestas de soluciones
- Saberes básicos: El espectro electromagnético. Parámetros de las ondas. La contaminación acústica.
- Tareas para el desarrollo de competencias STEM: Indagación mediante medición de intensidad y longitud de onda con un sonómetro (aplicación de un smartphone); construcción de un modelo de onda; análisis de argumentos en prensa sobre zonas acústicamente saturadas de la ciudad; organización de datos en tablas; manejo de aplicación digital *sonómetro*.

4.3. “Reutilización de mascarillas con luz UVC”

- Contexto: Salud y medioambiente
- Problema: Reutilización de las mascarillas para evitar la contaminación
- Producto final: Presentación oral argumentando sobre las posibilidades de reutilización
- Saberes básicos: El espectro electromagnético. Parámetros de las ondas. La luz UVC
- Tareas para el desarrollo de competencias STEM: Indagación mediante medición de la población bacteriana en una muestra de mascarilla antes y después de aplicar proceso de esterilización con luz UVC; construcción de un modelo de interacción de la luz UVC con los microorganismos; análisis de argumentos en red social sobre un protocolo de esterilización de mascarillas; organización de datos en tablas y realización de gráficas (nº microorganismos-tiempo esterilización); manejo de aparato tecnológico *caja de esterilización con luz UVC*.

4.4. “Reutilización de mascarillas con el calor de un secador”

- Contexto: Salud y medioambiente
- Problema: Reutilización de las mascarillas para evitar la contaminación
- Producto final: Presentación oral argumentando sobre las posibilidades de reutilización
- Saberes básicos: Naturaleza del calor; formas de transmisión
- Tareas para el desarrollo de competencias STEM: Indagación mediante medición de la población bacteriana en una muestra de mascarilla antes y después de aplicar proceso de esterilización con calor; construcción de un modelo de interacción del calor con los microorganismos; análisis de argumentos en red social sobre un protocolo de esterilización de mascarillas; organización de datos en tablas y realización de gráficas (nº microorganismos-tiempo esterilización); manejo de aparato tecnológico *secador*.

4.5. “¿Son todas las leches iguales?”

- Contexto: Salud y alimentación
- Problema: Decisión sobre el consumo de leche o bebida vegetal ante la variedad de productos comerciales
- Producto final: Póster científico argumentando sobre la decisión de consumo
- Saberes básicos: Reacciones químicas; estequiometría; la materia: densidad, punto de ebullición, propiedades organolépticas.
- Tareas para el desarrollo de competencias STEM: Indagación mediante medición de parámetros físicos y químicos (ácido láctico, caseína, azúcares y fermentación) en distintos tipos de leche y bebidas vegetales; construcción de un modelo de la estructura de la leche y las bebidas vegetales; análisis de argumentos en prensa sobre beneficios y perjuicios de la leche de vaca; organización de datos en tablas digitales; manejo de instrumental de laboratorio.

4.6. “Entrenamiento por mi ciudad”

- Contexto: Deporte
- Problema: Diseño de un entrenamiento por la ciudad para un deportista
- Producto final: Presentación oral argumentando la viabilidad del entrenamiento

- Saberes básicos: Energía cinética y potencial; fuerzas y rozamiento
- Tareas para el desarrollo de competencias STEM: Indagación mediante medición del rozamiento y medición de la fuerza aplicada de forma indirecta por la aceleración producida en un cuerpo (aplicación Smartphone); construcción de un modelo de fuerzas en torno a una bicicleta; análisis de argumentos en red social sobre un entrenamiento por la ciudad; organización de datos en tablas digitales; manejo de aplicación digital *fizziq* y material físico (metro, bicicleta, cronómetro).

5. CONCLUSIONES

Los seis proyectos mostrados, articulados en el nuevo escenario curricular, se han diseñado para promover las competencias clave del alumnado y específicamente competencias STEM. La utilización de enfoques de enseñanza en contexto y el uso de prácticas científicas diversas (indagación, modelización o argumentación) mediante una estructura equivalente, integrada por tres componentes didácticas (contexto, problema y producto final), ha permitido el abordaje de situaciones problematizadas, cercanas para el alumnado de Ed. Secundaria y Bachillerato sobre su entorno personal y social (pseudociencia, salud y medioambiente ó deporte). Las tareas propuestas acercan al alumnado el conocimiento en torno a los saberes básicos del currículo de Física y Química.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias», referencia PID2019-105765GA-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. El estudio se realizó de acuerdo con el protocolo aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Málaga (CEUMA) referencia 31-2022-H.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blanco-López, A. (2018). Proyecto CPAIM: Integrando el desarrollo de competencias y prácticas científicas en el tratamiento de problemas de la vida diaria. *Boletín ENCIC: Revista del Grupo de Investigación HUM-974*, 2(1), 2-6.
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia científica. *Apice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.
- Gilbert, J., Bulte, A., y Pilot, A. (2011). "Concept Development and Transfer in Context-based Science Education." *International Journal of Science Education* 33 (11): 817-837. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.493185>
- Girón, J.R. y Franco, A. J. (2019). Indagación sobre la contaminación acústica en un instituto de secundaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 98, 77-80.
- Girón-Gamero, J.R. y Franco-Mariscal, A. J. (2022). Esterilización de mascarillas higiénicas con métodos físicos. Un estudio de caso con estudiantes de secundaria españoles. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación (REXE)*. 21(47) 428-450. <https://doi.org/10.21703/0718-5162202202102147023>
- Girón J.R., Lupión, T., y Blanco, Á. (2021). El proyecto "Agua solarizada" para el desarrollo de competencias científicas en el alumnado de la ESO. En D. Cebrián-Robles, A.J. Franco-Mariscal, T. Lupión-Cobos, C. Acebal-Expósito y A. Blanco-López (Coords.). *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía. Transferencia al aula*. Barcelona (España). Graó.
- Girón J.R. y Lupión, T. (2023). Estudio del calor en un proyecto ABP indagativo sobre microorganismos. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 112.
- Lupión Cobos, T. y Blanco López, A. (2021). La enseñanza de las ciencias basada en el contexto: visión del profesorado. En D. Cebrián-Robles, A.J. Franco-Mariscal, T. Lupión-Cobos, C. Acebal-Expósito y A. Blanco-López (Coords.). *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía Transferencia al aula*, 365-380. Graó.
- MECyD. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, páginas 41571 a 41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>

ARQUITECTOS EN LA CIUDAD

A COLLANTES LUIS, J GARCÍA BARRIGA, G GARCÍA GAGO, M GIL ESTEBAN

Colegio Salesiano San José, Salamanca, España

jgarcia@salesianospizarrales.com

Abstract

Proyecto STEM interdisciplinar en 4ºESO, uniendo varias asignaturas y trabajando por grupos cooperativos. Primero visitamos algún monumento o edificio significativo de la ciudad. Como no podemos hacer las medidas con una cinta métrica debido a su tamaño, entonces utilizamos la geometría que hemos aprendido en clase. Con los datos ya recogidos, volvemos al aula y realizamos el modelo digitalmente y a escala, para luego poder imprimirlo en 3D. Este proyecto se realiza desde hace varios años y ya hemos hecho los monumentos más importantes de Salamanca, como la Universidad o la Plaza Mayor.

Keywords

Geometría, Impresión 3D, Motivación.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las complicaciones que tiene la educación secundaria es encontrar la motivación suficiente intrínsecamente para promover un aprendizaje significativo en el propio alumno. En nuestro caso, lo hemos conseguido con este proyecto que incluye aplicaciones prácticas de geometría, impresión en tres dimensiones, proyecto interdisciplinar con varias asignaturas... Es una experiencia que con la del curso 2022-2023 es la sexta vez que se realiza, siempre con una gran ilusión por parte del alumnado, e incluso ha llegado a ser seleccionada entre las mejores experiencias educativas en la feria nacional de SIMO Educación de 2022.

Consta de diferentes fases en las que algunas asignaturas tienen más peso en esa parte por lo que requiere coordinación entre los profesores. En lo que se refiere a inversiones en recursos o materiales, gran parte del proyecto se puede realizar de manera gratuita. El mayor gasto podría ser una impresora 3D pero ya hay bastantes centros que cuentan con una y si no, se pueden llevar a imprimir a sitios especializados por un bajo coste. Por otro lado, las webs nombradas son de carácter gratuito y relativamente sencillas de manejar después de ver las principales opciones.

2. CONTEXTO

Todo este proyecto se realiza en el Colegio Salesiano San José, situado en el barrio de Pizarrales, en Salamanca (España). El proyecto se realiza con todos los alumnos de 4ºESO y participan las siguientes materias con sus profesores (en la Tabla 1 se pueden ver los bloques de contenidos, según LOMCE):

- Matemáticas: Mónica Gil Esteban
- Tecnología: Ana Collantes Luis
- Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional: Jorge García Barriga
- Orientación y Jefatura de Estudios: Gloria García Gago

Tabla 1. Bloques de contenidos.

Asignatura	Bloques de contenidos
Matemáticas	Bloque 1. Contenidos comunes Bloque 3. Geometría
Tecnología	Bloque 6. Tecnología y Sociedad
Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional	Bloque 1. Técnicas instrumentales básicas Bloque 3. Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)

Se trabaja mediante grupos cooperativos y cada alumno dispone de un iPad debido al proyecto digital. Todo ello desde hace más de seis años, por lo que estas dos metodologías nos facilitarán bastante el proyecto.

Los alumnos de 4ºESO, debido a su optatividad podríamos separarlos en Académicas (más enfocado a seguir en Bachillerato) y Aplicadas (pensado para continuar en Formación Profesional). El grupo se divide en varias asignaturas por lo que aproximadamente la mitad del horario están separados y la otra mitad todos juntos. Esto condiciona los grupos que tendremos y que no todos tienen la misma información o preparación, por lo que tendrán que trabajar cooperativamente.

3. FASES DE TRABAJO

Inicialmente se comienza compartiendo con los alumnos un espacio para poder acceder a la información que haga falta, subir documentos necesarios... En nuestro caso es una clase de Google Classroom, pero podría ser una carpeta compartida de otro tipo, otro gestor...

3.1. Presentación

Se les explica a los alumnos el proyecto, qué vamos a intentar realizar y se les enseña una carta motivacional en la que parece que el Ayuntamiento nos pide ayuda para crear representaciones de los monumentos de la ciudad. En otros momentos, esa carta ha cambiado ya que por ejemplo, coincidió el 800 aniversario de la Universidad de Salamanca y colaboramos directamente con ellos, así que en la presentación puede haber pequeños cambios, pero principalmente es la explicación y motivación inicial.

3.2. Trigonometría

Con los alumnos de Matemáticas Académicas se comienza a trabajar la geometría, para que conozcan los fundamentos iniciales. Luego se hace una lluvia de ideas de cómo podríamos medir los monumentos de la ciudad para el proyecto, ya que son demasiado grandes para una cinta métrica.

Finalmente se concluye que con trigonometría, determinan la fórmula necesaria y la herramienta para hacer las mediciones, que en este caso será un clinómetro consistente en un transportador de ángulos con un péndulo, que al inclinarse al observar ciertos puntos del monumento, nos da un ángulo.

3.3. Salida

Durante unas dos horas realizamos la salida al monumento correspondiente para hacer las mediciones. Llevan material para apuntar las medidas, cintas métricas para ver la distancia a la que se hacen las medidas, el clinómetro para ver los ángulos... Durante todo ese tiempo trabajan recogiendo los datos que les puedan hacer falta.

3.4. Cálculos

Una vez recogida toda la información durante la salida anterior, por grupos tendrán que ir pasando los datos, calculando longitudes teniendo en cuenta los ángulos, realizando escalas..., para poderlo hacer todo a un tamaño factible para la impresora 3D.

3.5. Diseño digital

Cuando van teniendo las medidas ya a escala, van creando su modelo del monumento en la página web de Tinkercad. Con esta plataforma se trabaja online y pueden trabajar varios alumnos a la vez. También es sencilla e intuitiva, aún así, siempre antes de que llegue el proyecto, en las asignaturas de Tecnología y Ciencias Aplicadas, realizamos pequeñas tareas para que se familiaricen con las herramientas web que vamos a utilizar.

En los últimos años, además de crear el modelo en 3D, los alumnos también crean el entorno en realidad virtual. En este caso es más difícil conseguirlo a escala, pero el objetivo principal es crear un entorno en tres dimensiones por el que puedan moverse y en el que esté el monumento presente. Para este caso utilizamos la página web de CoSpaces que te permite igualmente crear entornos y trabajar cooperativamente en ellos.

3.6. Resultados

El objetivo final del proyecto es que cada grupo cree una maqueta en volumen y se pueda imprimir en 3D, además del entorno de realidad virtual. Esto es lo que se podría considerar el producto final, que suele ser muy motivante porque ven físicamente el trabajo realizado. Además de que según van pasando los años, los mejores modelos van quedando de exposición en el pasillo.

En lo que se refiere a evaluación, los alumnos realizan una autoevaluación donde se valoran su aportación al proyecto y al grupo. Luego también hacen coevaluación de sus compañeros de grupo. Todo ello mediante rúbricas.

Por parte de los docentes, mediante una lista de cotejo, se observa el trabajo realizado, como por ejemplo si sigue las indicaciones, si está a escala, si se puede imprimir...

4. CONCLUSIONES

En la siguiente página web se pueden ver todos los proyectos que se han ido realizando: <http://bit.ly/arquitectocssj>. Llevamos desde el curso 2017-2018 y los alumnos siguen motivados con el proyecto y cuando llegan a 4º preguntan que cuándo van a hacerlo ellos.

En la Fig. 1 se puede observar la foto real del monumento, a la izquierda, y a la derecha el modelo creado con la impresora 3D.

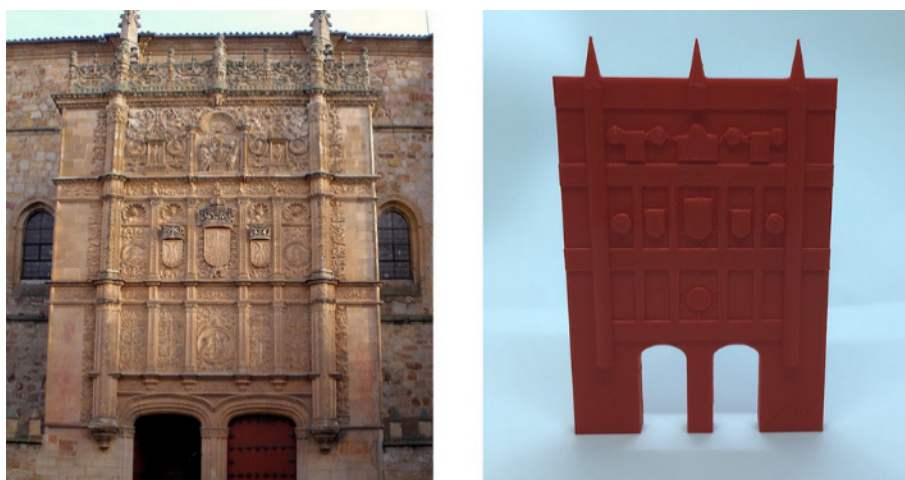


Figura 1. Modelo en 3D de la fachada de la Universidad.

Como se ha comentado anteriormente, los alumnos se encuentran motivados con el proyecto, además que permite el trabajo interdisciplinar que seguramente tengan que realizar en sus trabajos en el futuro. Otro punto importante es que se puede comprobar una aplicación práctica y real para la geometría, con lo que esto facilita que este contenido que en otros momentos es difícil de asimilar, para estos alumnos sea más dinámico.

5. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a los organizadores del “I Congreso Internacional de experiencias educativas STEAM” por la oportunidad de presentar este proyecto y darlo a conocer.

6. REFERENCIAS

CoSpaces Edu for kid-friendly 3D creation and coding. (s. f.). <https://cospaces.io/edu/>

Domènech Casal, J. (2019). Aprendizaje Basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias. 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias. Ediciones Octaedro

Tinkercad | From mind to design in minutes. (s. f.). <https://www.tinkercad.com/>

Vergara Ramírez, J. J. (2019). Aprendo porque quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso. Ediciones SM

LA UTILIZACIÓN DEL MICROSCOPIO DIGITAL EN EL AULA

JL OLMO RÍSQUEZ

jlolisquez@gmail.com

Abstract

El uso de microscopios digitales en la educación ha demostrado ser una herramienta valiosa para la enseñanza de las ciencias. Estos dispositivos permiten la captura de imágenes de alta calidad, la visualización de muestras en pantallas de ordenador o dispositivos móviles, y la exploración del mundo microscópico de una manera nunca antes posible. Se presenta los diferentes tipos de microscopios digitales. Además, se describen dos actividades prácticas que ilustran el uso de los microscopios digitales en el aula. Los resultados sugieren que los microscopios digitales pueden aumentar la motivación y el interés de los estudiantes al facilitar su uso y permitir la observación en tiempo real de muestras vivas o en movimiento. En conclusión, los microscopios digitales pueden considerarse una herramienta pedagógica valiosa y efectiva para mejorar la enseñanza de las ciencias.

Keywords

Microscopio digital, actividades prácticas, ciencias, biología, química.

1. INTRODUCCIÓN

Los microscopios digitales se han convertido en una herramienta imprescindible en el ámbito educativo actual, especialmente en el aula de ciencias. Gracias a su capacidad para capturar imágenes de alta calidad y su facilidad de uso, estos dispositivos resultan ideales para enseñar a los estudiantes conceptos complejos en biología, química y física. Además, su capacidad de ampliación permite a los estudiantes explorar el mundo microscópico de una manera nunca antes posible, lo que puede resultar fascinante y motivador para ellos.

La historia de los microscopios se remonta al siglo XVII, cuando Antonie van Leeuwenhoek construyó un microscopio simple que le permitió observar microorganismos por primera vez. Desde entonces, los microscopios han evolucionado enormemente en términos de diseño, funcionamiento y tecnología.

En la actualidad, la tecnología digital ha revolucionado la forma en que se utilizan los microscopios en el aula. Los microscopios digitales utilizan cámaras digitales de alta resolución y software de procesamiento de imágenes para capturar y visualizar muestras. Los estudiantes pueden ver las muestras en una pantalla de ordenador o dispositivo móvil, lo que permite una experiencia más inmersiva y colaborativa.

En este contexto, es importante destacar que el uso de microscopios digitales en el aula mejora significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes pueden visualizar en detalle muestras que de otra forma serían imposibles de observar, lo que les permite comprender mejor los conceptos y fenómenos científicos. Además, la facilidad de uso de estos dispositivos permite a los profesores diseñar actividades prácticas que permitan a los estudiantes explorar y experimentar por sí mismos.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer los diferentes tipos de microscopios digitales y dar a conocer algunas actividades prácticas que se pueden llevar a cabo con los estudiantes de primaria y secundaria.

2. CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES BÁSICOS DE LOS MICROSCOPIOS DIGITALES

Un microscopio digital es un tipo de microscopio que utiliza una cámara digital y una pantalla o un ordenador para visualizar la muestra en lugar de un ocular tradicional. En lugar de enfocar y ver la muestra directamente a través del ocular, el microscopio digital utiliza una cámara digital para capturar imágenes de la muestra y luego las muestra en una pantalla o en un ordenador. Esto permite a los usuarios ver y manipular la muestra de manera más fácil y cómoda, y también permite compartir las imágenes y los vídeos de la muestra con otras personas de forma remota. Los microscopios digitales pueden ser muy útiles en muchos campos, como la investigación científica, la enseñanza, la medicina, la industria, la joyería, entre otros.

Los componentes básicos de un microscopio digital son: las lentes, como en un microscopio óptico tradicional, la cámara digital para capturar las imágenes y enviarlas al software de procesamiento de imágenes, la fuente de luz, que suele ser luz LED o halógena, el monitor o pantalla de visualización y finalmente las conexiones tipo USB, HDMI o WIFI.

Es importante destacar que los componentes pueden variar según el modelo de microscopio digital. Además, algunos microscopios digitales también pueden incluir accesorios adicionales, como filtros de luz, micrófonos y brazos articulados para una mayor versatilidad y comodidad durante el uso.

3. TIPOS DE MICROSCOPIOS DIGITALES

- **Microscopio digital USB:** Es el más sencillo y económico. Consiste en una lente de gran aumento y un sensor, con una iluminación LED que puede ser regulada. La imagen captada por el sensor es transmitida a un ordenador, tablet o móvil mediante una conexión USB o Bluetooth.
- **Microscopio digital tradicional o compuesto:** Se trata de un microscopio óptico al que se le acopla una cámara digital. Dependiendo del tipo de microscopio (monocular, binocular o trinocular) se puede colocar la cámara en cualquiera de los tubos donde se colocan los oculares. En el mercado existen cámaras digitales diseñadas específicamente para ser utilizadas con los microscopios, pero también se pueden utilizar cámaras tipo DSLR digital con un adaptador.
- **Microscopios digitales con adaptadores para cámaras de teléfonos móviles:** Son dispositivos que se ajustan a los oculares de los microscopios y permiten utilizar la cámara del teléfono para visualizar y capturar imágenes de la muestra.
- **Microscopios digitales de teléfono móvil acoplados a una lupa con pinzas:** Pueden ser consideradas como un tipo especial de microscopio digital, donde la lupa-microscopio se ajustan directamente a la cámara de los teléfonos móviles. El tamaño del papel es A4: 21x29,7 cm (8,3x11,7"). Los márgenes (superior, inferior, izquierda, derecha) son de 2,0 cm (0,787"). Todo el texto debe estar en un formato de dos columnas. El texto debe estar totalmente justificado. Sangría en cada párrafo de 0,5 cm (0,2").

4. UTILIZACIÓN DE LOS MICROSCOPIOS DIGITALES POR EL ALUMNADO. APLICACIONES EN BIOLOGÍA, FÍSICA Y QUÍMICA

Los microscopios y lupas digitales son herramientas muy útiles para el alumnado en diversas áreas científicas, como biología, física y química. A continuación, se describen algunas de las aplicaciones más comunes:

En biología, los microscopios y lupas digitales permiten a los estudiantes observar células, tejidos, organismos y procesos biológicos con una mayor precisión y detalle que con el ojo desnudo. Algunas de las aplicaciones más comunes incluyen la observación de células vegetales y animales, la identificación de microorganismos como bacterias, hongos y otros microorganismos, y la observación de diferentes tipos de tejidos y órganos. Los estudiantes también pueden utilizar estas herramientas para observar procesos biológicos como la mitosis, o la meiosis.

En física, los microscopios y lupas digitales pueden ser utilizados para estudiar la estructura y propiedades de materiales y objetos a nivel microscópico. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizarlos para examinar la estructura de los cristales y la textura de diferentes superficies.

En química, los microscopios y lupas digitales pueden ser utilizados para estudiar la estructura y propiedades de diferentes sustancias y compuestos químicos. Los estudiantes pueden utilizarlos para observar la estructura de moléculas y cristales, así como para examinar la textura y composición de diferentes materiales. También pueden ser utilizados para estudiar la cinética de las reacciones químicas y para observar diferentes fenómenos químicos como la difusión y la osmosis.

5. DOS ACTIVIDADES PRÁCTICAS DEL USO DEL MICROSCOPIO DIGITAL EN EL AULA

5.1. Los cinco reinos en una gota de agua

La actividad propuesta consiste en utilizar microscopios digitales para investigar la vida microscópica presente en una gota de agua y clasificar los organismos encontrados en los cinco reinos: monera, protoctista, animal, vegetal y hongo. Los estudiantes se distribuirán en grupos de dos y cada grupo dispondrá de un microscopio óptico y un adaptador para el móvil. El profesor preparará una muestra de agua que contenga microorganismos de los cinco reinos y los estudiantes tendrán que realizar fotos con el móvil unido al microscopio de

los organismos que observen y clasificarlos dentro de cada reino. Luego, por grupos, tendrán que realizar un informe con las fotografías y datos obtenidos sobre los cinco reinos encontrados en una gota de agua para ser colgado en formato de página web. Por último, se realizará una evaluación por medio de un cuestionario. La actividad está dirigida a estudiantes de primer año de ESO en el área de Biología y Geología. Se espera que los estudiantes adquieran habilidades en la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas y que aprendan a utilizar herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia. También se espera que aprendan a identificar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas, geológicas y ambientales, a cooperar dentro de un proyecto científico y a fomentar la investigación científica.

5.2. Microcristales y el arte

Los microcristales son estructuras cristalinas muy pequeñas que han inspirado a artistas de diversas disciplinas gracias a su belleza y singularidad. La forma en que la luz se refleja en ellos crea un efecto visual único similar al de un caleidoscopio y su estructura cristalina ofrece una variedad de formas y colores que pueden ser utilizados para crear patrones y diseños complejos. Los microcristales han sido incorporados en obras de arte como joyas, accesorios, pinturas y fotografías, demostrando ser una fuente de creatividad y belleza en el arte. Por lo tanto, los microcristales y el arte están intrínsecamente relacionados y pueden ser una fuente de inspiración para los artistas y una fuente de asombro para los estudiantes.

La actividad consiste en que los alumnos realicen fotografías artísticas de los cristales de diversas sustancias con luz polarizada utilizando un microscopio digital.

La actividad se divide en varios pasos, comenzando por la distribución de los alumnos en grupos de dos y la asignación de un microscopio óptico y un adaptador para el móvil o un microscopio con pantalla digital o cámara digital incorporada.

Los estudiantes tendrán que realizar sus preparaciones con los microcristales y observar el proceso de cristalización, que pueden grabar. Para esto, tendrán que disolver varias sustancias químicas en agua o en alcohol para crear soluciones saturadas y colocar una gota en el portaobjetos. Luego, se dejan secar o se miran al microscopio para ver el fenómeno de la cristalización. Los estudiantes podrán usar filtros de luz polarizada, colocando uno debajo de la preparación y otro encima para obtener diferentes colores producidos por los filtros en los microcristales formados.

Cada grupo debe realizar fotos con el microscopio digital de los diferentes microcristales que observen y anotar la sustancia y el tipo de solución (agua o alcohol). Luego, deben preparar un informe con las fotografías y los datos obtenidos sobre los microcristales producidos, para ser colgado en formato de página web.

Finalmente, se realizará una evaluación mediante un cuestionario, y previamente el profesorado habrá impartido al menos una sesión explicando los procesos de cristalización y su relación con la Física, Química, Biología, Geología y Arte. Esta actividad es una forma divertida e interesante de combinar la ciencia y el arte para que los estudiantes aprendan de manera práctica.

6. CONCLUSIONES

El uso de microscopios y lupas digitales en el aula es una herramienta valiosa para mejorar la educación y los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estas herramientas tecnológicas permiten a los estudiantes tener una visión más detallada y ampliada de los objetos y muestras, lo que les ayuda a comprender mejor los conceptos teóricos y a conectarlos con la realidad.

Una de las principales ventajas de los microscopios y lupas digitales es que permiten a los estudiantes explorar el mundo microscópico sin la necesidad de un laboratorio de alta complejidad. Además, los microscopios digitales son portátiles y fáciles de usar, lo que los hace ideales para su uso en el aula.

Los microscopios y lupas digitales también ayudan a mejorar la participación y el interés de los estudiantes en la ciencia. Al proporcionar una visión ampliada y detallada de las muestras, los estudiantes pueden explorar y descubrir nuevos detalles e información, lo que aumenta su curiosidad y motivación. Esto, a su vez, mejora la retención de información y el aprendizaje.

Otra ventaja del uso de microscopios y lupas digitales es que permite a los estudiantes trabajar de manera más independiente y autónoma. Al tener acceso a estas herramientas tecnológicas, los estudiantes pueden reali-

zar sus propias observaciones y experimentos, lo que fomenta su creatividad y pensamiento crítico. Además, el uso de estas herramientas ayuda a desarrollar habilidades técnicas y de investigación en los estudiantes.

Sin embargo, también hay algunas limitaciones y desafíos en el uso de microscopios y lupas digitales en el aula. es importante que los maestros y profesorado estén capacitados para utilizar estas herramientas de manera efectiva y para diseñar actividades educativas que involucren su uso.

7. REFERENCIAS

Gabdulinova, K. G. y Kovrova, M. A. (2021). The use of a digital microscope for the development of young schoolchildren's ideas about plants, animals and fungi. *Information Technologies and Learning Tools*, 86(6), 19-29. <https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4320>

TRAVEL AGENCY: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MEJORA DE UN PROYECTO STEAM

JJ SANTAENGRACIA¹, B PALOP²

¹Facultad Formación Profesorado, Universidad de Oviedo, España

²U. Complutense de Madrid, U. Valladolid, España.

juanjose@uniovi.es

Abstract

En esta comunicación se presentan los resultados del proceso de diseño implementación y mejora de un proyecto STEAM en el seno de un equipo internacional al amparo de un proyecto Erasmus+. Travel Agency facilita un reto motivador: Elaborar una guía de viajes para un grupo de niños de otro país, y cubre aspectos del currículo de Ciencias experimentales y sociales (S), Matemáticas (M) y Arte y humanidades (A). Está basado en el Aprendizaje Basado en Proyectos, requiriendo el uso de técnicas de ingeniería (E) y el uso de elementos tecnológicos (T). El proyecto se llevó a cabo en el curso 2021/22 en dos centros diferentes con 35 alumnos de 6o de Ed. Primaria y de 75 alumnos de 2o de ESO. A partir de las implementaciones realizadas, se depuraron diversos aspectos en la propuesta, que se puede consultar en <https://www.steam-ct.org/p9-12-travelling>

Keywords

ABP, Primaria, Secundaria, Proyecto STEAM, Propuesta educativa

1. INTRODUCCIÓN

La educación STEAM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) indudablemente se ha convertido en un tema muy relevante en los últimos años. En numerosos casos observamos frases como “colegio STEAM” o “desarrollo de las capacidades STEAM”, lo que nos indica el desacuerdo, o bien, la desinformación, acerca de la definición de este término.

Sin embargo, al hablar de este enfoque, sí que hay un consenso: la educación STEAM busca formar a los estudiantes para que puedan enfrentarse a los desafíos actuales y futuros, fomentando habilidades como la creatividad, la innovación y el trabajo en equipo.

A medida que avanzamos hacia un futuro cada vez más tecnológico, la educación STEAM se perfila como una herramienta fundamental para la formación de los ciudadanos del mañana. En un mundo en constante cambio, es necesario que los estudiantes adquieran habilidades que les permitan adaptarse y prosperar. Por ello, la educación STEAM se presenta como una alternativa para formar a los estudiantes de manera integral, dotándolos de herramientas y habilidades necesarias para enfrentar los desafíos del futuro.

Para el desarrollo de la educación STEAM, resulta fundamental tanto un marco teórico que dé sustento pedagógico y didáctico a la práctica docente, como propuestas concretas que tengan la calidad suficiente. Así, en esta comunicación se presenta un ciclo de diseño-implementación-mejora de un proyecto STEAM llevado a cabo por el equipo de UVaSteam bajo los principios teóricos de este mismo equipo.

2. MARCO TEÓRICO

El acrónimo STEM proviene de las siglas en inglés de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Este acrónimo fue el primer paso para llegar a lo que hoy conocemos como educación STEAM, en la que se incluye la “A” refiriéndose a las artes y humanidades.

Este tipo de educación se caracteriza por la integración de las materias que componen sus siglas, que deberían ser trabajadas a través de un enfoque constructorista (Papert, 1993). Además, el trabajo parte de un primer punto motivador contextualizado, que da pie a resolver un problema realista con el que el alumnado sienta una conexión emocional (Zamorano et al., 2018). Zamorano et al. (2018) también propone en su revisión bibliográfica que la metodología ideal para la educación STEAM es el aprendizaje basado en proyectos, ya que mediante este surgen de forma natural los roles del profesor como guía y del alumno como sujeto protagonista del aprendizaje.

En esta comunicación utilizaremos el enfoque de educación STEAM propuesto por el equipo de UVaSteam, entendiéndola como la integración de aquellas partes del currículo (que comprende habilidades y conocimientos) donde intersecan las ciencias naturales y sociales (S), las matemáticas (M) y el arte (A) haciendo que los límites entre una materia y otra ya no sean perceptibles para el alumno. Además, los estudiantes deben utilizar técnicas de ingeniería (E) para acometer retos realistas con la ayuda de herramientas tecnológicas (T), lo que metodológicamente, nos vincula al Aprendizaje Basado en Proyectos. Este tipo de educación, además, utiliza la evaluación continua y formativa como herramienta de retroalimentación para el alumnado, está alineada con los contenidos y competencias del currículo y entiende al profesor como un guía del aprendizaje.

3. MARCO LEGAL

Un problema recurrente a la hora de implementar proyectos STEAM en el aula es la falta de tiempo para cubrir las exigencias curriculares, ya que en numerosas ocasiones se interpreta que los proyectos no cubren los saberes básicos y competencias descritas en el currículo.

Diego-Mantecón et al. (2020) demostraron en su artículo tanto la posibilidad como los beneficios de trabajar los aspectos curriculares a través del ABP mediante el enfoque STEAM. Siguiendo esta filosofía, durante el diseño del proyecto que se presenta a continuación se tuvieron en cuenta todos los aspectos curriculares. Gracias a esto conseguimos que el proyecto no sea un complemento del temario obligatorio, sino que mediante él se trabajen los saberes y las competencias curriculares de forma explícita, lo que permite llevarlo a cabo sin el miedo a no abordar todas las exigencias de la ley.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto *Travel Agency* es uno de los más ambiciosos que fue diseñado dentro del proyecto Erasmus + STEAM-CT, por lo que está alineado desde su inicio con el marco didáctico generado en este proyecto y que se resumen en la Fig. 1. Está planteado para poder llevarse a cabo con alumnos desde 9 hasta 15 años, admitiendo adaptaciones curriculares para distintos cursos y etapas. La duración estimada en aula es de 22 sesiones de clase.

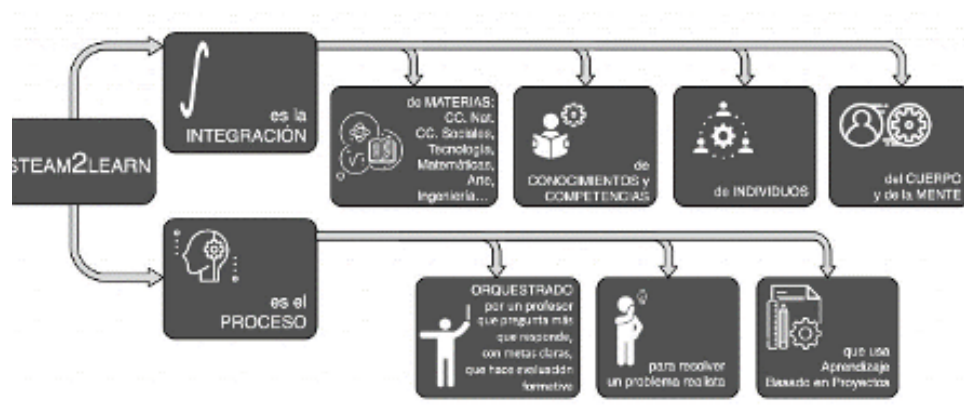


Figura 1. Modelo didáctico STEAM2Learn.

Una de las claves de este modelo didáctico es que se debe partir de un contexto realista para el alumnado. En este caso, se elige la siguiente situación que puede ser hipotética o no, dependiendo de si el centro tiene algún proyecto de intercambio de alumnos:

Un grupo de alumnos de otro país van a venir a visitarnos. Debemos realizar una feria de turismo para que conozcan y comparen de manera previa a su llegada distintas zonas del país, elaborando propuestas de guía de viajes por diferentes zonas, donde los visitantes puedan ver los detalles de cómo sería su estancia en España.

En las dos/tres primeras sesiones, a través de rutinas de pensamiento, el alumnado deberá conocer las similitudes y diferencias de su país respecto del resto de Europa, destacando el arte, la música, la forma... como introducción para trabajar la cultura propia en relación con la Unión Europea.

Tras esto, de cara a completar el plan motivacional, deberán trabajar el mapa de España a fondo, profundizando tanto en aspectos políticos (división en provincias) como en aspectos físicos (cadenas montañosas, paisajes, fauna y flora, leyendas...). De toda la información a su alcance, deben seleccionar la que consideren

que mejor va a convencer a los extranjeros de venir a nuestro país. Esta información puede ser presentada en el formato que más convenga al profesor (un programa de scratch, un tríptico, un genially, un póster... dependiendo de la competencia que quiera desarrollar). La infografía generada será evaluada por pares mediante la técnica del puzzle de Aronson, lo que permitirá su mejora a través de una coevaluación formativa. Tras su mejora, será presentada ante otros alumnos/familias/profesorado del centro.

Una vez terminada la primera parte, el alumnado debe seleccionar los lugares más relevantes para los visitantes. Para resolver este problema el alumnado deberá decidir una ruta concreta, lo que podemos conectar con dos problemas computacionales clásicos e introducir algunas pinceladas sobre el Pensamiento Computacional en el aula: el problema del viajero y el problema de la mochila. También deberán tener en cuenta aspectos como el clima y las posibles dificultades que tengan las personas con movilidad reducida, para lo cual pueden usar árboles de decisión de cara a la resolución final. Finalmente, deberán preparar narraciones con las leyendas e historias que acompañen a los destinos seleccionados.

De nuevo, toda esta información puede presentarse en el formato más adecuado para cada contexto, ya sea formato libreta, tríptico, página web, blog...

Como parte final, opcionalmente, se puede conectar al alumnado que ha realizado el proyecto con otro colegio de otro país para que compartan sus experiencias realizándolo y los aprendizajes que han tenido. Al conectar con alumnos extranjeros conseguiremos darle aún más sentido al trabajo.

5. IMPLEMENTACIÓN

El proyecto se llevó a cabo en dos colegios de la Comunidad de Madrid.

En el primer caso, se afrontó como una semana especial dedicada en exclusiva al proyecto por los 75 niños y todos los docentes de 2 ESO del centro. Durante esa semana se rompió con los espacios, pasando todos los alumnos a una sala común; con los horarios, respetando únicamente las horas asignadas a Educación Física; con los grupos, trabajando de manera integrada los alumnos de las tres líneas del centro; con las materias, colaborando los docentes en sistema de codocencia. Cada jornada terminaba con una visita de la directora del centro en la que se realizaba una reflexión conjunta desde el punto de vista metacognitivo, subrayando los aprendizajes de la jornada, y reorientando el trabajo para mejorar en la jornada siguiente.

El segundo, se alargó en el tiempo durante todo un trimestre en el que, de manera discontinua, los dos grupos de 6º de Educación Primaria (35 alumnos) trabajaban en el proyecto con la maestra de Inglés y Science.

Las adaptaciones de cada equipo educativo al currículo del curso en el que la implementación tenía lugar, permitió que el trabajo en el proyecto resultase una manera de aprender sobre el currículo, y no una mera puesta en práctica de contenidos ya trabajados de manera previa por el alumnado.

6. ANÁLISIS

A pesar de las diferencias entre los cursos y la duración del proyecto, en ambas implementaciones se observaron aspectos comunes.

Dentro de cada grupo de trabajo se distribuyeron roles concretos que encajaban con la personalidad, actitudes y aptitudes de cada alumno. De esta forma, se crearon especialidades que debían estar cubiertas en cada grupo. Además de esta organización mediante roles, el alumnado organizó el trabajo mediante la metodología ágil de gestión de proyectos *to do, doing, done* en un tablero kanban. Para realizarla se pegan post-it con las tareas a realizar y la persona encargada de esa tarea. Dependiendo del estado de la tarea (por hacer, haciendo o hecha) el post-it estará en una columna diferente.

Tanto los roles de cada persona como la división del trabajo tuvieron repercusión en la ya de por sí alta motivación que mostraron los alumnos. El hecho de partir de un reto realista, tener un propósito claro y alcanzable y trabajarlo a través de una metodología adecuada a sus necesidades hicieron que la motivación no decayera durante el proyecto.

Con respecto a la profundización en las diferentes materias, pudimos apreciar que, en particular, el trabajo de las ciencias sociales a partir del reto se facilita en gran medida, ya que en lugar de tener una lista inconexa con un mapa al lado, el conocimiento está contextualizado y “descubierto” por ellos mismos. Profundizando en el área de matemáticas pudimos apreciar cómo el uso de gráficos como herramienta para resumir información surgía como una necesidad para ellos. El área de lengua también surgió de forma natural, tanto en su parte de

comunicación oral interpersonal, como en la parte escrita orientada a narraciones; los alumnos fueron capaces de distinguir y elaborar información con diferentes registros.

Por desgracia, este proyecto no pudo ser implementado en otro país de forma simultánea, por lo que no se pudo conectar con un centro extranjero. Aún así, se realizó una sesión conjunta entre los colegios en la que por parejas se mostraron el trabajo realizado.

7. FEEDBACK Y MEJORAS DEL PROYECTO

Durante el desarrollo de ambas implementaciones los centros cumplieron la rúbrica creada para evaluar proyectos STEAM de acuerdo con el modelo STEAM2Learn. Además tuvieron reuniones durante y tras la implementación con el equipo de diseño, de cara a dar un feedback de calidad que permitiera la mejora del proyecto.

Como puntos positivos se destacaron la buena cobertura del currículum, la gran adaptabilidad a otros países y la importancia dada a las ciencias sociales, muchas veces olvidadas en los proyectos STEAM. Como puntos negativos hubo un acuerdo en la gran dificultad para llevar a cabo este proyecto, puesto que todo el profesorado del curso ha de coordinarse. También comentaron que dada su complejidad es un proyecto para centros experimentados.

Además de estos puntos, el profesorado añadió algunas sugerencias como mejorar la temporalización inicialmente prevista, añadir enlaces y/o imágenes de las rutinas de pensamiento y recursos que se proponían. También se criticó la falta de matemáticas y la ausencia de relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Ante estos comentarios el equipo de diseño decidió poner un problema más para poder resolver el reto, relacionado con las matemáticas y el medio ambiente. El problema planteado al alumnado consiste en calcular la ruta más adecuada (de nuevo con el problema del viajero), pero ahora teniendo en cuenta las diferentes opciones de alojamiento de cada lugar a visitar, el coste del transporte y el CO2 emitido durante el viaje. De esta forma, se integran las matemáticas y se favorece un debate acerca de si las medidas más respetuosas con el medio ambiente son o no más económicas, planteando un dilema entre el precio y la sostenibilidad.

Además del nuevo problema, el equipo de diseño también incluyó los recursos que el profesorado había pedido.

8. CONCLUSIONES

El diseño del proyecto Travel Agency por parte del equipo UVaSteam, así como su implementación resultó exitoso. Comprobamos, por tanto, que a través de un enfoque teórico y metodológico adecuado, el alumnado puede aprender de manera efectiva a través del aprendizaje basado en proyectos integrando todas las materias.

Resulta imprescindible destacar que el trabajo colaborativo entre universidades y escuelas fue clave para el éxito del proyecto. Desde la universidad únicamente se realizan proyectos con un enfoque teórico, por lo que resulta necesario contar con centros donde pilotarlos para comprobar su eficacia. Además, más allá del pilotaje, contar con docentes en activo para el diseño también permitió realizar una primera versión sólida y cercana a la realidad de los centros.

Gracias a esta colaboración, al aplicar el feedback recibido mediante el ciclo de diseño-implementación-recogida, se pudieron subsanar los fallos detectados en el proyecto y mejorar los aspectos que se encontraron menos adecuados. Realizar estas buenas prácticas en educación ha permitido obtener un diseño de un proyecto de muy alta calidad.

9. REFERENCIAS

- Papert, S. (1993). *The Children's Machine, Rethinking School in the Age of the Computer*. Basic Books.
- Zamorano-Escalona, T.; García-Cartagena, Y.; Reyes-González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, 41, 1–21.
- Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz-Laso, Z., y Lavicza, Z. (2020). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. *Comunicar*, 66, 33–43 <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>

PEQUEÑOS STEAMERS

LP GIL RAMOS

Consejería Educación Castilla-La Mancha

Lgilr@jccm.es

Abstract

La experiencia que se muestra a continuación pretende dar a conocer los beneficios que el empleo de la metodología STEAM (CTIAM, en castellano) tiene para el desarrollo cognitivo del alumnado de Educación Infantil. Partiendo del enfoque competencial LOMLOE, el alumnado de 5-6 años que forma parte de esta experiencia aprende del ensayo-error, desarrollando su pensamiento crítico y científico gracias al desarrollo de diferentes actividades colaborativas con compañeros y compañeras europeos. A su vez, consiguen desarrollar su competencia digital siendo no solo consumidores sino también creadores de tecnología, así como su competencia en conciencia y expresiones culturales, aprendiendo y valorando otras culturas, siendo ciudadanos europeos activos.

Keywords

Ciencia, colaboración, eTwinning, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años está adquiriendo cada vez más relevancia la metodología STEAM, Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics, (CTIAM, ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en castellano) integrando estas disciplinas en el proceso educativo y fomentando el desarrollo de cada una de ellas relacionado con el del resto, de forma globalizada. Además, el interés a nivel institucional por el desarrollo de la metodología STEAM, es evidente en iniciativas como la del Ministerio de Educación y Formación Profesional español (2020) que recoge como uno de los desafíos del sistema educativo para la Agenda 2030, la necesidad del desarrollo de las Vocaciones STEAM.

Con el desarrollo de esta experiencia, se trabaja el desarrollo del pensamiento científico y crítico del alumnado. Para la enseñanza de las ciencias es propio utilizar metodologías de indagación o de investigación, ya que inciden en el alumnado con el objetivo de trabajar de una forma próxima a la labor de los científicos, enseñando una adecuada visión de la naturaleza de la ciencia y de los procesos de construcción científica y distanciándose así de la idea de que la ciencia es un conjunto de hechos que el alumnado debe memorizar (Greca, 2018).

2. PROCESO DE TRABAJO

El interés por el desarrollo de la metodología STEAM en el aula surge a partir de diferentes investigaciones realizadas para conocer los beneficios que esta otorga al aprendizaje del alumnado.

El contexto de aprendizaje en el que tiene lugar la experiencia es un centro educativo de Educación Infantil y Primaria de línea 2 en Toledo. La experiencia se diseñó para poder ser desarrollada durante un curso escolar.

Se parte del Aprendizaje Basado en Proyectos, desarrollando diferentes proyectos eTwinning que son programados antes de comienzo de curso entre los diferentes socios europeos que forman parte de esta red de docentes. Se tiene en cuenta el interés y necesidades del alumnado, siendo conscientes de las particularidades de cada uno de ellos y teniendo en cuenta el éxito que ha generado el trabajo por proyectos en cursos pasados. Se suma a todo ello, el interés docente por acercarse y profundizar en esta metodología, para desarrollar el pensamiento científico-crítico del alumnado. Se realiza el siguiente planteamiento, ¿cómo se puede mejorar la enseñanza de ciencias promoviendo a su vez el pensamiento crítico del alumnado de manera efectiva? A partir de ahí, se llevan a cabo diferentes reuniones con las familias y el equipo docente para dar a conocer el modo de

trabajo y planificar lo necesario para el curso escolar. Como es evidente, lo planificado está abierto al cambio, según las circunstancias y necesidades que van surgiendo.

Los objetivos de esta experiencia son los siguientes:

- Promover el pensamiento científico-crítico mediante tareas que permitan su práctica, haciendo explícito al alumnado las destrezas y las disposiciones necesarias para lograr ponerlas en práctica.
- Potenciar el intercambio de experiencias interculturales con otros compañeros europeos.
- Ser conscientes de la importancia que adquiere el trabajo colaborativo.
- Desarrollar la práctica democrática y dialógica en la que las/os estudiantes sean co-investigadoras/es de conocimiento con el objetivo de mejorar las problemáticas que les afectan, aprendiendo del error.
- En relación con la metodología empleada, se tienen en cuenta diferentes indicaciones como:
- La promoción de la práctica democrática en el aula en la que el alumnado es investigador de conocimiento y puede aprender ciencias de manera activa desarrollando pensamiento crítico.
- La ayuda al alumnado para tomar conciencia sobre la importancia del conocimiento científico y del pensamiento crítico para el ejercicio de una ciudadanía europea responsable capaz de resolver problemas socio-científicos.
- La planificación de tareas abiertas que invitan al alumnado a argumentar, a cuestionar las distintas opiniones en base a pruebas, y a realizar acciones orientadas a cuestionar sus estilos de vida para la resolución de problemas.
- El desarrollo del pensamiento computacional como medio para aprender del error.

Al tratarse de un proyecto europeo colaborativo, desde el comienzo se crea un organigrama para poder programar las diferentes reuniones que van a tener lugar a lo largo del curso. Desde los meses de verano, se contacta con los diferentes participantes, se analizan los currículos de cada uno de los países participantes y se programan las diferentes actividades que se van a llevar a cabo a lo largo del curso. Estas actividades tienen la característica intrínseca de ser colaborativas y de, en la mayoría de los casos, partir de la tecnología digital. A partir de un primer borrador, en el que se tienen en cuenta cada uno de los contextos y las particularidades del alumnado, se informa al resto del equipo docente y se comienza el trabajo en el mes de septiembre.

A lo largo del curso se llevan a cabo diferentes actividades basadas en retos y misiones que era necesario ir resolviendo mes a mes (Fig. 1). Un resumen de ellas:

- Soy robot: Creación de libro colaborativo con la herramienta StoryJumper. El alumnado realiza diferentes actividades desenchufadas para después convertirse en robots que tienen que seguir indicaciones dadas por sus compañeros para conseguir sencillos retos y misiones.
- Creación de logo, póster y rincón del proyecto en el que se va incorporando información y material a lo largo del curso. Este espacio es visitado tanto por familias como por alumnado del centro.
- Participación en la Semana Europea de la Programación (Code Week EU).
- Creación de historia colaborativa para la celebración de la festividad de Navidad en cada uno de los países.
- Elaboración de dibujos de forma conjunta con la herramienta Colorillo.
- Establecimiento de historias secuenciales en las que el alumnado debía programar para poder conseguir sencillos resultados.
- Creación de juegos con código binario.
- Formulación de alfabetos siguiendo diferentes códigos dados para poder descubrir mensajes secretos enviados por los y las compañeras.
- Creación de bailes siguiendo pasos e indicaciones dadas por el resto de participantes en el proyecto.
- Realización de experimentos y seguimiento de pasos del método científico: Definición del problema, elaboración de hipótesis, procedimiento, recopilación y análisis de datos, contraste de resultados, conclusiones...
- Creación de construcciones LEGO desarrollando la lógica y la creatividad.

- Elaboración de productos finales recopilando todos los materiales y recursos elaborados a lo largo de los meses.
- Difusión de las actividades llevadas a cabo, no solo a nivel de centro sino también a nivel nacional e internacional.



Figura 1. Robótica y Panel digital.

3. CONCLUSIONES

El eje principal de este Proyecto, la promoción del aprendizaje activo mediante el uso de la ciencia y las tecnologías digitales, permite aumentar la motivación y mejorar el desarrollo de la creatividad de nuestro alumnado. El proceso educativo se perfila como un nuevo marco, que atrae el interés de los y las estudiantes, alcanzando un grado mayor de atractivo y entretenimiento en las clases. La creación de oportunidades de aprendizaje adecuadas llevadas a cabo mediante, especialmente, el trabajo de la ciencia y el uso de robótica, permite optimizar los resultados del aprendizaje.

4. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos tanto a los compañeros y compañeras europeos como a las familias por participar de forma directa en el desarrollo del proyecto.

5. REFERENCIAS

Greca, I. (2018). La enseñanza STEAM en la educación primaria. En I.M. Greca y J.A. Meneses (Coords.), *Proyectos STEAM para la educación primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 19-39). Dextra Ediciones.

SITUACIONES DE APRENDIZAJE STEAM BASADAS EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA: ESTRATEGIAS Y RECURSOS PARA EL AULA

L MORENO MARTÍNEZ

CEIPSO Vicente Aleixandre, Comunidad de Madrid, España

*Grupo Especializado de Didáctica e Historia de la Física y la Química,
Reales Sociedades Españolas de Física y Química*

luis.morenomartinez@educa.madrid.org

Abstract

El uso de la historia de la ciencia como herramienta educativa cuenta con un amplio consenso en la literatura académica sobre didáctica de las ciencias experimentales. El presente trabajo ofrece diversas estrategias al profesorado de Enseñanza Secundaria para el diseño de situaciones de aprendizaje con un enfoque STEAM basadas en la historia de la ciencia y su implementación en el aula. Se trata de un objetivo de gran interés docente ya que la historia de la ciencia permite a la educación STEAM promover el aprendizaje significativo, experimental y contextualizado de las ciencias escolares. Para ello, se presentan dos situaciones de aprendizaje editadas por el Ministerio de Educación y Formación Profesional y disponibles en libre acceso a través de la plataforma *eXeLearning*, las cuales han sido diseñadas para las materias de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria y de Ciencias Aplicadas de los Ciclos Formativos de Grado Básico.

Keywords

Situaciones de Aprendizaje, Historia de la Ciencia, Enseñanza Secundaria, Física y Química, Ciencias Aplicadas.

1. INTRODUCCIÓN

La historia de la ciencia constituye una herramienta didáctica de gran interés en la didáctica de las ciencias experimentales. Algunas de sus principales potencialidades pedagógicas para profesorado y alumnado se recogen en la Tabla 1. Pese a su elevado valor educativo, la historia de la ciencia no ha tenido un papel destacado en currículo y libros de texto (Moreno Martínez y Calvo Pascual, 2017, 2019).

Tabla 1. Potencialidades de la historia de la ciencia avaladas por la investigación en didáctica de las ciencias experimentales

	Para el profesorado	Para el alumnado
Enseñar y aprender ciencia (La ciencia como conjunto de saberes)	Actúa como criterio de selección y secuenciación de contenidos.	Contribuye a situar los conceptos, leyes y teorías científicas en su contexto.
	Puede actuar como hilo conductor para diseñar unidades didácticas.	Ayuda a conocer cómo se ha construido y se construye el conocimiento científico.
	Permite identificar en el alumnado ideas previas y errores conceptuales.	Promueve el aprendizaje significativo de la ciencia.
	Propicia la colaboración del profesorado de distintas especialidades.	Permite relacionar la ciencia con otras materias.
Enseñar y aprender sobre ciencia (La ciencia como práctica)	Humaniza la ciencia, mostrando aspectos sociales, culturales y políticos vinculados con ella.	Contribuye al desarrollo del pensamiento crítico sobre temas científicos.
		Propicia la reflexión en torno a las relaciones entre ciencia y sociedad.
	Contribuye a la formación del profesorado, aportando una reflexión crítica sobre la ciencia como actividad humana.	Permite superar visiones deformadas de la ciencia como actividad humana.

Dado que la historia de la ciencia promueve la interdisciplinariedad del conocimiento y su contextualización cultural y social, su uso educativo se revela fundamental para la educación STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics*), la cual toma dichos aspectos didácticos como rasgos definitorios (Pinto, 2022). Asimismo, el uso didáctico de la historia de la ciencia y la educación STEAM entroncan con facilidad con diversas aproximaciones metodológicas en enseñanza de las ciencias, tales como el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y el aprendizaje experimental a través de la indagación (Bogdan-Toma & García-Carmona, 2021). En el marco de los estudios CTS, cabe destacar el uso de las controversias sociocientíficas como escenarios pedagógicos de gran interés para el aprendizaje de la ciencia y de sus principales características como actividad humana promoviendo la cultura científica (Acevedo-Díaz & García-Carmona, 2017). En lo referente al aprendizaje por indagación, constituye una estrategia de gran interés para que el alumnado se familiarice con la metodología de trabajo en las disciplinas STEM (Domènech-Casal, 2017). Se trata asimismo de una aproximación metodológica que lleva la experimentación a un nivel mayor de análisis al potenciar la observación crítica y el ensayo-error en el proceso de aprendizaje (Bravo-Torija & Calvo-Pascual, 2022).

Desde este marco teórico se han diseñado dos situaciones de aprendizaje, una dirigida al alumnado de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria y otra dirigida al alumnado de Ciencias Aplicadas de los Ciclos Formativos de Grado Básico. Ambas han sido contextualizadas en el marco normativo derivado de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), la cual introdujo las situaciones de aprendizaje como elementos curriculares clave en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este marco, las situaciones de aprendizaje son conceptualizadas como contextos en los que el alumnado ha de desplegar ciertas actuaciones competenciales. Es decir, se trata de actividades diseñadas para que el alumnado movilice saberes básicos y competencias (Moreno-Martínez et al., 2022).

A continuación, se presentan las dos situaciones de aprendizaje STEAM, señalando sus potencialidades didácticas para el aula. No obstante, previamente se abordan las estrategias seguidas en el diseño e implementación de las mismas a fin de promover la reflexión docente en torno al uso didáctico de la historia de la ciencia y su interés en el marco de la educación STEAM para promover el aprendizaje crítico, contextualizado y significativo de la ciencia en las aulas de enseñanza secundaria.

2. ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO DE SITUACIONES DE APRENDIZAJE STEAM BASADAS EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA

El diseño de situaciones de aprendizaje basadas en la historia de la ciencia requiere la consideración de múltiples pautas propias de diseño de actividades eficaces en didáctica de las ciencias experimentales y del diseño de actividades centradas en el uso didáctico de la historia de la ciencia. Así, resulta fundamental:

- Seleccionar qué aspectos curriculares (saberes y/o competencias) queremos que el alumnado aprenda.
- Reflexionar sobre cómo queremos que el alumnado los aprenda, esto es, qué metodología(s) didáctica(s) se integrará(n) en la acción docente.
- Considerar para qué queremos que el alumnado los aprenda, esto es, atender al valor de la situación de aprendizaje en el marco del desarrollo del alumnado.
- Seleccionar preferentemente un capítulo de la historia de la ciencia que haya sido estudiado por la investigación en estudios históricos sobre ciencia y en didáctica de las ciencias, a fin de evitar trasladar al aula concepciones erróneas sobre el desarrollo de la ciencia.
- Evitar presentar el capítulo histórico seleccionado como una historia de grandes personalidades, huyendo así de una visión hagiográfica del desarrollo del conocimiento científico que muestre a las personas que contribuyen a la ciencia como genios aislados.
- Usar el capítulo histórico seleccionado no solo para que el alumnado aprenda ciertos conceptos, leyes, teorías o modelos científicos, sino también para que pueda enriquecer su reflexión sobre la naturaleza empírica, colectiva y provisional de las disciplinas STEM como áreas del saber y actividades humanas.

Siguiendo estas estrategias, se han diseñado las dos situaciones de aprendizaje anteriormente referenciadas, cuyo análisis de aborda a continuación.

3. EL CASO LAFARGE: UN RECURSO STEAM QUE COMBINA HISTORIA DE LA CIENCIA Y ENFOQUES CTS

Esta situación de aprendizaje ha sido contextualizada en el marco de las materias de Física y Química de 3º y 4º curso de ESO. Se basa en el empleo de un capítulo poco conocido de la ciencia del siglo XIX en el marco escolar, aunque ampliamente avalado por los estudios históricos sobre ciencia, medicina y toxicología. Dicho capítulo corresponde al supuesto envenenamiento de Charles Lafarge a manos de su esposa, Marie Lafarge. EL juicio a Marie Lafarge, no exento de polémica, implicó el despliegue de múltiples saberes y técnicas químicas para averiguar si el arsénico había sido el veneno empleado por Marie Lafarge. En el proceso judicial tuvo un papel clave Mateu Orfila, científico español considerado uno de los fundadores de la toxicología. El halo de misterio que todavía rodea al caso Lafarge constituye un elemento motivador para el aprendizaje de múltiples elementos curriculares en el marco LOMLOE, tales como:

- Saberes básicos sobre sistemas materiales (como la diferencia entre elementos, compuestos y mezclas, y su representación submicroscópica) y sobre cambios de la materia (como la diferencia entre cambios físicos y química, y su representación a escala submicroscópica).
- Competencias STEM como el desarrollo del pensamiento científico para valorar críticamente el alcance y las limitaciones de la ciencia.

Dichos saberes y competencias han sido movilizados a través del uso didáctico de una controversia sociocientífica, una línea de actuación metodológica de gran interés en educación STEM. Dicha movilización ha implicado tanto el análisis crítico de una fuente textual, como la realización de un debate guionizado que emula el juicio a Marie Lafarge. La situación de aprendizaje, disponible en libre acceso en eXeLearning (Moreno Martínez, 2023a), supone así un recurso TIC de gran interés para el profesorado de Física y Química de enseñanza secundaria interesado en promover el aprendizaje de la ciencia en contexto, un objetivo clave de la educación STEAM (Moreno Martínez, 2022).

4. EL EXPERIMENTO DE TISSANDIER: UN RECURSO STEAM QUE COMBINA HISTORIA DE LA CIENCIA Y APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN

La historia de la ciencia constituye un repositorio de potenciales experimentos para el aula de ciencias. El nivel de sofisticación tecnológica de la ciencia actual contrasta con los más modestos equipos de laboratorio de tiempos pretéritos, mucho más próximos por el contrario a los laboratorios escolares. En esa línea, el siglo XIX nos revela un contexto repleto de experimentos caseros y sencillos que pueden inspirar múltiples experiencias didácticas STEAM. Así, la situación de aprendizaje diseñada ha partido de un experimento del siglo XIX que fue ampliamente usado como “truco de magia” en contextos sociales. Este experimento, basado en la aparición inesperada de humo en el interior de una copa provista (supuestamente) de agua, fue descrito por el químico francés Gaston Tissandier, quien detalló que el supuesto truco era realmente consecuencia de la reacción de neutralización entre el ácido clorhídrico presente en el interior de la copa y el amoníaco que impregnaba la tapa colocada sobre ella.

La situación de aprendizaje, disponible en libre acceso en eXeLearning (Moreno Martínez, 2023b) se ha basado en la recreación experimental de dicho “truco de magia” en una secuencia basada en el aprendizaje por indagación. A través de una serie de desafíos, se ha guiado al alumnado para desgranar el fundamento científico que opera tras el supuesto truco. Ello ha permitido movilizar saberes básicos sobre reactividad y lenguaje químico, así como competencias STEM como el empleo del pensamiento científico para explicar fenómenos a través de la observación y la experimentación (Moreno Martínez, 2023c). Se trata de una situación de aprendizaje diseñada para el alumnado del ámbito de Ciencias Aplicadas de los Ciclos Formativos de Grado Básico que también es de interés para el alumnado de Física y Química de 3º curso de ESO. Esta situación de aprendizaje supone así un recurso TIC para el profesorado de enseñanza secundaria interesado en promover el aprendizaje experimental y contextualizado de la ciencia escolar, derribando ideas previas erróneas (como pensar que las reacciones químicas solo ocurren en disolución o la confusión entre humo y gas).

5. COMENTARIO FINAL

Las dos situaciones de aprendizaje descritas ilustran el gran interés educativo de la historia de la ciencia para la acción docente del profesorado STEAM. Ambas ponen de manifiesto que la historia de la ciencia puede actuar como un valioso escenario pedagógico para el despliegue de saberes y competencias clave para el desarrollo de la educación científica ciudadana desde las aulas.

6. AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Ministerio de Educación y Formación Profesional del Gobierno de España por la labor de edición de las situaciones de aprendizaje presentadas en el presente trabajo.

7. REFERENCIAS

- Acevedo-Díaz, J.A. y García-Carmona, A. (2017). *Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica*. Madrid: OEI-Catarata. <https://oei.int/publicaciones/controversias-en-la-historia-de-la-ciencia-y-cultura-cientifica>
- Bogdan-Toma, R. y García-Carmona A. (2021). “De STEM nos gusta todo menos STEM”. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Bravo-Torija, B. y Calvo-Pascual, M. A. (2022). De las prácticas receta de cocina a las experiencias de indagación en el aula de ciencias. En *Las competencias generales en la formación inicial docente: experiencias y orientaciones para su desarrollo* (pp.24-35). Madrid: Dykinson. <https://www.dykinson.com/libros/las-competencias-generales-en-la-formacion-inicial-docente/9788411222204/>
- Domènech-Casal, J. (2017). *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias*. Barcelona: Octaedro.
- Moreno-Martínez, L. y Calvo-Pascual, M. A. (2017). La historia de la química en el currículo de ESO y Bachillerato (LOE). Una revisión interdisciplinar para la investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 147-160. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2006>
- Moreno-Martínez, L. y Calvo-Pascual, M. A. (2019). ¿Cómo presentan la historia de la química los libros de texto de Educación Secundaria? Un análisis desde la didáctica y los estudios históricos sobre ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 110-101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1101
- Moreno-Martínez, L. (2022). El valor educativo de la historia de la química para las aulas de secundaria. *Anales de Química* 118(3), 163-171. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1808>
- Moreno-Martínez, L., Fuente-Fernández, A., y Rodríguez-Villamil, A. (2022). Física y Química en la LOMLOE: Una mirada al nuevo currículo de ESO y Bachillerato. *Faraday. Boletín de Física y Química* 37, 4-14. <https://gedh.rseq.org/wp-content/uploads/2022/06/Boletin-37-GEDH-red.pdf>
- Moreno-Martínez, L. (2023a). El misterioso envenenamiento del señor Lafarge. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Disponible en: https://descargas.intef.es/recursos_educativos/ODES_SGOA/ESO/FQ/3B.1_-_El_misterioso_envenenamiento/index.html
- Moreno-Martínez, L. (2023b). El enigma de la copa mágica. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Disponible en: https://descargas.intef.es/recursos_educativos/ODES_SGOA/FPB/3C_-_El_enigma_de_la_copa_mgica/index.html
- Moreno-Martínez, L. (2023c). ¿Magia o química? Recreación de un experimento del siglo XIX como estrategia de enseñanza-aprendizaje de la reactividad y la nomenclatura química en ESO. En *Experiencias y estrategias de innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas* (pp. 131-138). Madrid: SM.
- Pinto, G. (2022). Educación STEAM: Análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. *Anales de la Asociación Química Argentina*, 109(Extra), 114-121. <https://innovacioneducativa.upm.es/articulos/educacion-steam-analisis-debilidades-amenazas-fortalezas-oportunidades>

EXPERIENCIAS MANIPULATIVAS PARA TRABAJAR LOS CONTENIDOS DE FÍSICA Y QUÍMICA EN SECUNDARIA

L BLANCO GAYO, MA CABRERA CAMARGO, M ORTEGA CASTRO

Universidad de Burgos, España

lbg1003@alu.ubu.es

Abstract

El siguiente trabajo indaga en la educación de la ciencia para un alumnado de secundaria en la materia de física y química. Una de las herramientas para esta educación científica es la experiencia manipulativa, o “aprender haciendo”. Para comprender su utilidad y aplicabilidad, se han estudiado las competencias clave y específicas a desarrollar para una correcta implementación según la LOMLOE, planteado las necesidades actuales del profesorado de ciencias, y propuesto tres ejemplos de experiencias manipulativas que destacan por el uso de materiales de bajo coste y permitir al alumnado ser parte activa de su propio aprendizaje. Estos ejemplos manipulativos se encuentran relacionados con todos los elementos del currículo actual, vinculación que resulta de gran importancia en nuestro contexto actual.

Keywords

Competencias, enseñanza-aprendizaje, experiencia manipulativa, física, química, secundaria.

1. INTRODUCCIÓN

La educación hoy en día es un ámbito complejo, a la par que interesante. Es importante darse cuenta de que la docencia y los procesos de enseñanza-aprendizaje son cambiantes, evolucionan con la sociedad, las diferentes tecnologías, recursos, alumnos, currículo, etc. La finalidad de esta educación, en cualquier situación, es ayudar al alumnado a progresar y aprender, en base a los conocimientos que los docentes les comparten.

Las experiencias manipulativas, en todas las asignaturas, pero centrándose en la materia de Física y Química, resultan verdaderamente útiles para que los alumnos “aprendan haciendo”; permiten despertar en ellos cualidades que poseen, que sean capaces de indagar en el “por qué” de los acontecimientos que se producen y relacionen esos conceptos que aprenden con los sucesos que les ocurren en su vida diaria. La importancia del trabajo docente radica en la necesidad actual de conseguir recursos materiales que llevar al aula, con el fin de realizar este tipo de actividades, y captar la atención del alumnado mediante un amplio abanico de experiencias. Podría destacarse la importancia del valor de mostrar el atractivo de la Ciencia, despertar el gusto del alumnado por ella, así como en la investigación educativa y la preparación de diferentes materiales para lograr este objetivo.

En este documento, se plantean experiencias consideradas para facilitar el aprendizaje, siempre ligándolas con los elementos del currículo, tales como competencias, saberes básicos, y los diferentes enfoques metodológicos que aplicamos. Además, se comentarán las necesidades de material por parte de los docentes y el enfoque de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE), relacionado con estas experiencias.

2. ENFOQUE DE LA LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN (LOMLOE)

Uno de los problemas más importantes en el ámbito educativo es la lucha constante entre el aprendizaje y el interés del alumnado. Antes de plantear herramientas que permitan desarrollar estos dos aspectos de la mejor manera, debemos tener en cuenta los cimientos sobre los que construimos nuestras herramientas educativas. Estos se encuentran recopilados dentro de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE).

Las experiencias manipulativas que se plantean en este trabajo han sido contextualizadas dentro del marco normativo de la LOMLOE para la materia de Física y Química para Educación Secundaria Obligatoria. Se han tenido en cuenta cómo favorece al desarrollo de las competencias clave, así como las competencias específicas que la materia pretende alcanzar.

2.1. Competencias clave

La LOMLOE apuesta por un enfoque competencial del aprendizaje y de la enseñanza, reflejado ya desde 2006 en la LOE, para que, a través de su Perfil de Salida, el alumnado pueda afrontar satisfactoriamente los retos del siglo XXI al completar la enseñanza básica. Este perfil de salida viene definido por las Competencias Clave, para las cuales se ha considerado que las experiencias manipulativas deberán:

- **Competencia en comunicación lingüística:** ser participativas, fomentando el intercambio de información, críticas frente a las ideas previas del alumnado para crear conocimiento.
- **Competencia plurilingüe:** tratar de integrar lenguas diferentes a la oficial, con interés en la programación como un nuevo lenguaje en nuestra sociedad y herramienta del alumnado.
- **Competencia STEAM:** desarrollar el pensamiento científico y la resolución de problemas, que el alumnado comprenda genere y corrija hipótesis del fenómeno.
- **Competencia digital:** aprovechar las herramientas digitales a mano, sobre todo aquellas gratuitas, así como la creación de contenido y participación del alumnado.
- **Competencia personal, social, y de aprender a aprender:** fomentar la reflexión, la adquisición del conocimiento y el progreso del alumnado, así como la resolución creativa.
- **Competencia ciudadana:** tener una componente cívica y social, que valore el respeto de los derechos humanos y el desarrollo sostenible de acuerdo con los ODS.
- **Competencia emprendedora:** facilitar el desarrollo de la creatividad y el pensamiento estratégico, la innovación y colaboración por equipos para resolver problemas.
- **Competencia en conciencia y expresión culturales:** hacer hincapié en el error como el desarrollo del progreso, y en cómo se llegan a determinados resultados.

2.2. Competencias específicas

Las competencias específicas conectan los saberes básicos de la materia y sus criterios de evaluación con el Perfil de Salida del alumnado. Es decir, sirven para definir y concretar las competencias clave. Para la materia de Física y Química en Secundaria, se ha acordado que las experiencias manipulativas serán más propicias al desarrollar las siguientes Competencias Específicas 1, 2, 4 y 5.

2.3. Ciencia aplicada y contextualizada

Como se ha podido apreciar del estudio de la LOMLOE, la educación, y en especial la educación de la ciencia, adopta un nuevo valor frente a la metodología “tradicional”. Al buscar el desarrollo completo y multidisciplinar del alumnado, éste toma un rol protagonista.

La figura del profesor de ciencias es para gran parte del alumnado su primer contacto en el ámbito científico. Por ello, nuestro equipo considera necesario el uso de experiencias manipulativas durante su proceso formativo.

Mostrando al alumnado ejemplos que permitan demostrar leyes físicas y químicas dentro de un contexto cotidiano, tiende puentes a la comprensión de los fenómenos. Dejando que el aprendizaje se desarrolle mediante la acción, se fomenta la realización de sus propias hipótesis y teorías, correcciones y reflexiones sobre lo observado y manipulado. Es así como, en la actualidad las experiencias manipulativas, si bien no sirven para desarrollar todos los aspectos del currículo, son grandes bazas para la introducción de la ciencia “seria”.

3. LAS NECESIDADES DEL PROFESORADO DE MATERIALES PARA LLEVAR AL AULA

Para poder realizar estas experiencias manipulativas, en los docentes recae una importante tarea, la cual incluye numerosos puntos a tener en cuenta. En su diseño, deben tener en cuenta los materiales que van a necesitar y, sobre todo, aquellos que mejor se adapten a lo que se quiere compartir con el alumnado. Además de que se adapten, se deben adecuar y deben captar su atención. Los materiales que utilizan los docentes se encuentran dentro de un amplio abanico de opciones, desde libros de texto, hasta recursos más visuales y llamativos, como carteles, láminas, vídeos, fotos, etc. También, y siendo además importante promoverlo, se encuentran diferentes herramientas informáticas que pueden ayudar al proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el caso de las experiencias manipulativas, los materiales didácticos comentados anteriormente no pueden utilizarse en cualquiera de las situaciones, ni todos son para la misma experiencia. Es importante para

los docentes enfocar de manera clara la actividad y que los materiales que se utilicen sean accesibles para todos, tanto para ellos como para el alumnado. Por ello, la *ciencia casera* es una rama de la ciencia que permite explicar fenómenos científicos de una manera divertida, interesante, visual y fácil, con materiales que pueden encontrarse de manera sencilla en cualquier hogar. Las experiencias que se proponen en este documento serán tratadas e incluidas en la *ciencia casera*.

4. PROPUESTA PROPIA

Se muestran a continuación, experiencias propias que ayuden a afianzar conocimientos en Física y Química, en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado.

4.1. ¿Es posible freír un huevo en frío?

Para la primera experiencia que se va a comentar, son necesarios un huevo, un plato y alcohol de farmacia, el que se utiliza para curar las heridas. Son materiales que se encuentran en la mayoría de los hogares o que, en su defecto, son muy asequibles y fáciles de conseguir.

La experiencia consiste en cascar el huevo sobre el plato y, a continuación, verter el alcohol de farmacia. Seguidamente, se observará (prácticamente, de manera inmediata) cómo la clara adopta la textura y el color de un huevo realmente frito. La yema permanecerá líquida debajo de la capa protectora de la clara. El resultado final se observará aproximadamente una hora después de realizar el experimento. Esta experiencia también podría realizarse con gel hidroalcohólico, objeto de actualidad y que ha sido utilizado regularmente por todas las personas en los recientes años.

Este experimento es muy adecuado, además de su relación con el tema de la desnaturalización de las proteínas de una manera diferente a la que se utiliza, permite despertar en los alumnos la curiosidad y el enfoque indagatorio. Además, esa experiencia ayuda a comprender la interdisciplinariedad de las materias, en este caso, de Biología y Física y Química. Desarrollarán numerosas competencias, tanto específicas como clave, relacionadas con el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la autonomía, etc. Para guiarles en el proceso de aprendizaje, se establecerán una serie de preguntas que el docente les hará en caso de que los alumnos se encuentren perdidos a la hora de comprender el fenómeno que está ocurriendo.

4.2. ¿Puede un huevo flotar en el agua?

La segunda experiencia se realiza también con un huevo, sal, agua y un vaso de precipitados o un vaso. Es una experiencia muy sencilla y versátil donde se pueden emplear materiales que se encuentren por casa.

La realización de esta experiencia se basa en entender el concepto de densidad. En un primer intento, se añade agua sobre el vaso y se vierte el huevo. Los alumnos deberán anotar cuáles son sus hipótesis, por qué creen que flotará o no y por qué puede deberse el fenómeno. Como resultado, el huevo se hundirá en el agua. En un segundo intento, se añadirá sal. De nuevo, los alumnos deben sugerir qué puede ocurrir, qué cantidad de sal creen adecuada echar y para qué la añadirían. Por ejemplo, *añadiría mucha sal para observar un cambio brusco o ver si lo hay, o añadiría poco a poco hasta notar un efecto*.

El objetivo de esta experiencia es utilizar la indagación para que los alumnos entiendan el concepto partiendo de sus percepciones iniciales y sean capaces de razonar porqué han sucedido o no.

La conclusión del experimento es entender por qué en el segundo intento el huevo flota sobre el agua, fenómeno que no acontecía de igual forma que en el primero. A través de esta experiencia, se introduce el concepto de la densidad, que puede observarse con otro tipo de objetos en el agua, por ejemplo, probando con pelotas de diversos tamaños y composiciones (pelota de tenis, de ping-pong, canicas...).

4.3. La ciencia que esconde el agua

La última experiencia utiliza probetas o vasos alargados, tinte de agua, agua caliente y a fría, y una botella de plástico con una cánula dentro. Todo el material, siguiendo la línea de nuestro equipo, puede ser encontrado en casa o tiene un bajo coste.

Esta experiencia puede dividirse en dos apartados. Inicialmente, se llenan dos probetas, una con agua fría y otra con agua caliente, pidiendo al alumnado que valoren qué es lo que pasará cuando se añada una gota de tinte en cada uno de los vasos, cuál llegará antes al fondo, qué forma se espera que tome la gota y a qué puede deberse. La forma aleatoria de cada una de las gotas de tinte que recorren las probetas son ejemplo del

movimiento browniano y cómo difunde a mayor choque a temperatura elevada, pudiendo utilizar su dispositivo móvil para captar estos fenómenos.

A continuación, se introducirá una botella vacía cerrada con una cánula en el tapón, en un recipiente con agua, y se plantea qué va a suceder, si el agua subirá por la cánula o no. Tras formular sus hipótesis, se comprueba el experimento. Seguidamente, se llena la botella con agua caliente y se vuelve a vaciar, preguntando qué pasará ahora. Esta diferencia de presiones creada por acción de la temperatura permite al alumnado estar familiarizado con conceptos tales como la presión atmosférica. Además, permite al profesorado a plantear más variables en ambos experimentos. ¿Qué pasaría si fuesen dos cánulas? ¿Si el agua no estuviese tan caliente? ¿Si la cánula fuese más ancha o alargada? Todas estas experiencias pueden ser planteadas como proyectos por grupos y utilizando los dispositivos móviles como herramientas de trabajo.

5. CONCLUSIONES

Esta serie de experiencias promueven el aprendizaje significativo, la indagación y el desarrollo de las competencias promovidas por la LOMLOE. Además, son experimentos fácilmente llevables al aula, de manera que es una buena herramienta para iniciarse en las metodologías activas y tratar de evolucionar la metodología tradicional a otro tipo de enseñanza que busque la curiosidad, la indagación, aprender por trabajos cooperativos y a desarrollar el interés y la motivación de los estudiantes por las ciencias.

6. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer en este documento, en primer lugar, a Miguel Ángel Queiruga Dios, por habernos inspirado, animado y propuesto esta idea y por haber creado este 1^{er} Congreso STEAM. Gracias por sus palabras de ánimo y sus orientaciones. Este documento, en parte también es suyo.

También agradecerle a nuestra tutora María Díez Ojeda, por crear este proyecto tan increíble y por compartir sus conocimientos con nosotros.

Por último, agradecer el apoyo y la confianza a nuestros compañeros de especialidad, esto también forma parte de lo que hemos aprendido y hemos vivido todos juntos en este año.

7. REFERENCIAS

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Ministerio de Educación y Formación Profesional «BOE» núm. 76, de 30 de marzo de 2022. 80-89.

Marx, L. (s. f.). Libro 100 experimentos sencillos física y química. <https://es.slideshare.net/leemarx/libro-100-experimentos-sencillos-fisica-y-quimica>

180 fuente mágica. fq-experimentos. (3 de agosto de 2011). Recuperado el 29 de marzo de 2023, de <https://fq-experimentos.blogspot.com/2011/08/180-fuente-magica.html>

HOW TO MOTIVATE MATH CLASS AND NOT DIE TRYING

MA MATEOS CAMACHO

Colegio La Inmaculada. Escuela Politécnica Superior de Algeciras, Cádiz

antonia.mateos@uca.es

Abstract

After the pandemic we have experienced a change in our lives in one way or another, all of which is reflected in the classroom. Maintaining the attention and motivation of the class group requires an effort on the part of the teachers. Giving an answer to their interests and motivating them is a real challenge each year. The objective of this communication is to share experiences lived in the subject of mathematics with students of ESO and Baccalaureate. Making students aware of the importance of the development of science, and how it has influenced our lives, is relevant to bring them closer to STEM studies.

Keywords

Scientific fashion design, diseases, mathematical models, vaccines.

1. INTRODUCCIÓN

Mantener la motivación y atención del alumnado en el aula es un objetivo difícil, y se complica más ante asignaturas abstractas como las matemáticas. Es por ello, que el profesor usa todas sus habilidades y herramientas conocidas para enganchar a sus alumnos/as. Compartir buenas prácticas y experiencias a pie de aula que mejoren el buen ambiente de la clase y su eficiencia es muy importante, ya que no siempre la formación de buenas prácticas resuelven las dudas e inquietudes del día a día. Por ello, es objetivo de esta comunicación compartir algunas actividades utilizadas en cursos de ESO y Bachillerato en la asignatura de matemáticas.

2. CÓMO MOTIVAR LA CLASE DE MATEMÁTICAS Y NO MORIR EN EL INTENTO

Sin descubrir nada nuevo, que no se conozca, quiero compartir mi experiencia de 26 años impartiendo la asignatura de matemáticas en cursos de ESO y Bachillerato en las modalidades de Ciencias y CCSS.

La asignatura de matemáticas requiere del manejo y profundización de conceptos abstractos, la rigurosidad y otros aspectos de la materia exigidos en los procedimientos, y el nivel de concentración en clase no están reñidos con un ambiente distendido en el aula.

En los primeros años de docencia, comencé a tomar conciencia de ello, y sin tener conocimiento en aquel momento de estudios y técnicas pedagógicas como puede ser incluir disonancias cognitivas (Araya, 2014), el tener en cuenta redes atencionales (De La Serna, 2020), el cerebro holístico (Mumbrú, 1989) o el humor dentro del aula (Aparicio, 2019), utilizaba estos recursos y herramientas utilizando el método de ensayo error.

Una de las primeras actividades que empecé a realizar cada día por orden de lista era la siguiente: cada alumno/a debía contar, al final de la clase, un chiste, curiosidad o hacer magia matemática. Me llamaba la atención que aunque a veces olvidaban hacer deberes, no me perdonaban que no diera tiempo a hacer esta actividad, con lo cual se convirtió en una parte fundamental del diario de clase.

Poco a poco se han ido introduciendo en las aulas nuevas metodologías que innovan la forma de presentar las materias y el trabajo en el aula, como aprendizaje cooperativo, basado en proyectos..., y ha permitido clases menos rígidas.

Pero aún así, la realidad era y es, que dentro de tu grupo clase existe un porcentaje de alumnado con motivación interna, otro que necesita del profesor para comenzar a involucrarse de lleno, sin embargo, hay uno que está totalmente desmotivado (Ricoy et al., 2018), por diversos motivos, entre otros, porque no le encuentra sentido al tener que estudiar ciertos contenidos. Es a este grupo al que me dirijo.

3. ACTIVIDAD MODA CIENTÍFICA

Una de las frases que más aprecia un profesor es escuchar de un alumno/a cuando termina la hora: “Qué rápida se ha pasado la clase” Es ahí cuando autorreflexionas, y haces memoria de qué has implementado ese día. Uno de los métodos que a ellos les gusta más es cuando te conviertes en un monologuista, y reproduces ciertas situaciones cotidianas de ellos al ámbito matemático en clave de humor. Esto nunca falla. Ahí tienes a todos pendientes de cualquier cosa que digas, relacionando su actividad habitual con predicciones, modelos, probabilidad condicionada y el famoso Teorema de Bayes, por poner un ejemplo.

Atendiendo a este criterio, mantener al alumnado conectado con los conceptos y la comprensión de lo abstracto, se me ocurrió este curso crear moda científica en los 1º de Bachillerato de Ciencias y CCSS.

Para ello, en grupos de dos o tres, el alumnado debía elegir una enfermedad distinta al del resto de compañeros/as. Teniendo que investigar, utilizando los ordenadores del Centro, su origen, evolución, países en los que se había desarrollado, número de muertes en su momento más álgido, modelo matemático, vacuna si era el caso y cómo había influido ésta en el número de muertes y en la evolución de la propia enfermedad. Tenían que estudiar de forma analítica el modelo matemático, tendencia y todas sus propiedades con el programa Geogebra.

Para llevar a cabo todo esto, no han tenido más remedio que manejar y saber aplicar todos los conceptos del bloque de Análisis, y algunos de Álgebra, además de leer sobre otros ámbitos científicos.

Cada dos semanas han ido profundizando y han creado una camiseta con una aplicación gratuita como Canva. Era importante que quedara impreso en la tela de las conclusiones más llamativas de la investigación, a modo de divulgación científica callejera. Uno de los objetivos era que la camiseta no dejara indiferente a nadie que la viera

La experiencia ha sido y es muy satisfactoria, ya que la actividad de generar moda suele apasionar al alumnado, absolutamente todos los grupos ha creado su propio estilo de camiseta. La labor de la profesora ha sido, además de depurar el estilo de las creaciones, el echar hacia atrás conclusiones no rigurosas, esto hacía que el grupo tuviera que revisar el estudio de la enfermedad y contrastar con artículos científicos, llegando, a veces, a un nivel de abstracción que superaba el nivel de la etapa.

Esto les está permitiendo realizar un pequeño trabajo de investigación, que más adelante se defenderá en algún certamen de ciencias, con la elaboración de su respectivo póster.

3.1. Figuras

A modo de ejemplo dejo los productos de algunas camisetas, todavía queda por depurar, ya que quedan algunas sesiones de clase (Fig. 1 a Fig. 6).



Figura 1. Frontal camiseta viruela.

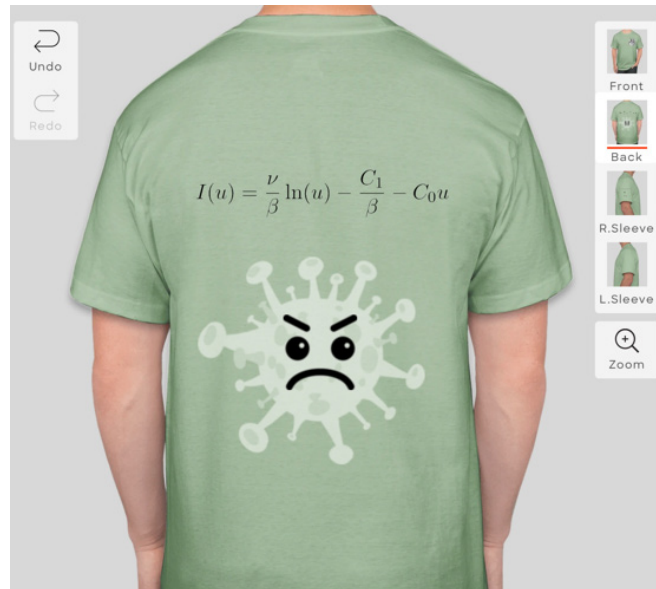


Figura 2. Espalda camiseta viruela.



Figura 3. Detalle manga camiseta viruela.



Figura 4. Camisetas gripe española.



Figura 5. Camiseta tuberculosis.

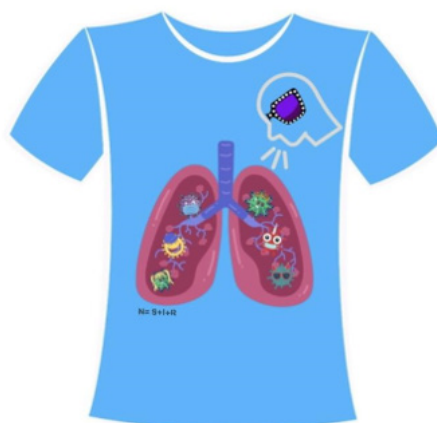


Figura 6. Camiseta tuberculosis.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, tenemos otra metodología para enganchar a la asignatura de matemáticas al alumnado que lleva descolgado tiempo de la materia, y a través de actividades de interés para su edad, podemos hacer que comiencen a manejar, abstraer e, incluso profundizar en conceptos que de otra manera los hubieran intentado comprender.

5. REFERENCIAS

- Aparicio, P., Marrero, I., y Camacho, M. (2019). El humor gráfico como recurso didáctico en el aula de Matemáticas: una propuesta adaptada a los currículos LOMCE de ESO y Bachillerato [Graphic humor as a didactic resource in the Mathematics classroom: a proposal adapted to the LOMCE curricula for the ESO and Baccalaureate levels]. 101. 151-177.
- Araya Ramírez, N. (2014). Las habilidades del pensamiento y el aprendizaje significativo en matemática de escolares de quinto grado en Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(2), 66-95. Retrieved April 03, 2023, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-47032014000200003&lng=en&tlng=es
- De la Serna, J.M. (2020). Procesos neuronales de las matemáticas. En De la Serna, J.M. *Aproximación a las neuromatemáticas: el cerebro matemático*. Montefranco: Tekttime, 108-193.
- Mumbru, P. (1989). Por un enfoque holístico en la enseñanza de las matemáticas. *SUMA*, 3, 5-12. <https://revistasuma.fespm.es/sites/revistasuma.fespm.es/IMG/pdf/3/005-012.pdf>
- Ricoy, M. C. y Couto M. J. V. S. (2018). Desmotivación del alumnado de secundaria en la materia de matemáticas. *Revista electrónica de investigación educativa*, 20(3), 69-79. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1650>

IMPLEMENTACIÓN DE EXPERIENCIAS EDUCATIVAS STEM EN EDUCACIÓN PRIMARIA: ANÁLISIS DE BENEFICIOS COGNITIVOS Y AFECTIVOS

G MARTÍNEZ BORREGUERO, FL NARANJO CORREA, M MATEOS NÚÑEZ, T ALGABA ALISEDA

Universidad de Extremadura, España

mmarbor@unex.es

Abstract

El estudio que se presenta analiza los beneficios a nivel cognitivo y afectivo de la implementación de experiencias educativas STEM en Primaria. Mediante un muestreo no probabilístico se ha contado con la participación de 340 estudiantes entre 8 y 12 años. La muestra estaba distribuida en diferentes grupos de trabajo en base a los contenidos STEM trabajado en las intervenciones didácticas. Se diseñaron pre-test y post-test con el fin de conocer su impacto a nivel cognitivo y emocional. Los resultados revelan mejoras en la variable nivel de conocimiento en todos los grupos, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($\text{Sig.} < 0,05$) del pre-test al post-test. Se comprueba que las emociones manifestadas por el alumnado ante las actividades planteadas fueron mayoritariamente positivas, sugiriendo ello la importancia que tienen las metodologías activas en el fomento de actitudes científicas en primaria.

Keywords

Dominio cognitivo, Dominio Afectivo, Educacion Primaira, STEM.

1. INTRODUCCIÓN

Diversos informes en el ámbito educativo resaltan la importancia de las áreas científico-tecnológicas y matemáticas, ya que constituyen uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de la sociedad. Por ello, se hace indispensable potenciar las competencias STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) en los estudiantes desde las primeras etapas del sistema educativo (Osborne y Dillon, 2008). En este sentido, diversos autores destacan la necesidad de incluir programas y experiencias educativas STEM en el nivel de educación primaria (Mateos-Núñez et al., 2020; Vlasopoulou et al., 2021). Esto va ligado al hecho de que cada vez se requieren más personas para trabajar en empleos relacionados con la ciencia y la tecnología, por lo que se necesita una formación adecuada en estos campos, fomentando las competencias STEM de los ciudadanos. Sin embargo, la realidad es que un alto porcentaje de la población actual desconoce el impacto que la ciencia y la tecnología tiene en el mundo actual, y ello ha puesto en alerta a distintas instituciones gubernamentales, preocupadas en asegurar la alfabetización científico-tecnológica desde las primeras edades escolares (OECD, 2019). Promover la alfabetización STEM entre la sociedad daría lugar a que los ciudadanos se sintieran más seguros y competentes para abordar las cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología a medida que surgen en el curso de la vida cotidiana (Laugksch, 2000). Sin embargo, se suele prestar una atención muy limitada a la ciencia y la tecnología en la educación primaria en términos de tiempo (Martin et al., 2012), y no se abordan eficazmente las actitudes científicas de los alumnos más jóvenes (Turner e Ireson, 2010).

En este sentido, fomentar el uso e implementación de actividades problematizadas y experienciales podría beneficiar, en gran medida, el desarrollo de las competencias y habilidades científicas necesarias (Neira, 2021), y también despertar vocaciones e intereses por parte de los estudiantes hacia las ciencias (Mateos-Núñez, et al., 2020). Es importante que los alumnos participen activamente en el proceso de aprendizaje para desarrollar actitudes positivas hacia la ciencia y adquirir las competencias necesarias para desenvolverse en el mundo actual. Por lo tanto, la participación de los alumnos y la aplicación de los pasos de la investigación científica, junto con un profesor que desempeñe un papel importante en este proceso, son esenciales para una educación científica eficaz (Yakar y Baykara, 2014).

A nivel mundial, se han iniciado diversos programas para aumentar la atención a la enseñanza de la ciencia y la tecnología en la Educación Primaria (Léna, 2006). Sin embargo, la efectividad de las metodologías con enfoque STEM para aumentar el conocimiento de los estudiantes sigue estando poco estudiada, sobre todo

en el caso del alumnado de Educación Primaria (Barrett et al., 2014). Por este motivo, en el presente estudio se muestra el efecto que la aplicación de intervenciones prácticas basadas en la integración de contenidos STEM tienen en el aprendizaje y las actitudes de los alumnos de distintos niveles de la etapa de Educación Primaria.

2. METODOLOGÍA

El objetivo principal de este trabajo ha sido analizar los posibles beneficios a nivel cognitivo y emocional de varias experiencias activas aplicadas en distintos niveles de la etapa primaria, desde los 6 a 12 años. Este objetivo se ha dividido en tres específicos.

Objetivo específico 1: Analizar el nivel de conocimientos inicial manifestado por los estudiantes de primaria participantes en relación con los conceptos científico-tecnológicos trabajados en el área de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas.

Objetivo específico 2: Comprobar si se produce una evolución positiva en el nivel de conocimientos tras las intervenciones didácticas realizadas en los distintos grupos.

Objetivo específico 3: Analizar las emociones manifestadas por los estudiantes de primaria hacia las intervenciones didácticas desarrolladas.

La investigación desarrollada ha seguido un diseño de tipo experimental con pre-test y post-test y análisis mixto de los datos. En el estudio han participado 340 estudiantes de distintos niveles de la Educación Primaria, desde 1º a 6º. Este alumnado estaba dividido en diferentes grupos de trabajo, realizando cada uno de ellos diferentes actividades prácticas de carácter lúdico que integraban contenidos STEM. Se ha recabado información antes y después de las sesiones mediante un pre-test y un post-test. Estos instrumentos de medida han permitido analizar variables cognitivas como el nivel de conocimiento inicial y el adquirido tras las intervenciones, y variables emocionales al finalizar las intervenciones, con el fin de conocer el impacto de estas en el dominio afectivo del alumnado. Concretamente, el pre-test se implementó antes de llevar a cabo las intervenciones para valorar en un inicio el nivel de conocimientos que presentaba el alumnado sobre el tema de la intervención. Dicho cuestionario se componía de 10 preguntas referidas a los contenidos STEM objeto de estudio. El post-test se aplicó una vez finalizada la intervención. Su fin fue el de valorar la posible mejora de la variable nivel de conocimientos e incluía 10 preguntas, similares a las del cuestionario inicial. Por otro lado, para medir las variables referidas al nivel afectivo, se diseñó en base a investigaciones previas (Mateos-Núñez et al., 2020; Mellado, et al., 2014) un cuestionario con ocho emociones, 4 positivas (curiosidad, diversión, confianza, satisfacción) y 4 negativas (asco, aburrimiento, preocupación y enfado). El alumnado debía indicar si había sentido o no cada emoción durante las intervenciones prácticas. Los cuestionarios elaborados fueron validados en base a diferentes parámetros psicométricos indicados en estudios previos.

Las experiencias educativas STEM implementadas se basaron en diferentes bloques de contenidos curriculares del área de Ciencias de la Naturaleza (Bloque I: Iniciación a la actividad científica, Bloque II: Seres Vivos, Bloque IV: Materia y Energía o Bloque V: Tecnología, objetos y máquinas) así como en contenidos de Matemáticas, con el propósito de integrar las experiencias sobre contenidos de áreas STEM.

Se contó con la participación de 7 grupos de alumnos. En concreto, se llevaron a cabo tres intervenciones prácticas con estudiantes del 6º de primaria. Con el Grupo 1, se realizó la construcción de un coche para explicar entre otros, contenidos relacionados con la energía eólica, el movimiento y las leyes de Newton. La segunda intervención (Grupo 2) estuvo vinculada al estudio de la célula y la organización de los seres vivos, y consistió en una actividad práctica basada en el cultivo de microorganismos (Marcos-Merino et al., 2019). La tercera intervención se realizó durante la unidad didáctica relacionada con la biodiversidad y el medioambiente, y se basó en la realización de una actividad gamificada dirigida a explicar las cadenas tróficas y la incidencia del ser humano en las mismas (Grupo 3).

Asimismo, se diseñó una intervención para 5º (10-11 años), basada en la construcción de una catapulta para explicar contenidos referidos al tema de las máquinas simples (Grupo 4). Con otro grupo de alumnos de 4º se trabajó la energía eléctrica incorporando un pequeño circuito eléctrico (motor, pila y cables) a una botella de plástico o brick. El funcionamiento del coche se basaba en activar una hélice colocada en la parte de atrás del coche mediante la energía eléctrica proporcionada por el circuito eléctrico, por lo que el grupo que realizó este taller requirió más tiempo para la elaboración del coche en clase (Grupo 5).

Por otro lado, se desarrolló con 3º de primaria un taller STEM para el aprendizaje de contenidos relacionados con las máquinas simples y las máquinas compuestas. El taller STEM consistía en la construcción de

un objeto tecnológico y una hoja de observación para focalizar la atención de los alumnos en los aspectos más relevantes del proyecto.

Finalmente, con el Grupo 7 se diseñó una intervención didáctica dirigida a estudiantes de 1º de Primaria. Dicha intervención se basó en la realización de un taller STEM centrado en el estudio de conceptos relacionados con el cuerpo humano. Específicamente, los alumnos, distribuidos en pequeños subgrupos, realizaron una mano robótica utilizando para ello material de fácil adquisición o reciclado.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A nivel cognitivo, los resultados recabados en el pre-test permitieron conocer el nivel de conocimientos inicial que manejaba el alumnado, con respecto a los contenidos objeto de estudio. Asimismo, se pudieron conocer las posibles ideas alternativas que presentaban los estudiantes para procurar modificarlas mediante la intervención. Concretamente, el análisis estadístico de los datos obtenidos en el pre-test reveló que todos los grupos de trabajo partían con un nivel de conocimientos bajo. Por el contrario, el post-test aplicado tras las intervenciones didácticas reveló importantes mejoras en la variable nivel de conocimiento en todos los grupos, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($\text{Sig.} < 0,05$) del pre-test al post-test en el análisis inferencial realizado. Para analizar el tamaño de efecto de estas diferencias encontradas, se calculó la delta de cohen (Cohen, 1988). Los resultados mostraron que, en todas las intervenciones didácticas desarrolladas en el aula de primaria, el tamaño de efecto encontrado ha sido mayor del valor de referencia de 0,8, lo que denota un tamaño de efecto alto según la literatura. En base a ello, coincidimos con estudios previos (Gamoran et al. 2000) que resaltan la importancia que tienen las estrategias activas, colaborativas, reflexivas y centradas en el alumno para que puedan conducir a aprendizajes reales en la práctica y aplicación de los contenidos. Asimismo, el estudio cualitativo realizado durante el desarrollo de las actividades exteriorizó el dominio conceptual del alumnado. Estos resultados coinciden con investigaciones previas que indican que la actividad manipulativa es esencial si se pretende alcanzar un aprendizaje significativo y a largo plazo de los contenidos trabajados en el aula (Greca y Moreira, 2002; Martínez-Borreguero et al., 2018; Mateos-Núñez et al., 2020; Martínez-Borreguero et al., 2022).

A nivel emocional, se comprueba que las emociones manifestadas por el alumnado ante las actividades planteadas fueron mayoritariamente positivas. Emociones como diversión, confianza, sorpresa o alegría fueron las más exhibidas por los estudiantes durante las sesiones, favoreciendo ello el aprendizaje de los contenidos objeto de estudio. Asimismo, se pudo realizar un análisis cualitativo de la variable emocional preguntando al alumnado en qué momento habían sentido las distintas emociones planteadas. La participación del alumnado ya fuera mediante la realización de las maquetas, durante el desarrollo de las actividades gamificadas o durante el análisis de los productos obtenidos, fue determinante a la hora de generar emociones y actitudes positivas en todos los grupos participantes, tal y como verificó dicho análisis cualitativo. Estos resultados confirman nuevamente la importancia de las metodologías activas, pero en este caso, en su contribución al fomento de actitudes científico-tecnológicas positivas en el alumnado de primaria. Coincidimos con investigaciones previas en que es imprescindible incidir en las emociones de los estudiantes a través de la elección de las estrategias de aprendizaje porque pueden tener un efecto importante sobre el aprendizaje de los alumnos (Mellado et al., 2014). En este sentido, consideramos que el desarrollo de metodologías activas en las clases de ciencias podría evitar el descenso en la motivación hacia las ciencias a lo largo de la escolarización. Es necesario que las actividades que se planteen al alumnado en el aula de ciencias despierten su curiosidad porque un estudiante que siente curiosidad y confianza focalizará su atención sobre el objeto que la provoca, mejorando su predisposición al aprendizaje y el deseo de aprender (Mora, 2013).

Finalmente se concluye que la formación científica básica es necesaria para desarrollar competencias que permitan comprender el entorno y enfrentar los posibles problemas que se presenten. Por ello, la aplicación de metodologías activas en el aula será fundamental a la hora de promover la alfabetización científica y el pensamiento crítico en el alumnado de Educación Primaria.

4. AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2020-115214RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

5. REFERENCIAS

- Barrett, B. S., Moran, A. L., y Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(6), 1–7.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Erlbaum: Hillsdale, NJ, USA.
- Gamoran, A., Secada, W. G., y Marrett, C. B. (2000). The organizational context of teaching and learning. In *Handbook of the sociology of education* (pp. 37-63). Boston, MA: Springer.
- Greca, I. M. y Moreira, M. A. (2002). Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. *Science education*, 86(1), 106-121.
- Laugtsch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*, 84(1), 71-94.
- Léna, P. (2006). Erasmus lecture 2005 from science to education: The need for a revolution. *European Review*, 14, 3–21.
- Marcos-Merino, J. M., Esteban-Gallego, R., y Gómez-Ochoa de Alda, J. (2019). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1) 1602.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., y Stanco, G. M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F. L., Mateos-Núñez, M., y Sánchez-Martín, J. S. (2018). Recreational experiences for teaching basic scientific concepts in primary education: The case of density and pressure. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), em1616.
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa F.L., y Mateos-Núñez M. (2022). Development of STEM Instructional Resources for Teaching Optics to Teachers-in-Training: Influence on Learning and Teacher Self-Efficacy. *Education Sciences*, 12(3):186.
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., y Naranjo-Correa, F. L. (2020). Learning science in primary education with STEM workshops: analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective. *Sustainability*, 12(8), 3095.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez-Borreguero, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36.
- Mora, F. (2013). *Neuroeducación*. Alianza.
- Neira, J. C. R. (2021). La experimentación en ciencias naturales como estrategia de alfabetización científica. *UCMaule*, (60), 102-116.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD]. (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. The Nuffield Foundation.
- Turner, S. e Ireson, G. (2010). Fifteen pupils' positive approach to primary school science: When does it decline? *Educational Studies*, 36,119–141.
- Vlasopoulou, M., Kalogiannakis, M., y Sifaki, E. (2021). Investigating Teachers' Attitudes and Behavioral Intentions for the Impending Integration of STEM Education in Primary Schools. In *Handbook of Research on Using Educational Robotics to Facilitate Student Learning* (pp. 235-256). IGI Global.
- Yakar, Z. y Baykara, H. (2014). Inquiry-based laboratory practices in a science teacher training program. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(2), 173-183.

INTEGRACIÓN DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA OBLIGATORIA. UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE Y SERVICIO

MARTA MIGUEL BORGE, BEATRIZ PÉREZ LONGO, HERNÁN GONZALO-ORDEN

Universidad de Burgos, Burgos, España

mmborge@ubu.es

Abstract

La movilidad excesiva en vehículo privado genera problemas en las ciudades y afecta de manera significativa a sus ciudadanos. Para corregir este problema es necesario incrementar el uso de la movilidad a pie, en bicicleta y en transporte público, así como la mejora del diseño de las ciudades que ayude a reducir la dependencia del vehículo privado.

Convencer a la sociedad para que realice cambios en su comportamiento general no es una tarea fácil. En esta comunicación se presenta una experiencia realizada desde el ámbito educativo para mostrar al alumnado del Grado en Educación Primaria y a los niños de Educación Primaria Obligatoria cómo se puede mejorar la movilidad y diseño de nuestras ciudades.

En concreto, a través de un proyecto de Aprendizaje y Servicio (ApS) se ha formado a futuros maestros en movilidad sostenible y en la didáctica de la lengua y literatura para que puedan preparar diferentes recursos que se presentarán en los colegios entre el alumnado de primaria para que conozcan otras formas de desplazarse y las consecuencias del uso excesivo del vehículo privado.

Keywords

Air pollution, environment, diversity, inclusion, learning, literature, urban mobility.

1. INTRODUCCIÓN

El vehículo privado desde su popularización no sólo se convirtió en un modo de transporte mayoritario sino también en un símbolo, ya fuera de éxito o de poder, y de forma global de libertad. Con él no dependías de otras personas para desplazarte a donde tú quisieras, para ir por el camino que tú eligieras y además bajo el horario de tu elección. Tal ha sido su éxito que su uso diario está provocando muchos problemas en las ciudades. La movilidad excesiva en vehículo privado genera altos niveles de contaminación, congestión o ruido, fuerte colaboración al incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, graves daños medioambientales en el ciclo de vida de sus vehículos e infraestructuras...

Por este y muchos otros problemas que ocurren en el mundo, la ONU, en 2015, propone la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que la componen, el objetivo 11 se centra en la sostenibilidad de las ciudades y comunidades (ONU, 2015).

La concienciación sobre la necesidad de un nuevo tipo de movilidad también es promovida en las políticas nacionales. Por ejemplo, el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana busca diseñar acciones «dirigidas a concienciar y sensibilizar a los diferentes agentes, de las ventajas que aporta la movilidad sostenible [...]» (MITMA, 2021).

2. LA MOVILIDAD SOSTENIBLE Y EL REDISEÑO DE LAS CIUDADES

La movilidad sostenible, en pocas palabras, es aquella que se realiza a pie, en bicicleta y en transporte público. Mediante este tipo de movilidad se busca tanto la reducción del uso del vehículo privado, disminuir la contaminación ambiental de las ciudades, reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, como mejorar la movilidad inclusiva, la accesibilidad, crear barrio, reorganizar el espacio público, fomentar las relaciones de los niños fuera del ámbito familiar... Actualmente, en la mayoría de nuestras ciudades, el mayor porcentaje de uso del suelo urbano está dedicado al vehículo privado y sus infraestructuras por lo que es necesario un nuevo diseño que busque un reparto más equilibrado.

3. LA LEY DE EDUCACIÓN (LOMLOE), LOS ODS Y LA MOVILIDAD SOSTENIBLE

Por eso no es de extrañar que la nueva ley de educación (LOMLOE), abanderada de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, busque dotar al estudiante de la capacidad de emprender acciones de responsabilidad que permitan la transformación social para conseguir sociedades más sostenibles (Negrín y Marrero, 2021). La movilidad sostenible está presente en el artículo 110, titulado *Accesibilidad, sostenibilidad y relaciones con el entorno* donde se afirma que «garantizarán los caminos escolares seguros y promoverán desplazamientos sostenibles en los diferentes ámbitos territoriales, como fuente de experiencia y aprendizaje vital». En el artículo 17, dentro de los Objetivos de la Educación Primaria indica que «La educación primaria contribuirá a desarrollar en los niños y niñas las capacidades que les permitan: [...] Desarrollar hábitos cotidianos de movilidad activa, autónoma, saludable, fomentando la educación vial y actitudes de respeto que incidan en la prevención de accidentes de tráfico» (BOE, 2020). Además, en la Disposición adicional sexta que trata sobre la educación para el desarrollo sostenible y para la ciudadanía mundial, insiste en la necesidad de formación del profesorado para que cuente con los conocimientos, habilidades y actitudes precisas para poder hacer frente a la transmisión de las metas establecidas en la Agenda 2030, señalando que en 2025 todo el personal que acceda a la función docente deberá haber recibido dicha cualificación (BOE, 2020). Igualmente, dentro del área de Lengua castellana y Literatura, se establece que «se favorecerá la alfabetización mediática e informacional, la comprensión de textos en diferentes formatos y sus elementos gráficos y paratextuales, contribuyendo al desarrollo de hábitos cotidianos de movilidad autónoma, saludable y el fomento de la educación vial» (BOE, 2020).

4. PROPUESTA Y METODOLOGÍA

Debemos hacer hincapié en el peso que tiene la comunidad educativa para propiciar cambios de comportamiento que puedan beneficiar en un futuro a toda la sociedad. En este caso se ha tenido en cuenta el carácter obligatorio de los desplazamientos de la vivienda al colegio de los niños en edad escolar. Es ahí donde se ve la necesidad de intervención para crear una movilidad sostenible que incentive la autonomía de los escolares y la socialización fuera del entorno familiar, desarrolle hábitos saludables y permita el conocimiento del entorno, con desplazamientos a pie, en bicicleta o transporte público.

Desde la asignatura de *Didáctica de la Literatura infantil y de la animación a la lectura y escritura* impartida en 4.º del Grado en Maestro de Educación Primaria se propuso al alumnado el reto de diseñar materiales y organizar un taller que más adelante impartirían en un aula real de primaria. La literatura es un medio capaz de fomentar el pensamiento crítico, desarrollar la creatividad y ampliar la capacidad socializadora a través de textos literarios que dan pie a la interpretación y comprensión del mundo. Tampoco se puede olvidar que tiene otras virtudes como es su carácter lúdico, muy afín al público infantil (Miguel-Borge y Aguilar, 2021).

Para esta propuesta se adoptó una metodología activa como es el Aprendizaje y Servicio (ApS). En palabras de Rodríguez Gallego «se trata de una forma de educación experiencial en la que los estudiantes se comprometen en actividades de ayuda a la comunidad al tiempo que facilita el aprendizaje de una asignatura y el desarrollo de las competencias profesionales» (Rodríguez Gallego, 2014). Este tipo de metodología encajaba perfectamente con el proyecto a desarrollar en el aula universitaria.

5. EXPERIENCIA

Por todo lo expresado en los apartados anteriores, se consideró que sería factible trabajar la movilidad sostenible a través de la literatura infantil. Se había detectado la necesidad de concienciar a los ciudadanos de optar por otro tipo de movilidad urbana y de diseño urbano que diera lugar a ciudades más «inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles».

Este proyecto de ApS se puso en marcha el curso académico 2022-2023. Se contó con la participación de 64 alumnos matriculados en la asignatura. La idea consistía en diseñar una intervención pedagógica para el aula de primaria, no solo impartir un taller puntual en el colegio, sino realizar una serie de materiales y actividades para trabajar previamente en las aulas a través de los tutores. El colegio que se sumó a este proyecto fue el Colegio Blanca de Castilla en Burgos. Las materias escolares involucradas fueron Lengua y Literatura, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Educación Física, Valores y Plástica. La intervención se desarrolló en el primer trimestre del curso escolar abarcando 437 alumnos de todos los cursos de la etapa de Educación primaria obligatoria (EPO).

Los objetivos planteados para este proyecto fueron los siguientes:

- Formar a los alumnos de 4.º de Grado en Maestro de Educación Primaria en movilidad sostenible.
- Diseñar una propuesta didáctica centrada en la movilidad sostenible a través de la literatura infantil como recurso principal.
- Provocar la reflexión de los alumnos de grado y de primaria sobre la necesidad de un cambio en la movilidad urbana y en el diseño de las ciudades.

5.1. Actividades realizadas para alcanzar los objetivos

En primer lugar, estaba claro que el proyecto de Aprendizaje y Servicio sobre movilidad sostenible iba a ser un trabajo más de la asignatura del grado, contemplado en la evaluación de la asignatura y así señalado en la guía didáctica. Como se buscaba que los alumnos se implicaran al máximo, se presentó el Proyecto ApS el mismo día del comienzo de la asignatura.

El siguiente paso fue formar grupos cooperativos de entre tres y cinco alumnos. Se reservaron algunas clases prácticas para trabajar el proyecto y así comprobar que cumplían con el trabajo en equipo encomendado: garantizar la interacción cara a cara, responsabilidades compartidas, socialización...

El proyecto daba comienzo haciendo una pequeña encuesta a los estudiantes del Grado para ser conscientes de los conocimientos previos que tenían sobre movilidad sostenible urbana. Inmediatamente después se realizó una formación sobre movilidad sostenible con el apoyo de profesionales del tema para que tomaran contacto con los valores e ideas que debían transmitir a los alumnos de primaria. A la par se diseñaron encuestas en papel adaptadas al alumnado de los diferentes cursos de primaria con el objetivo de conocer cómo se desplazaban al colegio, qué medio de transporte utilizaban y cómo les gustaría desplazarse...

Según se impartía el temario —teórico y práctico— de la asignatura, se pidió a los alumnos universitarios que elaboraran una serie de materiales destinados a los alumnos de primaria para trabajar de antemano todo aquello que rodea la movilidad sostenible urbana (camino escolar, carril bici, transporte público, seguridad vial, hábitos saludables, convivencia social...). Se pidió que diseñaran una serie de tarjetas con imágenes y preguntas para que los tutores desde el aula de referencia trabajaran la movilidad sostenible antes de la incursión en el centro educativo. Estas tarjetas seguían la línea de las cajas de Filosofía visual *Wonder Ponder* (Duthie y Martagón. 2016), donde a través de un dibujo que presenta una determinada situación, se les hace una serie de preguntas a los niños, en nuestro caso, las tarjetas iban dirigidas a trabajar la movilidad sostenible. Este material fue solicitado por el colegio para que se quedara allí para trabajar el tema en años sucesivos.



Figura 1. Tarjeta realizada por las alumnas del Grado, Sara Irazábal, Ana Ruiz y Sofía Heras.

Una vez diseñadas las encuestas y las tarjetas para trabajar la movilidad sostenible se enviaron al colegio. A partir de ese momento, alumnado universitario tenía a su disposición las clases prácticas para diseñar diferentes talleres donde la literatura infantil servía de puente para transmitir los contenidos deseados de movilidad sostenible. Siempre bajo la supervisión de todo el equipo que formaba parte del proyecto.

Finalmente, los estudiantes de grado llevaron sus talleres de literatura y movilidad sostenible a las aulas de primaria del Colegio Blanca de Castilla. Esta actividad permitió dotarles de una formación integral, como agentes del cambio y protagonistas de la implementación de los ODS en la educación primaria.

5.2. Actividades de reflexión

Desde un primer momento se consideró que era importante fomentar la reflexión sobre la experiencia de cada uno, la idea partía de ver cómo nos movemos en la ciudad y si existe la posibilidad de cambiar nuestros hábitos para que sean más sostenibles y tengan una menor repercusión en el medio ambiente. Algo que se iba a replicar en el aula de primaria. Esta premisa se fue repitiendo en el desarrollo de todo el proyecto.

Como colofón al proyecto se invitó al alumnado universitario a que reflexionaran sobre la experiencia de participar en un proyecto ApS y sobre la posibilidad de utilizar la literatura como medio para transmitir ideas, en este caso, sobre la necesidad de transformar el modo en el que nos movemos en la ciudad y abogar por una movilidad segura, saludable y sostenible. El resultado fue muy positivo. En la mayoría de las reflexiones destacaban dos cosas principalmente, el hecho de que era necesario implementar los ODS en nuestras asignaturas y el grado de motivación obtenido con este tipo de proyectos que les permitía desarrollar una formación integral como docentes en formación.

6. CONCLUSIONES

Con este proyecto se ha podido comprobar que la participación del alumnado universitario es más activa y comprometida a través de la metodología de aprendizaje y servicio. Por los resultados de sus propias reflexiones, ven factible el uso de la literatura para trabajar temas con fuerte carga social como es, en este caso, la movilidad sostenible.

7. AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia forma parte del proyecto *Integración de la Movilidad Sostenible en la Educación Primaria a través de la Literatura Infantil* de la V Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente y Transformación Social en Aprendizaje y Servicio (ApS) para el curso académico 2023-2024 de la Universidad de Burgos, subvencionado por el Vicerrectorado de Responsabilidad Social, Cultura y Deporte, el Vicerrectorado de Internacionalización, Movilidad y Cooperación, el Vicerrectorado de Docencia y Enseñanza Digital y el Ayuntamiento de Burgos. Además, los autores quieren agradecer a las distintas entidades que han participado en el mismo como son el Colegio Blanca de Castilla ubicado en la capital burgalesa, la Asociación Andando Burgos y la Coordinación Provincial de Educación Vial de la Dirección General de Tráfico.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BOE (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953.
- Duthie, E. & Martagón, D. (2016). *Lo que tú quieras*, Filosofía visual para niños, Wonder Ponder.
- Miguel-Borge, M., & Aguilar López, A. M. (2021). Enseñanza de la movilidad sostenible a través de la literatura infantil, en *R-evolucionando el transporte*, CIT 2021, Burgos, pp. 633-644.
- MITMA (2021). *Estrategia de movilidad*. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Negrín Medina, M. A. y Marrero Galván, J. J. (2021). La nueva Ley de Educación (LOMLOE) ante los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 y el reto de la COVID-19, en *Avances en supervisión educativa*, Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España,
- ONU. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. A/RES/70/1. Organización de Naciones Unidas (ONU). Estados Unidos de América.
- Rodríguez Gallego, M. R. (2014). El aprendizaje-Servicio como una estrategia metodológica en la Universidad, en *Revista Complutense de Educación*, vol. 25, n.º 1, pp. 95-113.

MATEMÁTICAS, TECNOLOGÍA Y APRENDIZAJE-SERVICIO: UNA EXPERIENCIA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA UTILIZANDO EL DISEÑO E IMPRESIÓN 3D

MA FUERTES-PRIETO¹, BM ALONSO-RUANO¹, MM RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ¹, D RODRÍGUEZ-MUELAS¹,
M ÁLVAREZ-DÍEZ²

¹Facultad de Educación, Universidad de Salamanca, España

²Colegio Sagrado Corazón, Salamanca, España

fuertes@usal.es

Abstract

Diversos investigadores señalan que el uso de la impresión 3D como recurso didáctico podría aumentar la motivación y la adquisición de conocimientos y habilidades que permiten mejorar el aprendizaje matemático. Ya que los alumnos de Educación Secundaria frecuentemente ven escasa aplicación de las matemáticas fuera del aula y presentan falta de motivación para su aprendizaje, con el objetivo de mejorar la comprensión y el aprendizaje de contenidos geométricos en alumnos de Educación Secundaria, se realizó un proyecto piloto de Aprendizaje y Servicio (ApS) en 3º ESO en las áreas de matemáticas y tecnología. En 12 sesiones de aula se integró el diseño e impresión 3D y, de manera complementaria, se diseñaron elementos humanizando material hospitalario. Finalmente, los alumnos aplicaron lo aprendido impartiendo un taller de diseño e impresión 3D a estudiantes hospitalizados en la unidad pediátrica del Complejo Hospitalario de Salamanca, completando así el ApS. Los resultados mostraron un aumento en la motivación de los alumnos al aplicar las matemáticas al mundo real y una mejoría en algunas de sus capacidades geométricas. Ello anima a continuar experimentando ese recurso para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, aunque sea necesario profundizar sobre cómo utilizarlo en el aula de manera eficiente.

Keywords

Impresión 3D, Didáctica de las Matemáticas, Tecnología, Aprendizaje y Servicio.

1. INTRODUCCIÓN

La progresiva asequibilidad de las impresoras y del material de impresión ha facilitado que la impresión 3D pase de ser una tecnología utilizada únicamente en entornos profesionales y de educación superior a ser un recurso didáctico disponible en muchos centros de Educación Primaria y Secundaria. Esto ha hecho que docentes e investigadores estén experimentando el uso que este recurso puede tener en el entorno educativo.

Investigaciones recientes señalan que la impresión 3D podría mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades para facilitar un aprendizaje matemático significativo, permitiendo a los alumnos alcanzar un nivel cognitivo superior en el que pueden resolver problemas, reflejar su aprendizaje y colaborar con otros para construir conocimiento, (Trust y Maloy, 2017). En general, los estudiantes declaran tener experiencias positivas con la impresión 3D y diversos autores afirman que se trata de una herramienta eficaz para desarrollar la comprensión y las actitudes matemáticas de los estudiantes, en línea con la educación STEAM (Davy et al., 2022), proporcionando más flexibilidad a la hora de enseñar matemáticas a una clase heterogénea (Szymanski et al., 2022).

Algunos investigadores han dado propuestas concretas sobre cómo se puede utilizar el diseño y la impresión 3D como recurso innovador para mejorar el pensamiento matemático de los estudiantes (Levin y Verner, 2020; Nolla et al., 2021), especialmente en el campo de la geometría (Huleihil, 2017; Lee et al., 2015; Matthews y Geist, 2002), reportando experiencias positivas.

Esto ha hecho que un grupo de profesores de Educación Secundaria e investigadores en Didáctica de la Matemática se plantearan llevar a cabo una experiencia utilizando la impresión 3D como recurso didáctico para aprender matemáticas.

2. METODOLOGÍA

Se presenta una experiencia piloto, llevada a cabo en un colegio de Salamanca, con el objetivo de mejorar la comprensión y el aprendizaje de diversos contenidos geométricos y tecnológicos en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

En ella participaron 34 estudiantes de dos grupos de 3º de ESO (14-15 años de edad) durante los dos primeros trimestres del curso 2020-21. En la experiencia han estado involucrados profesores de matemáticas y tecnología de dicho centro educativo junto con varios investigadores del departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca.

Previamente, el centro había adquirido dos impresoras 3D y los profesores involucrados habían recibido formación sobre su uso. Además, los estudiantes contaban con conocimientos previos de programación con Scratch, edición de vídeo y creación de páginas web, lo que les resultó de utilidad como complemento al proyecto, al acabar realizando también una página web en la que se podían descargar los modelos fabricados y editando varios vídeos mostrando sus experiencias.

Se comenzó con una reunión de coordinación, en la que los profesores acordaron los contenidos que se iban a trabajar desde cada una de las áreas, la metodología y la cronología propuesta. Así, desde el área de tecnología se dedicó una sesión a explicar en qué consistía la impresión 3D por adición y el funcionamiento de la impresora, seguida de otra sesión en la que se trabajó el uso del programa Tinkercad en la que los alumnos pudieron aprender aspectos necesarios para realizar sus propios diseños y exportar los archivos para ser impresos.

Desde el área de matemáticas, los contenidos que se trabajaron fueron, fundamentalmente, relacionados con la clasificación y propiedades de figuras tridimensionales y el cálculo de volúmenes. Tras dos sesiones principalmente expositivas por parte del profesor, a los estudiantes se les plantearon una serie de actividades y tareas para cuya correcta resolución tenían que utilizar conocimientos tanto de matemáticas como de tecnología (por ejemplo: diseña y construye tres figuras con caras paralelas cuyo volumen sea 300 cm^3 ; comprueba cuál es la relación entre el volumen de un cilindro y el de un cono de igual altura y radio...). Organizados en grupos de tres, los estudiantes tuvieron que pensar cómo podrían resolver estas cuestiones utilizando como recurso el uso de las impresoras 3D. Posteriormente, en el aula de tecnología tuvieron la posibilidad de diseñar e imprimir las construcciones necesarias para resolver los problemas planteados (Fig. 1A y 1B) y, de nuevo en el aula de matemáticas, comprobar los resultados (Fig. 1C y 1D).



Figura 1. Clases de tecnología: diseño utilizando Tinkercad (A) e impresión en 3D de la figura diseñada (B). Clases de matemáticas: cálculo de volúmenes de las figuras impresas (C) y comprobación del resultado (D).

Una parte central de este proyecto fue la inclusión de la metodología del Aprendizaje-Servicio (ApS). Conscientes de que los entornos hospitalarios pueden generar ansiedad, especialmente en menores (Floro, 2016), los profesores plantearon a los alumnos el reto de humanizar y hacer más agradables a los niños hospitalizados algunos elementos habituales de dicho entorno. Para ello, se les facilitó material de uso habitual en el área de pediatría: jeringuillas, sondas, bolsas de suero... de tal manera que los estudiantes pudieran pensar cómo hacer esos elementos más agradables sin interferir con su correcto funcionamiento. De esta manera, en la clase de tecnología los alumnos diseñaron elementos que sirvieran para tal fin y en la de matemáticas, tomaron medidas y aplicaron los conocimientos geométricos necesarios para poder posteriormente, de nuevo en tecnología, completar sus diseños e imprimirlos (Fig. 2).

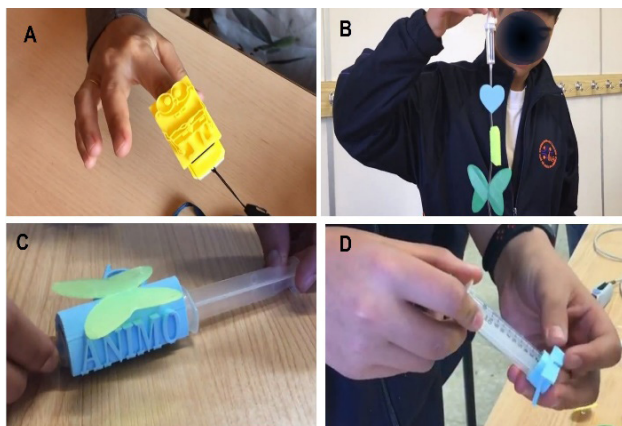


Figura 2. Ejemplos de objetos fabricados por los alumnos para hacer un entorno hospitalario más amigable: funda para pulsioxímetro (A), adornos para tubos de goteros (B) y fundas para jeringuillas (C y D).

Por último, los alumnos acudieron al complejo Hospitalario para impartir a los niños hospitalizados un taller sobre el diseño e impresión 3D y entregar el material que ellos mismos habían diseñado y construido. Para ello, previamente los alumnos recibieron formación por parte del personal del Hospital sobre las medidas que debían seguir y cómo debían comportarse con los niños hospitalizados. El seminario y taller tuvo lugar en una de las salas del Hospital en la que se pudieron instalar las impresoras y varios portátiles (Fig. 3 y 4).

El proyecto finalizó con la realización de una encuesta anónima por parte de los alumnos y una entrevista entre los profesores y los investigadores participantes.



Figura 3. Estudiantes hospitalizados observan una impresora 3D en funcionamiento.



Figura 4. Dos alumnos explican Tinkercad a un estudiante hospitalizado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto no se diseñó inicialmente con fines de investigación, sino que se hizo con la finalidad de explorar cuáles son las posibilidades del diseño y la impresión 3D y cómo organizar las clases de las diferentes áreas implicadas. Por tanto, se carece de datos cuantitativos con los que evaluar el impacto real del proyecto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados son de tipo cualitativo, basados en entrevistas mantenidas con los profesores participantes y en una encuesta de valoración final hecha entre los alumnos participantes.

Desde el área de tecnología, los estudiantes fueron capaces de utilizar el programa de diseño Tinkercad, entendiendo todos los pasos y procedimientos implicados y llegando a ser capaces de diseñar e imprimir sus propios diseños de manera autónoma.

Desde el área de matemáticas, los profesores manifestaron que sus alumnos habían mejorado su capacidad de visualización espacial, comprendiendo mejor el significado de las fórmulas y mejorando su capacidad para estimar medidas de área y de volumen, destacando el hecho de que los alumnos mejoraron su capacidad para modelizar matemáticamente el mundo real.

Por parte de los alumnos, el proyecto fue valorado muy positivamente: en una encuesta anónima, el 90% valoraron el proyecto de una manera positiva o muy positiva, y el 68% manifestaron que su aprendizaje había sido mayor que si se hubieran utilizado metodologías más tradicionales.

Los profesores implicados en el proyecto destacaron que, para poder llevar a cabo un proyecto de este tipo, es necesaria una estrecha colaboración y coordinación entre las áreas de tecnología y de matemáticas. Además, se mostraron de acuerdo con todas las conclusiones planteadas en Davy et al., 2022 en su estudio referido a la impresión 3D y su relación con la didáctica de las matemáticas:

- La impresión 3D podría mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades digitales para facilitar la retención adecuada del aprendizaje matemático.
- Los estudiantes pueden alcanzar un nivel cognitivo más alto en el que pueden resolver problemas, reflejar su aprendizaje y colaborar con otros para construir conocimiento.
- La impresión 3D podría mejorar las competencias digitales de los estudiantes.
- En general, los estudiantes reportaron experiencias positivas con la impresión 3D.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

El diseño y la impresión 3D puede ser una herramienta de gran utilidad, no como un fin en sí mismo, sino como eje vertebrador de un proyecto de enseñanza-aprendizaje que integre contenidos de matemáticas y tecnología. Resulta muy motivadora para el alumnado y podría mejorar su adquisición de habilidades y competencias.

Sin embargo, como ha sido señalado anteriormente, el proyecto presentado no se realizó con fines de investigación cuantitativa y se carece de datos objetivos con los que evaluar su impacto real en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello, es necesario diseñar mejor las intervenciones educativas, especialmente con el fin de poder evaluar hasta qué punto el uso de estas metodologías mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una línea de investigación futura es la realización de investigación cuantitativa, para ver hasta qué punto el uso del diseño e impresión 3D mejora la adquisición de competencias relacionadas con las matemáticas y la tecnología.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Colegio Sagrado Corazón de Salamanca y a la Unidad de Pediatría del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca.

6. REFERENCIAS

- Davy Kit Ng, D. T., Tsui, M. F., y Yuen, M. (2022). Exploring the use of 3D printing in mathematics education: A scoping review. *Asian Journal for Mathematics Education*, 1(3), 338-358.
- Floro, T. H. (2016). Ansiedad en la hospitalización del paciente pediátrico. *Revista de enfermería y salud mental*, (4), 15-21.

- Huleihil, M. (2017). 3D printing technology as innovative tool for math and geometry teaching applications. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 164, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.
- Lee, S. G., Lee, J. Y., Park, K. E., Lee, J. H., y Ahn, S. C. (2015). Mathematics, art and 3D-printing in STEAM education. *Communications of Mathematical Education*, 29(1), 35-49.
- Matthews, D. y Geist, E.A. (2002). Technological Applications to Support Children's Development of Spatial Awareness. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2002(1), 321-336. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Szymanski, A., Paganelli, A., y Tassell, J. (2022). 3D Printing in the Mathematics Classroom: Results from a Pilot Study with Advanced Middle School Students. *Journal of Educational Technology Systems*, 00472395221114815.
- Trust, T. y Maloy, R. W. (2017). Why 3D print? The 21st-century skills students develop while engaging in 3D printing projects. *Computers in the Schools*, 34(4), 253-266.

ABORDANDO LA CIENCIA DE MANERA REAL EN EDUCACIÓN SECUNDARIA: APRENDIENDO A DESARROLLAR UNA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

O SEGUNDO-MENDOZA^{1,2}, BJ ALMARÁN-ALARCÓN¹, A MACÍAS-GARCÍA¹, M SAIZ-MIGUEL¹

¹Facultad de educación, Universidad de Burgos, España

²C.C. Sta. M^a la Nueva y S. José Artesano, Burgos, España

olga.segundo@santamaria-artesano.org

Abstract

Secondary Education students have worked on the scientific method and know how it works—the problem lies when they have to apply it in a practical way and develop a real project. This type of classroom experience is possible and does not require large investments of material resources or time and forces students to deploy skills beyond STEM, such as entrepreneurial, personal, social and learning to learn, and digital, among others. Students learn to conduct an investigation, work methodically and analyze data to draw conclusions.

Keywords

Educational Experiences, Scientific Method, Secondary Education, Skills, STEM.

1. INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que no existe un único e inamovible método científico los alumnos llevan trabajando en el clásico método de “observación-hipótesis-experimentación-resultados y comprobación” toda la secundaria. Sin ahondar en discusiones filosóficas sobre si la ciencia busca comprobar o refutar hipótesis o si el método científico puede ser diferente (esto lo hemos trabajado en otros proyectos que no nos ocupa en este caso), el método científico tal y como se describe es muy valioso para trabajar con alumnos de secundaria, ya que su desarrollo real les dota de una serie de habilidades muy importantes en estas etapas de desarrollo cerebral.

Seguir un método científico les lleva a fijarse y preguntarse cosas de manera razonada del mundo que les rodea; capacidad muy desarrollada en primaria, pero que con la adolescencia se diluye. Les obliga a seguir un procedimiento ordenado, a ser cuidadosos y capaces de desarrollar un trabajo escrupuloso que pueda ser reproducible. Por otro lado, el trabajo en equipo, la capacidad para debatir ideas para llegar a un consenso y pensar en un bien común y un objetivo potencia los procesos sociales y cívicos. Deben ser emprendedores e imaginativos ya que el diseño de un proceso adecuado de experimentación y/o observación requiere planear “a futuro” y desarrollar el ingenio, sin seguir unas pautas dadas por el profesor. Finalmente, al extraer unas conclusiones y aplicarlas a la vida real hace que se ponga en marcha su capacidad de “aprender a aprender” y puedan tomar nuevas iniciativas en un futuro.

Hacer este tipo de experiencias potencia la alfabetización científica y el espíritu crítico de los alumnos. No es necesario hacer grandes proyectos y muchos de ellos se pueden abordar mientras se continúan otras actividades propias de las clases, no teniendo que “invertir” ni grandes recursos ni económicos o temporales.

2. LA EXPERIENCIA

Se trabaja con alumnos de 3º ESO (14-15 años) en la asignatura de Biología y Geología dentro de los contenidos relacionados con la dieta, nutrición y salud. En concreto vamos a comprobar qué hace que los alimentos se conserven. Se trabaja con unos 76 alumnos en total distribuidos en tres clases, en grupos de 4.

Al principio se lanza una observación: “Yo el otro día intenté hacerme una ensalada y los tomates que compré hace una semana estaban ya “blandurrios”, incluso les había salido algo de moho. En cambio, los pepinillos de un bote que llevaba abierto desde antes de Navidad estaban perfectos. Los alimentos se estropean, pero no todos igual”. Entre todos llegamos a dos preguntas: “¿Por qué se estropean los alimentos? ¿Por qué no todos los alimentos se estropean / conservan igual?”

A partir de ahí los alumnos trabajan en grupos estableciendo una hipótesis y determinando, a partir de las observaciones qué variables han influido en el proceso de degradado de los alimentos. Al día siguiente de la primera sesión comenzamos todos con una puesta en común y elaboramos una hipótesis conjunta para toda la clase.

Abordamos ahora la experimentación, para lo cual se enumeran las variables y el profesor, de manera muy sutil (ya que tienen que ser ellos los que desarrollen su propio experimento), les guía en el proceso:

1º Se hace un listado de variables y se les hace ver la diferencia entre variable dependiente e independiente. 2º Se les introduce la necesidad de una muestra control, a la que llegarán ellos mismos por este proceso de guiado. Una vez que ellos ya han visto esto se les deja trabajar en grupos para diseñar su experimento (Fig. 1).

Diseño experimental que demuestre nuestra hipótesis:

VARIABLE/S INDEPENDIENTE X	VARIABLE DEPENDIENTE Y
VARIABLES	Resultado
<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de alimentos - Conservante - Temperatura - Tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> - Se estropea - No se estropea <p>¿Cómo lo veo? Ejemplo: Guisante en un bote/tubo tapado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se pone "pocho". Cambios en la textura - Cambios de color - Presencia de moho o <i>film</i> bacteriano - Turbidez del agua - Olor
Hay que tener muestra control	

Figura 1. Determinación del tipo de variables y su observación.

Volvemos a hacer una puesta en común y se les pide que vuelvan a diseñar el experimento definitivo guiándoles con una serie de preguntas como: ¿Cuántos tubos de ensayo necesito en total en esta clase?; Hazme una lista de la compra con los alimentos que tengo que comprar; ¿Cuántos métodos de conservación por adición de sustancias (aditivos tipo conservante) voy a probar? Enuméralos; ... ¿Qué se pretende en un experimento con el control (tubo control en este caso)?” (Fig. 2).



Figura 2. Tubos de ensayo numerados durante el proceso en el aula.

Preparamos las muestras y las dejamos en clase en un periodo de unos 10-15 días, indicando a los alumnos que deben anotar cambios de manera periódica.

Finalmente deben desarrollar un informe con los resultados y las conclusiones que extraen (este último es el que más peso tiene en la evaluación)

Se realiza un experimento global por grupo-clase. Cada clase trabaja de manera independiente, seleccionando sus propias variables, y el profesor intenta unificar criterios (que realmente son convergentes ya en un principio) e indica que las réplicas del experimento serían los trabajos “paralelos” de sus compañeros.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Percepción del proceso por parte del docente.

Durante el desarrollo de la experiencia el profesor detecta varias incidencias. Lo primero de todo es que los alumnos, a pesar de conocer el método científico, enumerar sus partes y definirlas correctamente presentan dificultades a la hora de identificar variables y desarrollar un buen procedimiento de experimentación. Por otro lado, les cuesta mantener un orden, designar las muestras y desconocen la necesidad de un control. Finalmente, las conclusiones obtenidas no son tal, simplemente observan resultados, y no siempre de manera correcta, recurriendo al libro de texto o internet para poder dar una conclusión final.

3.2. Percepción del proceso por parte del alumnado

Tras la experiencia se pide a los alumnos que contesten de manera voluntaria una encuesta, para analizar su percepción del proceso y del método científico. Solo 30 alumnos (algo menos de la mitad de participantes) lo hace. Entre los resultados debemos mencionar que lo más llamativo radica en que casi la mitad de los encuestados creen que han hecho ciencia ya que han experimentado (Fig. 3). Los alumnos identifican la ciencia con el uso de un método científico y con la experimentación.

En la misma línea los alumnos conocen el método científico (Fig. 4), pero no identifican que lo hayan implementado anteriormente (solo un 7% lo hace) cuando sí lo habían hecho desde dos materias en la evaluación anterior con un proyecto sobre arqueología forense. Eso es debido, probablemente, a que no se trataba de la aplicación del método científico explicado en los libros de texto y no había diseño de un experimento.

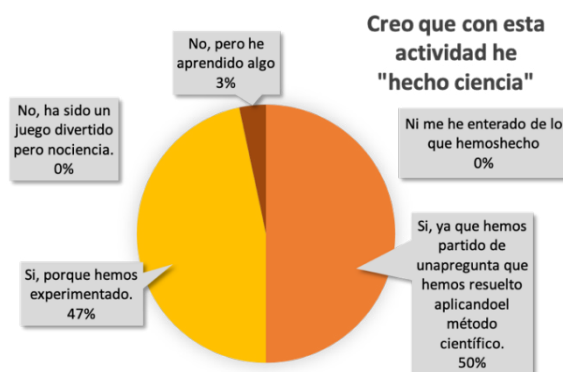


Figura 3. Percepción de los estudiantes sobre si han hecho ciencia o no con el proyecto.

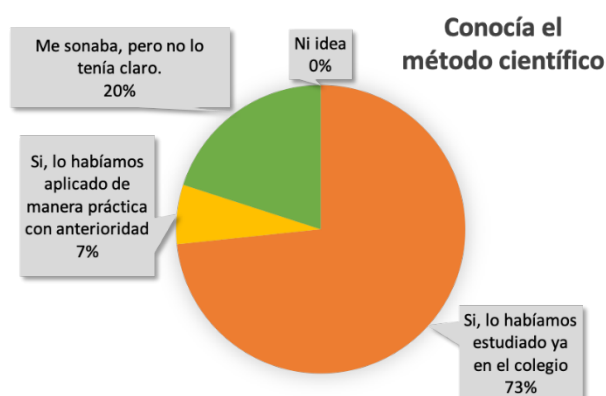


Figura 4. Percepción de los alumnos sobre su conocimiento del método científico.

Respecto a las dificultades que los alumnos han encontrado a lo largo del proceso no son reseñables. Lo que sí hay que mencionar es que existen más diferencias en la parte de análisis de datos y conclusiones, ya que ha sido el proceso menos “tutorizado” y el que los alumnos han desarrollado de manera más libre en grupos. (Tablas 1 y 2 al final del apartado)

Sobre su aprendizaje los alumnos consideran que han aprendido más, incluso mencionan que han aprendido cosas que creían que conocían (57%) y el 70% le gusta este tipo de experiencias, pero reconoce que el trabajo le ayuda a aprender, cosa que no hubiese hecho si no hubiera tenido que realizarlo. (Fig. 5 y 6).

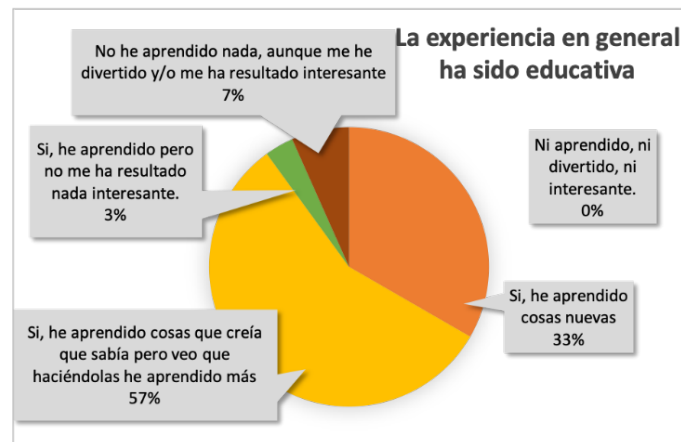


Figura 5. Percepción de los estudiantes respecto a su aprendizaje con la experiencia.



Figura 6. Actitud hacia futuras experiencias de este tipo por parte de los estudiantes.

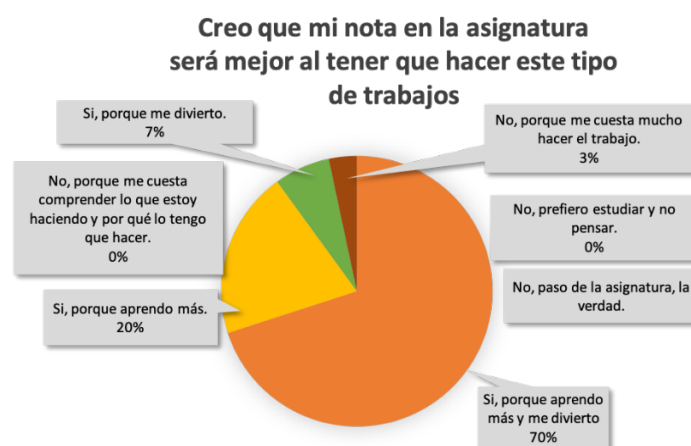


Figura 7. Percepción de los estudiantes respecto a la calificación que obtendrán con proyectos de este tipo.

Finalmente, un 70% de los alumnos cree que este tipo de proyectos mejora su nota, porque aprende y se divierte (Fig. 7). Es significativo el 3% de alumnos que cree que su nota no mejora porque les cuesta mucho. Resulta relevante mencionar que probablemente esos alumnos son aquellos cuya nota se basa en los exámenes memorísticos y en el trabajo diario, que no implique emprendimiento ni innovación. Mencionar que la mayoría no asocia que se aprenda solo porque se divierten.

Tabla 1. Percepción de los estudiantes de su desempeño desarrollando una hipótesis y diseñando el experimento. *El número indica las veces que los alumnos han señalado ese "ítem".*

Sobre la aplicación del método científico (HIPÓTESIS Y DISEÑO DEL EXPERIMENTO) señala todas aquellas afirmaciones que puedan aplicarse a tu experiencia	
Me ha parecido muy fácil aplicar lo que sabía al diseño del experimento.	13
La hipótesis ha sido fácil de plantear, pero me ha costado saber cómo diseñar un experimento.	11
Creía que lo sabía, pero luego me ha costado "aterrizar" y diseñar un experimento científicamente correcto.	8
No sabía que tenía que numerar las muestras y anotar correctamente todo, de manera cuidadosa.	14
Sabía perfectamente lo que tenía que hacer con las muestras (identificarlas claramente, anotar todos los datos, etc)	8
No sabía/tenía claro antes del experimento que tenía que usar un control	9
No he anotado bien todos los resultados.	2
He anotado los resultados pero me he liado	12
He sido perfecto	2
Me ha costado identificar la variable dependiente y la independiente.	14

Tabla 2 Percepción de los estudiantes de su desempeño analizando los datos y elaborando conclusiones. *El número indica las veces que los alumnos han señalado ese "ítem".*

Sobre la aplicación del método científico (ANÁLISIS DE DATOS Y CONCLUSIONES) señala todas aquellas afirmaciones que puedan aplicarse a tu experiencia	
He analizado los datos de todas las variables (garbanzo, guisante,... aceite, agua, vinagre, frío, etc)	25
He analizado los datos de las otras clases para tener réplicas del experimento	2
No diferencio entre recogida de datos y análisis de datos	1
No diferencia entre análisis de datos y conclusiones	3
He representado los datos en gráficas	1
He recogido fotos para documentar mi experimentación, pero porque me lo ha dicho la profesora.	21
He perdido los datos y/o las fotos (señala esta opción aunque luego las hayas encontrado)	2
Me ha resultado muy fácil sacar una conclusión.	16
Me ha resultado difícil sacar una conclusión coherente.	8
He discutido los datos y las conclusiones con mis compañeros de grupo	11
He discutido los datos y las conclusiones con el resto de compañeros de clase.	6

4. CONCLUSIONES

Este tipo de experiencias son accesibles y muy enriquecedoras para realizarlas con alumnos de educación secundaria.

Dada la percepción de ciencia y método científico como un proceso único e inamovible, se requiere trabajar con el alumnado que no solo existe una manera de hacer ciencia, mejorando así la alfabetización científica de las futuras generaciones. Este aspecto habría que abordarlo más en futuras experiencias e investigaciones.

Estos proyectos deben ser cuidadosamente "tutorizados", dejando a los alumnos pensar libremente, pero teniendo un objetivo claro. Esto se refuerza con la obligatoriedad de realizar un informe o trabajo del proyecto.

Se observa que los alumnos presentan deficiencias a la hora manejar "escrupulosamente" las muestras, de obtener datos y organizarlos en gráficas y/o diagramas.

Con este tipo de experiencias mejora la autoestima del alumnado, el trabajo en equipo, el espíritu emprendedor y la capacidad de observación autónoma.

5. AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los alumnos que participan en este tipo de experiencias. Su espíritu colaborador y entusiasmo hace que merezca la pena plantearse nuevas perspectivas en la educación, o recuperar algunas ya trabajadas pero olvidadas.

6. REFERENCIAS

- Lozano-Cantú, O y Villanueva-Gutiérrez, O.E. Ciencia, currículum y profesores: las ciencias naturales en educación secundaria. *Revista actualidades Investigativas en Educación*, enero 2016, 16 (1), 1-28.
- Sañudo-Guerra, M.A y Perales-Ponce, R. Aprender ciencia para el bien común. *Perfiles educativos*, enero 2014, vol.36 no.143.
- Gopnik, A. Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances, Empirical Research, and Policy Implications. *Science* 2012, 337, 1623.
- Ser Osborne J, Simon S, Collins S. Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 2003, 25(9), 1049-1079.
- Fundación Lilly y FECYT (2020) Enseñando Ciencia con Ciencia. Penguin Random House
- “Experiment to show some methods of preserving food” Biotopics. <https://www.biotopics.co.uk/pot/peas.html>
- “Preserving food” (2011, October). Royal Society of Biology - Nuffield Foundation. <https://practicalbiology.org/health-and-disease/preserving-food/preserving-food>

TALLERES STEM EN LA EXPOCIENCIA UNILEON. UNA EXPERIENCIA DE ÉXITO

C PALENCIA, J DE-PRADO-GIL, R MARTÍNEZ-GARCÍA, P GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, FJ FRAILE-FERNÁNDEZ

Universidad de León, España

c.palencia@unileon.es

Abstract

En febrero de 2023, dentro del evento de divulgación científica Expociencia Unileon, se ha presentado un taller de Física y de Expresión Gráfica dirigido a estudiantes de Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y público general. El taller ha consistido en la realización de varios experimentos dirigido a un público que no tiene que ser experto en la materia. Entre las actividades mostradas está el funcionamiento del coche de hidrógeno, como generar electricidad a partir de la ley de Lenz o la representación del diédrico a partir de una serie de maquetas. Con ello se pretende despertar la curiosidad científica entre los asistentes y potenciar futuras vocaciones científicas en las disciplinas STEM.

Keywords

Expociencia, Expresión Gráfica, Física, Ingeniería

1. INTRODUCCIÓN

Expociencia Unileon es un evento de divulgación científica organizado por la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la Universidad de León. Durante tres días se han celebrado 40 talleres de diferentes áreas de conocimiento, estando las mañanas dirigidas a centros educativos y las tardes al público general. Han asistido más de 20 000 personas, de los cuales, 6000 han sido alumnos de centros escolares de secundaria, ESO y Bachillerato y Formación Profesional.

En la Fig. 1 se muestra un momento de la celebración del evento en el Palacio de Exposiciones de León con la asistencia del público general. Se puede encontrar más información sobre el evento en la web <http://expociencia.unileon.es>



Figura 1. Asistentes a la celebración de la Expociencia.

Dentro de este evento se ha realizado un taller titulado “descubre la magia de la ciencia” que ha consistido en la realización de una serie de experimentos de ingeniería, física y expresión gráfica, buscando con ello atraer al alumnado a carreras STEM y despertar futuras vocaciones científicas. Al taller han asistido más de 300 alumnos de colegios de diferentes etapas educativas y además por las tardes, ha asistido el público general, superando en total unas 700 personas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En 1968 Rosenthal y Jacobson realizaron un experimento para analizar la influencia de la motivación y de las expectativas creadas para la obtención de los logros finales adquiridos por los estudiantes (Rosenthal

y Jacobson, 1968; Rosenthal y Jacobson, 1992; Sánchez Hernández y López Fernández, 2005). El resultado concluyente fue que un profesor fuertemente motivado era capaz de inyectar y transmitir entusiasmo a sus alumnos, y eso, a su vez producía mayor motivación en ambos.

Un alumno fuertemente motivado es más capaz de aprender por sí mismo. Por ello, se propone la realización de una serie de experimentos de laboratorio, de forma que estos refuercen el aprendizaje significativo (Richey y Nokes-Malach, 2013).

Combinar las clases teóricas con la parte práctica y experimental no siempre es fácil, pero es la mejor manera de lograr un aprendizaje significativo y eficaz. En algunos centros educativos muchas veces no hay tanta facilidad para poder visitar un laboratorio y desarrollar experimentos, ya sea por falta de material educativo adecuado, o por falta de tiempo para poder impartir todo el temario previsto. Por ello, se ha planteado esta experiencia educativa buscando desarrollar experimentos que puedan asombrar a los asistentes y despierten la curiosidad científica, y que al mismo tiempo puedan ser reproducidos en otros entornos. Una de las principales ventajas es que los alumnos aprenden haciendo, y si, además, los experimentos planteados son vistosos y algo “mágicos”, pueden lograr aumentar la motivación de los estudiantes por ciertas materias que inicialmente pueden parecer arduas como puede ser el dibujo técnico o la física.

Para la realización de los talleres se ha contado con alumnos voluntarios universitarios de primer curso de la Escuela de Ingeniería Industrial, Informática y Aeroespacial (Fig. 2). Con ello se ha buscado un doble objetivo. Por un lado, facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje entre los propios alumnos universitarios, ya que se desarrollan las competencias de trabajo en equipo y comunicación oral ante público tanto especializado como no especializado. Por otro lado, se busca que los alumnos de centros educativos que asisten al taller puedan tener modelos a imitar viendo monitores de edad próxima a la suya, y de esa manera se logre mayor empatía e interés por la materia.



Figura 2. Fotografía de estudiantes universitarios voluntarios impartiendo el taller.

El diseño y la preparación del taller se ha realizado de manera conjunta con los profesores universitarios y los alumnos universitarios de primer curso. Esto ha permitido que los estudiantes profundicen en ciertos aspectos de la materia que ha sido previamente explicada en el aula, y al mismo tiempo, puedan diseñar algún experimento para mostrar de manera práctica y vistosa las principales leyes de la física.

Entre los experimentos realizados se encuentran los siguientes:

- a) Demostración de la ley de Lenz, utilizando un tubo de aluminio y un imán. Por el interior de un tubo de aluminio de 1,5 m de largo se dejan caer dos piezas cilíndricas del mismo peso y tamaño. Una de las piezas es un imán y se observa que tarda entre 3 y 4 segundos en caer a pesar de no tener contacto con las paredes del tubo. Esto es debido a la variación del campo magnético producido por el interior del tubo que a su vez produce una corriente eléctrica inducida que es la responsable de frenar el movimiento del imán.
- b) Construcción de un coche de hidrógeno. Este experimento (Fig. 3) ha consistido en utilizar paneles solares para la generación de electricidad y descomponer la molécula de agua en gases de hidrógeno y oxígeno. Posteriormente, ambos gases se recombinan produciendo electricidad que es lo que permite mover el coche.



Figura 3. Coche de hidrógeno en el que se pueden apreciar los tanques de hidrógeno y oxígeno. En la parte posterior del coche se encuentra la placa solar.

- c) Utilizar unos imanes para producir levitación magnética y movimiento. En la Fig. 4 se puede apreciar un detalle de este experimento. Se puede observar que hay una placa metálica que está suspendida en el aire sin tener contacto y que además estará en movimiento de rotación.



Figura 4. Fotografía del experimento de levitación magnética.

3. RESULTADOS

Al finalizar la experiencia se ha pasado una encuesta anónima online de los diferentes talleres de Expciencia (Fig. 5). Las preguntas realizadas en una escala de Likert del 1 al 3, han sido: 1 “no me ha gustado”, 2 “me deja indiferente” y 3 “Me encanta”. Hay una pregunta para elegir el taller de mayor éxito, y otra pregunta de texto libre para realizar otros comentarios o sugerencias.

Figura 5. Detalle de la encuesta de satisfacción de la Expciencia

Además, se han recogido datos de la edad de las personas que han realizado la encuesta, la forma por la que han conocido la Expociencia (prensa, redes sociales, publicidad, a través de un centro educativo, etc.) y si ha asistido como centro educativo, asociación o público general. En el caso de los centros educativos, se ha pedido al profesor que sea este el que realice la encuesta recogiendo la opinión de los alumnos de su clase. Para aumentar la motivación y el número de respuestas de la encuesta, se les indica que pueden recoger un pequeño regalo en recepción una vez que hayan realizado la encuesta.

En la Tabla 1 se recogen los resultados de la encuesta. La muestra es de 292 respuestas. Hay que tener presente que, en el caso de los centros escolares, cada respuesta del profesor equivaldría a una media de 25 personas/aula. Es de destacar que sobre todo las respuestas son de centros educativos que representan el 82,3%. En cuanto a posibles mejoras de cara a futuras ediciones se ha detectado que habrá que reforzar la publicidad para recibir respuestas del resto de colectivos asistentes.

Tabla 1. Resultados de la encuesta de satisfacción de la actividad.

Pregunta	Respuestas	%	N
Edad	Menor 18 años	43,8%	128
	18-25	9,2%	27
	25-35	8,2%	24
	35-50	21,9%	64
	50-65	15,1%	44
	Más de 65	1,7%	5
Información sobre expociencia	Prensa	5,1%	15
	Redes sociales	5,5%	16
	Centro educativo	80,2%	235
	Publicidad	3,4%	10
	Otros	5,8%	27
Asistencia	Centro educativo	82,3%	241
	Público general	15,4%	45
	Otros	2,3%	7
Opinión sobre la Expociencia	Muy favorable	67,2%	197
	Favorable	25,9%	76
	Indiferente	5,8 %	17
	Desfavorable	0,7 %	2
	Muy desfavorable	0,3%	1
Taller: descubre la magia de la ciencia	Me encanta	81,5%	66
	Me deja indiferente	16%	13
	No me ha gustado	0,2%	2

Se incluyen también las respuestas del taller descrito en este documento. La muestra en este caso es de 81 respuestas, algo menor a las respuestas obtenidas en el resto de ítems. Esto es debido a que solo se recogen las respuestas de los participantes en el taller. El 81,5 % indica la máxima valoración, el 16% le deja indiferente y el 2% indica que no le ha gustado.

4. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración desinteresada de los investigadores del grupo de innovación docente IDEAS y de los estudiantes involucrados en el desarrollo de esta experiencia. También agradecen la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y del Ministerio de Ciencia e Innovación.

5. REFERENCIAS

Richey, J. E. y Nokes-Malach, T. J. (2013). How much is too much? Learning and motivation effects of adding instructional explanations to worked examples. *Learning and Instruction*, 25(0), 104-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.11.006>

Rosenthal, R. y Jacobson, L. (1968). *Pygmalion in the Classroom: Expectatives*

Rosenthal, R. y Jacobson, L. (1992). *Pygmalion in the classroom (Expanded ed.)*. New York: Irvington.

Sánchez Hernández, M. y López Fernández, M. (2005). *Pigmalión en la escuela*. México D.F.: Editorial Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

INICIATIVAS PARA NIÑOS Y NIÑAS EN MATERIAS STEAM: CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

R ARROYO, S GUTIÉRREZ-GONZÁLEZ, L ALAMEDA CUENCA-ROMERO, A RODRIGO-BRAVO, V CALDERÓN
Departamento de Construcciones Arquitectónicas e I.C.T. Universidad de Burgos, España
rasanz@ubu.es

Abstract

El carácter innovador e integrador de la metodología STEAM ha sido estudiado para enfocar de forma diferente la educación y aplicándolo a cualquier ámbito del conocimiento. La filosofía se sustenta en pilares que fomentan el pensamiento científico, y trata de alcanzar colectivos estudiantiles a todos los niveles formativos.

Para contribuir a la formación de una forma aplicada, desde el Área de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Burgos, se realizan diversos talleres completamente prácticos y multidisciplinares con niños y niñas de diferentes niveles educativos.

En ellos, a través del juego y de metodologías sencillas y atractivas, se llevan a cabo actividades de divulgación científica en las que aprenden los conceptos generales de reciclaje y sostenibilidad, junto con nociones más específicas de recuperación de residuos, y donde ellos mismos aplican los conceptos que se explican. Entre otros, talleres en los que dosifican y fabrican nuevos materiales en los que se incorporan productos de desecho, realizan la composición final de casitas a escala, y diseñan estructuras articuladas, adquiriendo, por ejemplo, conocimientos sobre procesos constructivos y conceptos matemáticos aplicados a la tecnología de estructuras. Esta actividad resulta especialmente interesante y fructífera cuando se dirige especialmente a los estudiantes más jóvenes.

Keywords

Construcción sostenible, juegos de aprendizaje, materiales de construcción, talleres de difusión.

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual nos enfrenta a nuevos retos a diario que nos llevan a buscar nuevas formas de aprendizaje para poder afrontar y mejorar la enseñanza desde distintos ámbitos.

Según la Recomendación del Parlamento Europeo (Parlamento Europeo, 2018) relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente, hay ciertas competencias clave que todas personas precisan para su realización y desarrollo personal, como la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, la competencia digital o aprender a aprender, y cada una de ellas puede contribuir al éxito en la sociedad del conocimiento.

En 2006, G Yakman (Kennedy y Odell, 2014) empleó el término STEAM como la educación que mejor se posiciona para dar un significado contextual a la enseñanza y aprendizaje de los conceptos clave de las disciplinas que abarca, dándole una relevancia que no se lograba anteriormente con el enfoque tradicional. Este modelo de educación permite acercarse al modelo enseñanza-aprendizaje de una forma activa a través del juego, rompiendo de este modo las barreras existentes entre distintas disciplinas y fomentando el pensamiento científico en todos los niveles.

La Universidad de Burgos organiza actividades educativas para acercar la ciencia a la sociedad (Gutiérrez et al., 2018). Para acercar la ciencia a los más pequeños, desde el Departamento de Construcciones Arquitectónicas se realizan diversos talleres con el objetivo de aplicar esta metodología de forma práctica a niños y niñas de diferentes niveles educativos, despertando el interés por la ciencia a través del juego y estimulando de este modo su creatividad desde edades escolares tempranas.

2. METODOLOGÍA

Con la finalidad de implementar esta metodología a niños y niñas de diversas edades, desde la Universidad de Burgos se realizan actividades de divulgación en sus instalaciones, talleres y laboratorios, para que los más pequeños se familiaricen con el entorno de los materiales de construcción y métodos empleados, y aprendan conceptos como el reciclaje o los métodos para una construcción sostenible.

2.1. Diseño de una casa a partir de materiales reciclados

STEAM propone una forma de aprendizaje basada en proyectos prácticos, para fomentar la autonomía de los alumnos.

Uno de los talleres que se realizan siguiendo esta metodología es el diseño por parte de los alumnos de su propia casita con materiales reciclados (Fig. 1). Para ello disponen de distintos residuos industriales como poliuretano triturado, vidrio, pizarra, silestone, o escoria negra de horno eléctrico de arco.



Figura 1. Casita con materiales reciclados.

Con la realización de este taller aprenden la importancia que tiene reciclar y su utilidad, al transformar residuos en materias primas con las que construir una casita reciclada. También ayuda a que los niños y niñas se familiaricen con el entorno de los materiales de construcción y su proceso constructivo.

2.2. Diseño de nuevos materiales de construcción

Siguiendo la línea de la actividad anterior, y para fomentar el carácter práctico de la metodología STEAM, otro de los talleres que se realizan en las visitas a la universidad es el diseño de nuevos materiales de construcción, fomentando su creatividad y autonomía, ya que son ellos mismos quienes diseñan sus propios nuevos materiales empleando para ello residuos industriales como poliuretano triturado, vidrio, pizarra, Silestone, o escoria negra de horno eléctrico de arco (Fig. 2).



Figura 2. Fabricación con la receta de la placa de yeso reciclada y placa de yeso con residuos.

El taller se plantea como un juego, en el que se elaboran pequeñas placas de yeso, para lo cual se sustituye parte de esta materia prima de origen natural por residuos. Se elabora una receta de cocina con los distintos ingredientes, y cada uno de ellos diseña su propio material, sustituyendo parte del yeso por los residuos escogidos. Así consiguen elaborar nuevos materiales de construcción a partir de residuos, reduciendo el consumo de recursos naturales como el yeso, y obtienen un beneficio medioambiental ya que evitan que vayan a vertedero.

2.3. Diseño de estructuras articuladas

Otro de los talleres que se realizan siguiendo esta metodología es el diseño de estructuras articuladas (Fig. 3). Para realizar este taller, los alumnos se dividen en grupos y compiten intentando conseguir la estructura más alta y resistente posible, de modo que se inician con este juego en el conocimiento de los procesos constructivos y de las bases matemáticas que aplican en la tecnología de las estructuras.

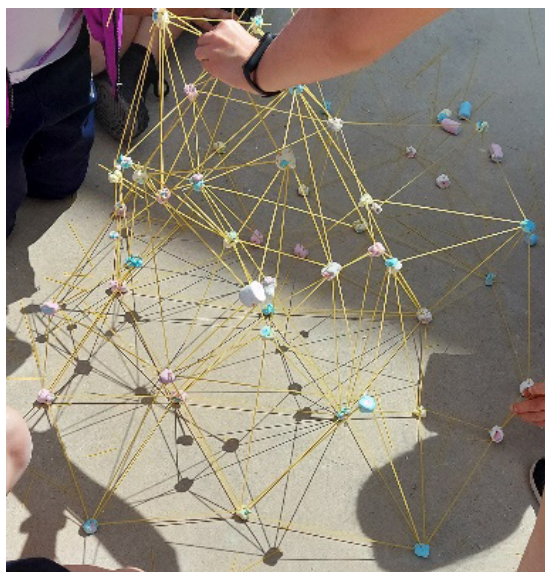


Figura 3. Estructura articulada.

Las estructuras articuladas se elaboran con espagueti y nubes de gominola a modo de nudos, basándose en conceptos matemáticos para su diseño. Se fomenta con ello la creatividad y el ingenio, promueve el aprendizaje en grupo mediante el uso compartido de los recursos, y supone un entorno idóneo para aplicar la metodología STEAM en los talleres.

3. CONCLUSIONES

La metodología STEAM es una herramienta muy útil que ayuda a impulsar la formación de carácter técnico y científico, entre otras disciplinas, en todas las etapas educativas.

Desde la Universidad de Burgos se realizan diversos talleres que, a través del juego y mediante metodologías sencillas, ayudan a los niños y niñas desde muy pequeños a familiarizarse con conceptos como el reciclaje, sostenibilidad, y la recuperación de residuos. A través de los talleres impartidos, ellos mismos diseñan casitas recicladas a pequeña escala, dosifican y fabrican nuevos materiales en los que incorporan productos de desecho, y diseñan estructuras articuladas, adquiriendo conocimientos sobre procesos constructivos y conceptos matemáticos aplicados a la tecnología de estructuras. De este modo se fomenta la autonomía de los niños y niñas desde pequeños, y se ayuda a promover las vocaciones científicas en niños y niñas por igual desde pequeños. Esta actividad es, por todo ello, especialmente interesante y fructífera cuando se dirige a los estudiantes más jóvenes.

4. AGRADECIMIENTOS

Authors gratefully acknowledge the financial support of BU070P20 Project funded by the Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) of the EU and the Junta de Castilla y León (Spain) and also by the Regional Government of Castilla y León, by the Ministry of Science and Innovation MICIN and the European Union NextGenerationEU / PRTR.

5. REFERENCIAS

- [1] Parlamento Europeo. (2018). Diario Oficial de la Unión Europea de 22 de mayo de 2018. Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=SV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=SV)
- [2] Kennedy, T. J. y Odell, M. R. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- [3] Gutiérrez, S., Fernández, A.T., Junco, C., Gadea, J., Rodríguez, A. y Calderón, V. (2018). Sowing for the future. An innovative teaching experience between school-university. *Advances in Building Education*, 2, 80-89.

EL LABORATORIO DE LAS EMOCIONES. EXPERIENCIA STEAM EN CIENCIAS SOCIALES DESDE UNA PERSPECTIVA CUANTITATIVA

MP RÍOS-DE-DEUS, ML RODICIO-GARCÍA

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de A Coruña, España

paula.rios.dedeus@udc.es

Abstract

Este proyecto se propuso para visibilizar y hacer consciente al alumnado de bachillerato de que las emociones pueden llegar a provocar conductas inadecuadas y problemáticas. Se realiza una investigación cuantitativa con una escala validada para estas edades, que recoge datos sobre rasgos de personalidad y de violencia de género en las parejas de adolescentes. Este trabajo se desarrolla desde el bienio 2019-21 en diferentes centros de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de Galicia. Las conclusiones apuntan a que se trata de un tema bastante desconocido para el alumnado y poco trabajado en los centros educativos que minimizan las conductas violentas.

Keywords

Alumnado de bachillerato, emociones, investigación cuantitativa, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Esta comunicación recoge la investigación en ciencias sociales realizada en el Proyecto Steambach denominado “El laboratorio de las emociones”, que utiliza el método científico para generar conocimiento de la realidad social y del comportamiento humano. Se propuso para visibilizar y concienciar a las personas de que las emociones, presentes en su vida diaria, pueden provocar conductas inadecuadas y problemáticas. Se desarrolla con una metodología cuantitativa, utilizando un cuestionario compuesto por dos escalas, validadas para estas edades, que recogen datos sobre rasgos de personalidad (*Triada oscura*) y la violencia de género en las relaciones de pareja de adolescentes (*ESVIGA*). Este trabajo se está ejecutando desde el bienio 2019-21 en centros de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato de Galicia. Las conclusiones muestran que es un tema desconocido para el alumnado y poco trabajado en los centros educativos que, muchas veces, minimizan o dan la espalda a conductas violentas que, en el futuro, pueden convertirse en violencia de género.

2. TRÍADA OSCURA Y VIOLENCIA EN PAREJAS DE ADOLESCENTES

El maquiavelismo, el narcisismo y la psicopatía han sido identificados como rasgos de personalidad aversivos que conforman la llamada Tríada Oscura (Moraga, 2015). Las personas narcisistas se caracterizan por centrarse en sí mismas, por sentirse superiores, con un poder ilimitado y necesitar la admiración de las demás. La psicopatía se relaciona con la falta de empatía y este rasgo convierte a la persona en insensible y desinteresada por las emociones y sentimientos de otras personas. El maquiavelismo se identifica con la manipulación y el encanto social cuyo único fin es beneficiar sus propios intereses (Navas et al, 2020; Calle, 2021). Se considera que las deficiencias emocionales y la incapacidad para describir, identificar, comprender y gestionar las emociones en uno/a mismo/a y en los/as demás pueden ser factores que subyacen a estos rasgos de personalidad (Ugarte y Tapia, 2022; Resett, 2019).

La tríada oscura (Tabla 1), validada para adolescentes (Paulhus y Williams, 2002), recoge información a través de una escala tipo Likert de cinco alternativas de respuesta que va desde 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

Tabla 1. Tríada oscura.

Rasgo de personalidad	Ítems
Narcisismo	10. La gente me ve como un líder natural
	11. Odio ser el centro de atención
	12. Muchas actividades en grupos tienden a ser aburridas sin mí
	13. Sé que soy especial porque todo el mundo me lo dice una y otra vez
	14. Me gusta conocer a la gente importante
	16. Se me ha comparado con gente famosa
	17. Me siento avergonzado si alguien me hace un cumplido
	18. Insisto en conseguir el respeto que me merezco
	19. Soy una persona corriente
Maquiavelismo	1. No es prudente contar tus secretos
	3. Cueste lo que cueste, debes tener a la gente importante de tu lado
	4. Evito el conflicto directo con otros porque me pueden ser la utilidad en el futuro
	5. Es prudente mantenerse al corriente de la información que puedas usar contra la gente en el futuro
	6. Debes esperar el momento oportuno para vengarte de la gente
	7. Hay cosas que deberías esconder a otras personas para salvaguardar tu reputación
	8. Asegúrate de que tus planes te benefician a ti, no a otros
	9. La mayoría de la gente puede ser manipulada
	2. Me gusta usar argucias para conseguir lo que quiero
Psicopatía	19. Me gusta vengarme de las figuras de autoridad
	20. Evito situaciones peligrosas
	21. La venganza tiene que ser rápida y desagradable
	22. La gente dice a menudo que estoy fuera de control
	23. Es cierto que puedo ser cruel con los demás
	24. La gente que se mete conmigo siempre lo lamenta
	25. Nunca he tenido problemas con la ley
	26. Disfruto teniendo relaciones sexuales con personas que apenas conozco
	27. Diré lo que sea para conseguir lo que quiero

La información sobre la violencia en las parejas se recoge con la escala de violencia de género en las relaciones de pareja de adolescentes (*ESVIGA*) (Penado y Rodicio-García, 2018) (Tabla 2) que analiza diferentes tipos de violencia: verbal, psicológica, física, sexual y ciberviolencia y que se recogen en una escala tipo Likert de cinco alternativas de respuesta que va desde 1 (nunca) a 5 (siempre). La información se trabaja desde una doble perspectiva, desde la persona que emplea la violencia y desde la que la sufre.

Tabla 2. Escala *ESVIGA*.

Tipo de violencia	Conducta asociada (cometida e sufrida)
Ciberviolencia	Utilizar la contraseña de las redes sociales sin permiso
	Mandar un Whatsapp para controlar
	Coger el móvil sin permiso
	Controlar la última conexión de Whatsapp

Tipo de violencia	Conducta asociada (cometida e sufrida)
Violencia sexual	Acceder a mantener relaciones sexuales para agradar
	Utilizar para satisfacer deseos sexuales
Violencia física	Empujar con violencia
	Herir con un objeto
	Golpear
Violencia psicológica	Sacar a relucir algo malo del pasado de la pareja
	Hablar en tono violento u ofensivo
Violencia verbal	Burlarse de lo que dice la pareja
	Criticar a la pareja

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

“El laboratorio de las emociones” es un proyecto STEAM (Bachillerato de excelencia) de ciencias sociales, enmarcado en la *Estratexia Galega de Educación Dixital*, que busca favorecer la adquisición de competencias de investigación y de los métodos científicos, de una forma rigurosa, ordenada y crítica, para desarrollar investigaciones propias. Tiene una trayectoria de cuatro bienios, desde 2019-21 y en él han participado 12 estudiantes de 1º y 2º de bachillerato. De los cuales el 66,66% son mujeres, indicador de que esta rama de la ciencia sigue estando feminizada.

3.1. Procedimiento

Si bien en el proyecto se utiliza una metodología mixta para que el alumnado aprenda a investigar desde ambas perspectivas, en esta comunicación se recoge solola metodología *cuantitativa*, siendo el instrumento de recogida de información un cuestionario compuesto por las dos escalas mencionadas anteriormente.

El primer contacto con el centro y alumnado se realiza a través de una charla en la que se explica el objetivo del proyecto, metodología de trabajo, planificación, análisis y valoración de los resultados.

El procedimiento comienza cuando el alumnado participante digitaliza en un único cuestionario las dos escalas, para facilitar la recogida y análisis de la información. Se contó con la colaboración de los equipos directivos y de los/as tutores/as de cada uno de los cursos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato que fueron los que les facilitaron la entrada en las aulas, para presentar el instrumento, resolver las dudas que puedan presentarse y recoger la información.

3.2. Muestra

Desde el inicio, ha participado alumnado de siete Institutos de Educación Secundaria (IES) de Galicia. A lo largo de estos años se han recogido 1066 respuestas: 662 de la *Triada Oscura* y 404 de *ESVIGA*. En esta última, solo deben responder las personas que estén en relación de pareja o lo hayan estado en el último año, por lo que la muestra se redujo.

4. RESULTADOS

La primera parte del cuestionario recoge datos sociodemográficos, obteniendo una edad media de 14,9 años, un % de hombres y mujeres similar (Fig. 1) y la distribución por curso (Fig. 2).

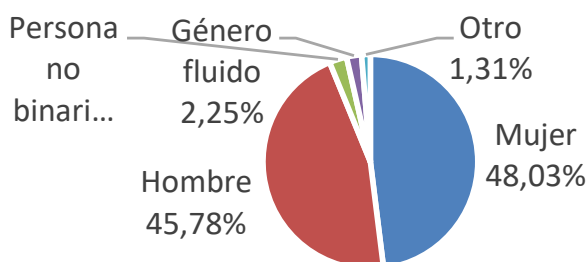


Figura 1. Datos por género.

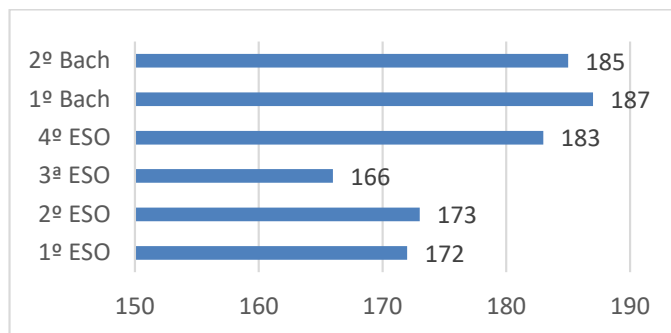


Figura 2. Datos por curso.

Los resultados generales obtenidos en los tres rasgos de personalidad: narcisismo ($M=2,56$), psicopatía ($M=2,02$) y maquiavelismo ($M=2,61$) muestran datos que pueden ser preocupantes. En cuanto al narcisismo, en general, la mayoría de los/as adolescentes indican ser personas corrientes y que no les gusta ser el centro de atención, aunque predomina en la personalidad femenina que busca conseguir el respeto que merecen. Los hombres reconocen que les gusta conocer y relacionarse con gente importante.

Los hombres muestran algunos rasgos maquiavélicos más exagerados que las mujeres y cualquier otro género, manifestando que guardan información que podría ser útil contra otra persona en el futuro. Aunque tratan de causar una buena impresión y llevarse bien con otras personas, mantienen un círculo cercano pequeño para no ser vulnerables con los/as demás.

Sobre la psicopatía se observa que es el rasgo que puntúa más bajo. La mayoría de los datos están bastante parejos, a excepción de que los hombres disfrutan más teniendo relaciones sexuales con personas que apenas conocen y que obtienen más satisfacción al vengarse de las figuras de autoridad.

Se ha observado que el narcisismo y el maquiavelismo correlacionan positivamente con la edad, aumentando a medida que promocionan de curso.

Los resultados de la escala ESVIGA muestran que son los hombres los que ejercen más violencia verbal que las mujeres. Se burlan más de ellas, las critican y lo reconocen. En cuanto a la violencia psicológica son ellos los que afirman sacar cosas malas del pasado de su pareja. Ellas indican que hablan en un tono más ofensivo y violento.

Sobre la violencia física, en general los resultados revelan que no se suelen golpear pero que existen empujones en las parejas y heridas con algún objeto, siendo ellas las que más empujan y ellos los que más hieren. En relación con la violencia sexual, son los chicos los que afirman que ejercen más violencia sexual y que utilizan a la pareja para satisfacer sus deseos sexuales, al mismo tiempo que reconocen que se sienten utilizados por sus parejas. En el tema de la ciber violencia las puntuaciones están muy igualadas. Es destacable que son ellas las que más utilizan la contraseña de las redes sociales de su pareja sin su permiso. También indican que envían WhatsApp para controlarlos y les cogen el móvil sin permiso. Solo a la hora de controlar la última conexión al WhatsApp son ellos los que lo hacen más que ellas.

En conclusión, los resultados obtenidos son preocupantes y el alumnado participante en el proyecto manifiesta la necesidad de presentarlos a toda la comunidad educativa, para poder trabajar de forma colaborativa con la dirección de los centros, familias, profesorado y los equipos de orientación y poner en marcha acciones conjuntas que permitan atajar y prevenir las conductas violentas analizadas, minimizándolas con el compromiso de todos los actores implicados, proporcionando al alumnado las herramientas necesarias para que no se sienta solo, desprotegido y sin información.

En las propuestas de continuidad del proyecto y líneas de mejora, apartado que deben cubrir en la Memoria que defienden ante un tribunal, todas las personas participantes coinciden en señalar la necesidad de trabajar en el centro educativo, a nivel global y transversal, estos contenidos. Reconocen que son fundamentales para su desarrollo personal y profesional.

El alumnado participante en el proyecto reconoce que la defensa ante el tribunal les ha permitido aprender a enfrentarse a una situación nueva, como es la de hablar ante un público diferente al que se pueden enfrentar sus compañeros/as de clase, a ser críticos y reflexivos, a expresar sus ideas y a plantearse nuevos interrogantes. En esto consiste la investigación y así lo aprenden con este tipo de experiencias.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todos los IES que han abierto sus puertas a este proyecto para poder colaborar con ellos en la formación integral de los/as adolescentes. Y, en especial, al alumnado que, en un momento académico complicado, hacen un esfuerzo extra para aprender sobre temas que, sin duda, le ayudarán a ser personas libres, autónomas, críticas, responsables y cívicas, valores y competencias que toda sociedad “sana” desea.

6. REFERENCIAS

- Calle, D. S. (2021). Inteligencia emocional y triada oscura de la personalidad en adultos tempranos de Lima Norte, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84069>.
- Moraga, F. R. G. (2015). La tríada oscura de la personalidad: maquiavelismo, narcisismo y psicopatía. *Una mirada evolutiva. Criminalidad*, 57(2), 253-265.
- Navas, M. P., Ferriz, L., Cutrín, O., Maneiro, L., Gómez-Fraguela, X. A., y Sobral, J. (2020). Cogniciones en el lado oscuro: desconexión moral, tríada oscura y conducta antisocial en adolescents. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 52, 131-140. <https://doi.org/10.14349/rlp.2020.v52.13>
- Paulhus, D. L., y Williams, K. M. (2002). The dark triad of personality: Narcissism, Machiavellianism, and psychopathy. *Journal of research in personality*, 36(6), 556-563. [https://doi.org/10.1016/S0092-6566\(02\)00505-6](https://doi.org/10.1016/S0092-6566(02)00505-6)
- Resett, S. (2019). Sexting en adolescentes: su predicción a partir de los problemas emocionales y la personalidad oscura. *Escritos de Psicología (Internet)*, 12(2), 93-102. <https://dx.doi.org/10.24310/espiescpsi.v12i2.10060>.
- Ugarte, C. G. B. y Tapia, A. M. F. (2022). Análisis de la relación entre la triada oscura y estrategias de retención en relaciones románticas. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 27(2). <https://doi.org/10.5944/rppc.29758>

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE Y SERVICIO EN EL MÁSTER DEL PROFESORADO

R ABAJO ATANES

Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España

rob.abajo@gmail.com

Abstract

El artículo presenta una introducción a la estrategia docente del Aprendizaje y Servicio, estableciendo las características que lo definen, así como los ámbitos en los que se pueda llegar a desarrollar. Especialmente se hace hincapié en los beneficios que estos proyectos pueden aportar a todos los sujetos implicados en su desarrollo, bien sean parte actora de la intervención o los beneficiarios de la misma. También pretende mostrar el alcance de este tipo de proyectos y su expansión a nivel mundial, así como sus aportaciones en los sistemas educativos que rigen en la actualidad. Por último se muestra una aplicación práctica llevada a cabo por estudiantes del Master de Profesorado donde queda patente la posibilidad de integración de estas estrategias en el currículo de diferentes disciplinas.

Keywords

Aprendizaje y servicio, necesidades comunitarias, valores, proyectos solidarios.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje y servicio (ApS) surge a partir de la implementación de programas de servicio comunitario que buscan acelerar el progreso social a través de la cultura, la tecnología o, en general, la mejora de los servicios comunitarios. En este sentido, el Aprendizaje y Servicio se considera una metodología pedagógica en la que el aprendiz aprende su profesión, oficio o carrera mientras la comunidad se beneficia directamente de este aprendizaje. En el ApS se combinan actividades de aprendizaje académico con actividades orientadas a la mejora de la comunidad poniendo el foco en quien recibe el servicio y abordando las necesidades humanas y comunitarias. Así, se estructuran las actividades de forma que se promueva la reflexión y la reciprocidad, el autodescubrimiento y la adquisición de valores y habilidades que van mucho más allá que el conocimiento del contenido conceptual (National Service Learning Clearing House, 2005). De esta forma, se invita al alumnado a pensar más allá (*think outside the box*) (Bielefeldt et al., 2009). En particular, en cualquier contexto educativo, algunas de las razones para practicar ApS que pueden encontrarse en la Red Española de Aprendizaje-Servicio (REDAPS, 2021) son: recuperar el sentido social de la educación, desarrollar un concepto democrático y participativo de ciudadanía, compensar la ética de la justicia con la ética del cuidado, integrar los aspectos cognitivos con los aspectos actitudinales y morales del aprendizaje, aumentar la cohesión social en los barrios y poblaciones, aprender mejor, fomentar el voluntariado, reforzar las buenas prácticas existentes y mejorar la imagen social de los centros educativos, aumentar también la visibilidad y el liderazgo de los maestros y educadores, y mejorar la percepción social de los adolescentes.

Los proyectos de Aprendizaje y Servicio pueden desarrollarse desde todo tipo de estudios y titulaciones universitarios, como pueden ser ingeniería, ciencias de la salud, economía y educación, entre muchos otros. Así, este tipo de proyectos aparecen implementados curricularmente o a través de actividades extracurriculares en muchas universidades desde los años 90', sobre todo en universidades norteamericanas. En la actualidad, también en Europa y Latinoamérica pueden encontrarse diversas organizaciones para el ApS, como el "Observatorio Europeo de Aprendizaje-Servicio en Educación Superior" en Irlanda, la "Red Española de Aprendizaje-Servicio" en España, y "CLAYSS, Centro Latinoamericano de Aprendizaje y Servicio Solidario" en América Latina. Estas asociaciones se nutren con profesorado y alumnado multidisciplinar, lo que permite el abordaje de proyectos más amplios y globales (Queiruga-Dios et al., 2021).

Todo lo descrito adquiere especial relevancia en la situación actual, los sistemas educativos van evolucionando, y poco a poco van asumiendo responsabilidades. De esta manera ya no nos encontramos ante un

proceso donde únicamente importe la transmisión de unos conocimientos a los alumnos, si no que cada vez se pretende más que forme a personas en su sentido más integral. El actual modelo competencial que se busca tiene un gran aliado en este tipo de proyectos, ya que la puesta en marcha de los mismos deja patente que el alumnado no solo ha adquirido una serie de conocimientos, si no que son capaces de llevarlos a la práctica (RD, 2022).

Por otro lado, como se ha reflejado anteriormente, el carácter social junto con el carácter académico de los proyectos de Aprendizaje y Servicio favorece de manera integral el desarrollo de las capacidades de aprender a ser, saber, hacer y convivir propuesto por la UNESCO.

En el presente escrito se describe la implementación de una actividad de ApS realizada por el alumnado del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas que aprenden a realizar una actividad manipulativa y gestionar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física mientras realizan un taller con niñas y niños procedentes de centros educativos y asociaciones.

2. METODOLOGÍA O DESARROLLO

Para el desarrollo de la actividad se organizó el taller *Sistemas de propulsión – lanzamiento de cohetes de agua* en *La Estación para la Ciencia y la Tecnología*. En este taller participó el alumnado del Máster del Profesorado (12 estudiantes), el profesorado de Didáctica de la Física y Didáctica de la Química y una profesora de instituto con experiencia en realización de este tipo de talleres orientados a niñas y niños de centros educativos y de asociaciones. Se realizaron dos sesiones del mismo taller con dos grupos de niñas y niños (20 estudiantes en cada grupo). El desarrollo de la actividad se realizó en dos fases: introducción del taller, a través de preguntas y la presentación de las y los asistentes, elaboración de los cohetes de agua, y lanzamiento de los prototipos elaborados por los niños y las niñas. El alumnado del profesorado interactuaba a través de preguntas sobre los principios físicos, los materiales y la estética de las construcciones que se realizaban y guiaba a estos durante el proceso de construcción (Fig. 1).



Figura 1. Construcción y lanzamiento de prototipos de cohetes de agua.

3. CONCLUSIONES

Puede apreciarse que el ApS puede integrarse curricularmente en las disciplinas de Didáctica de los estudios de profesorado, de forma que el futuro profesorado aprenda a implementar actividades manipulativas y gestionar grupos en el aula y al mismo tiempo redunde en un servicio de enseñanza-aprendizaje a alumnado de centros educativos y asociaciones. Por otro lado, espacios como La Estación para la Ciencia y la Tecnología, brindan un contexto idóneo para la implementación de actividades y el desarrollo de proyectos de ApS.

4. AGRADECIMIENTOS

A Beatriz Carnicero Rubio, profesora de IES, que nos ha guiado con el taller de cohetes de agua y nos ha dado orientaciones para su futura implementación en el aula con alumnado de todas las etapas educativas. Al personal de la Estación de la Ciencia y Tecnología por su apoyo a esta iniciativa de ApS. A los compañeros del Máster y asistentes por participar activamente de una actividad que nos ha enriquecido a todos. Y por supuesto a nuestro profesor Miguel Ángel Queiruga-Dios, por promover este tipo de actividades que nos ayudan a pensar más allá.

5. REFERENCIAS

- Bielefeldt, A. R., Paterson, K., Swan, C., Pierrakos, O., Kazmer, D. O., y Soisson, A. (2013, June). Spectra of learning through service programs. In *2013 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 23-1080).
- National Service Learning Clearing House (2005). Service Learning Guide: Introduction. Available online at: http://www.sagepub.com/leonguerrero/service_learning_guide/introduction.htm
- Queiruga-Dios, M., Santos Sánchez, M. J., Queiruga-Dios, M. Á., Acosta Castellanos, P. M., y Queiruga-Dios, A. (2021). Assessment methods for service-learning projects in engineering in higher education: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, *12*, 629231. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.629231>
- Real Decreto (RD) (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. 30 de abril de 2022. BOE. No. 76
- Red Española de Aprendizaje-Servicio (REDAPS) (2021). ¿Qué es? - Aprendizaje-Servicio. Available online at: <https://www.aprendizajeservicio.net/que-es-el-aps/>

EL LABORATORIO DE LAS EMOCIONES. EXPERIENCIA STEAM EN CIENCIAS SOCIALES DESDE UNA PERSPECTIVA CUALITATIVA

ML RODICIO-GARCÍA, MP RÍOS-DE-DEUS

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de A Coruña, España

m.rodicio@udc.es

Abstract

“El laboratorio de las emociones” es un proyecto vinculado al Programa Steambach en el ámbito de Ciencias Sociales. Con él se acerca a los estudiantes de Bachillerato (BAC), a un mundo desconocido para ellos/as como es el de las emociones, desde una perspectiva cualitativa. Se recoge información con una ficha de observación y una entrevista. Se busca conocer hasta qué punto los estudiantes de BAC Steambach conocen las emociones en sí mismos/as y en los/las demás, las identifican, y las gestionan. Las conclusiones apuntan a que las desconocen por completo y ello impide identificarlas y saber gestionarlas.

Keywords

Alumnado de bachillerato, emociones, investigación cualitativa, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

El término investigación social se refiere a la investigación académica en campos de las ciencias sociales y humanidades; es, por tanto, el proceso que, utilizando el método científico, genera nuevos conocimientos sobre el mundo social. En esta comunicación se utiliza dicho método para hablar de las emociones como Proyecto Steambach (STEAM) desde una perspectiva cualitativa. Para ello, se utilizan las técnicas de ficha de observación y entrevistas en profundidad a fin de conocer hasta qué punto los estudiantes de Bachillerato STEAM conocen las emociones, las identifican en sí mismos/as y en los/as demás, para poder gestionarlas en su día a día. Con este proceso se conseguirá que sean los ciudadanos autónomos, críticos, responsables y cívicos que toda sociedad “sana” desea. Este trabajo se viene realizando desde el bienio 2019-2020, en diferentes centros de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y BAC de Galicia (España). Las conclusiones apuntan a que es un tema completamente desconocido para el alumnado y poco trabajado desde los centros educativos. Desconocen la mayoría de las emociones básicas y en su totalidad, las complejas y, sin esto es imposible identificarlas en uno/a mismo/a y en el otro/a y, mucho menos, saber gestionarlas.

2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS EMOCIONES

Cuando se habla de “emoción” hay que tener muy claro a qué nos estamos refiriendo porque no se trata de algo consciente que dura toda la vida, sino que se va amoldando a las diferentes situaciones y estadios evolutivos por los que un sujeto va atravesando a lo largo de su vida. Por ello, son perfectamente adquiribles a lo largo del tiempo mediante la educación (educación emocional) y el entrenamiento (coaching pedagógico).

¿Qué es una emoción? Son muchas las definiciones acuñadas a lo largo de la historia y vinculadas desde el principio a la inteligencia emocional, término utilizado por primera vez por Goleman (1996), que abrió un gran debate al ampliar el espectro de las inteligencias validadas hasta el momento. Como cualquier hallazgo de este tipo tuvo muchos seguidores y también detractores; pero lo que sí es cierto es que permitió a otros/as seguir una línea que se ha hecho viral en la actualidad y que es fundamental para nuestras vidas.

Autores como Bar-On (1997, 2000) o Mayer y Salovey (1997), propusieron modelos iniciales que hicieron proliferar la literatura sobre el campo desde otros puntos de vista como el organizacional, social, educativo o desde el liderazgo (Gardner, 1987; Bisquerra, 2009; Guzmán y Oviedo, 2009; entre otros). Es fácil intuir que el concepto de inteligencia emocional admite muchas connotaciones y es aplicable a cualquier ámbito de la vida de las personas; partiendo de la base de que hay la posibilidad de aprender a conocer, percibir y gestionar las emociones. Esto se pone de relieve en múltiples trabajos de investigación realizados en los últimos años,

en diferentes campos (Lewis; Haviland-Jones y Feldman, 2019; Muquis, 2022; Carranza-Esteban et al., 2022; Valverde-Janer, et al. 2023; entre otros).

3. DESARROLLO DEL PROYECTO “EL LABORATORIO DE LAS EMOCIONES”

Como ha quedado indicado en la introducción se trata de acercar a los estudiantes STEAM a los procesos mentales que los llevan a sentir emociones diferentes que no saben ni qué son, cómo se llaman, cómo identificarlas en ellos/as y en las demás personas y cómo gestionarlas.

3.1. Alumnado participante

Todo el alumnado de 1º de BAC que quería participar en el Programa Steambach y elegía “El laboratorio de las emociones”. Se trata de un proyecto con una trayectoria de cuatro bienios y se ha trabajado con 12 estudiantes.

3.2. Procedimiento

Si bien en el proyecto se utiliza una metodología mixta para que aprendan a investigar desde ambas perspectivas; en esta comunicación, se trata solo *la cualitativa*. Los instrumentos de recogida de información son: una *ficha de observación y entrevistas*.

Previo a la utilización de estos recursos se da una charla-coloquio sobre las emociones y la influencia que tienen en nuestras vidas. Para ello, acudimos a un autor de referencia como es Plutchik, quien en 1980 diseñó la rueda de las emociones que es muy intuitiva y completa para que el alumnado entienda la gran variedad de emociones que podemos experimentar (Fig. 1).

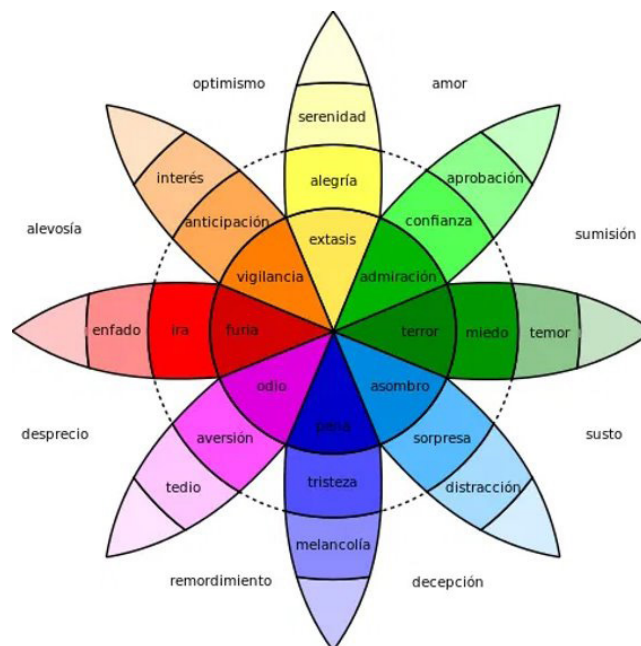


Figura 1. La rueda de las emociones (Plutchik, 1980).

Con ella deberán de trabajar para aprender bien cuáles son las emociones básicas y las complejas y así poder poner nombre a lo que sienten en cada momento. Reciben una breve explicación que le permite aprender de forma autónoma. Se parte de las emociones básicas: alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, aversión, ira y anticipación; que se recogen en el segundo círculo de la Fig. 1. La relación entre ellas da lugar a las emociones compuestas que aparecen fuera del dibujo, como combinación de las dos básicas que tienen a derecha e izquierda.

Plutchik habla de Díadas: *primaria* formada por la combinación de dos emociones básicas contiguas como: alegría+confianza=amor; *secundaria*, formada por dos emociones básicas con un grado de separación, como puede ser alegría+ira=orgullo; y, finalmente, la *terciaria*, resultado de la mezcla de las emociones básicas con dos grados de separación, como alegría+sorpresa=asombro. Cuanto más cerca del epicentro del círculo es más intensa la emoción. También se aprecia como las emociones básicas tienen enfrente su contraria.

Explicada la complejidad de las emociones es cuando proponemos los instrumentos de recogida de información. En la primera parte consiste en ir recopilando semanalmente información que se les facilita en un registro de observación (Tabla 1) y que deben ir completando para después mantener las entrevistas en profundidad con ellas/ellos para conocer mejor la temática desde su propia práctica (aprendizaje significativo).

Tábla 1. Ficha registro de las emociones.
 Emoción básica analizada: Fecha:

Aspectos a analizar	AP	AA	AF
Situación			
¿Quién participa?			
¿Cómo? (reacción física percibida)			
Emoción combinada			
Desenlace			

AP=Ámbito personal; AA=Ámbito académico; AF=Ámbito familiar
Fuente: elaborada por el Grupo FORVI

Se señalan algunos aspectos que le van a permitir ser conscientes de lo que sienten en diferentes contextos y situaciones de su día a día. De esa manera pueden poner en práctica lo aprendido acerca de las emociones, reflexionar y buscar respuestas sobre cómo gestionarlas.

En las entrevistas se hacía hincapié en la emoción sentida y, teniendo en cuenta la situación descrita, qué hacían ellos/as, cuál era su comportamiento; algo que les sorprendía al analizarlo.

4. RESULTADOS

En este apartado es grato resaltar la emoción con la que reciben la novedad que representa para la adolescencia ser capaces de adentrarse en el mundo de la investigación social de la mano de las emociones, algo que los/as acompaña desde que nacen y, sin embargo, la vida “no les permite” ser consciente de ellas y lo que les influyen en su día a día.

Con la charla-coloquio inicial en la que se explica qué es la investigación en Ciencias Sociales y cómo llevarla a cabo; aprenden también qué es una emoción, qué la diferencia de un sentimiento, cuáles son las emociones que el ser humano puede llegar a sentir, etc. Les abrumba y les provoca curiosidad, saber identificarlas y gestionarlas.

Este paso previo da pie a poner en práctica lo tratado y saber, con las fichas de observación delante, que nos ayudan a confeccionar ellos/as, qué nombre le han puesto, por qué, en qué situación la han detectado y, además, se les pide que traten de llegar a identificar las complejas que están más presentes en su día a día por la etapa evolutiva que viven como adolescentes. Esto fue un aliciente para conocerse mejor y saber nombrar emociones que ni conocían.

El hecho de sugerirles realizar el ejercicio identificando las emociones de los demás, los llevó a ser más empáticos y asertivos a la hora de relacionarse. El “otro/a” cobraba vida frente a ellos/as más allá de ser “el de siempre”, “el pesado”, “mi amigo” o “el raro”; todo esto en el ámbito académico. En cuanto a lo personal, sintieron que nacía un deseo de gestionar sus emociones dándose cuenta en las diferentes reacciones que tenían según fuese la situación por la que atravesaban, lo que les ayudaba a ser más conscientes de su vida y de su propio “ser”, como alguien único e irreplicable.

En el entorno familiar, sin duda, sorprendió ver cómo se hacían más autocríticos en algunas cuestiones que afectaban las dinámicas internas de cada familia. Analizando una situación desagradable con su padre, eran capaces de buscar la corresponsabilidad en la discusión y propuestas de mejora en las relaciones, algo fundamental en la adolescencia, momento en el que parece que quieren tener siempre la razón.

Estas respuestas eran analizadas con posterioridad en las entrevistas con cada uno/a de ellos/as.

Fue interesante reconocer lo que en la teoría se recoge de la diversidad de las personas y de las distintas respuestas a situaciones iguales. Cada sujeto es diferente y, por ello, responde de manera distinta ante un mismo hecho que a alguien puede hacer reír y a otro llorar, lo que indica que “hay que profundizar más y reflexionar antes de tomar una decisión o de juzgar a una persona que se comporta de una manera concreta un día en

clase” (E3), esto nos decía uno de los entrevistados cuando veía lo que había hecho con un compañero en clase y de lo que no se sentía muy orgulloso, ahora que entendía algo más del mundo de las emociones.

“Al trabajar sobre este tema, parece que todo te lleva ahí, quiero entender qué pasa por mi cabeza cuando respondo de una determinada manera y qué les pasa a los otros/as” (E1), nos comentaba una chica que tenía bastantes dificultades para pararse a tomar aliento y que la vida diaria la arrastraba a un estado de ansiedad difícil de soportar.

En otros casos, aproximarse a esta temática les hacía reflexionar más allá de su momento presente y decir cosas como: “reconozco que esto lo deberían de saber todas las personas independientemente de la rama que están cursando o la carrera que quieran realizar” (E2); de hecho, esta misma persona se había inscrito en un proyecto de tecnología y se cambió al nuestro nada más comenzar. “¡Qué importante es la investigación!” (E6), exclamaba otro.

En las propuestas de continuidad del proyecto y líneas de mejora, un punto que debían cubrir en la Memoria final que les habilitan para tal fin y que deben defender ante un tribunal, todas las personas participantes coinciden al señalar la necesidad de que este tipo de contenidos deberían estar en el currículo o, al menos, que el centro educativo, desde el Departamento de Orientación, los trabajase para que no salgan del centro sin saber “andar por el mundo” (E8). Reconocen que es una faceta fundamental para su desarrollo personal y profesional, porque “si no nos conocemos y no sabemos tomar decisiones, así estoy yo que aún no sé qué me gusta de todo lo que puedo estudiar” (E3). “La orientación a los estudiantes debería ser así, enseñándonos a saber elegir y no ponernos un listado de cosas que podemos hacer y ahí te las entiendas tú sola” (E12).

Como al final del proceso entregan una memoria que es revisada tanto por las tutoras de la Facultad como por la persona que tutoriza en el Instituto, observamos cómo plasman lo aprendido y, además, al tener que enfrentarse a una situación nueva para ellos/as como es la de hablar ante un público diferente a sus compañeros/as de clase, a expresar sus ideas y a plantearse nuevos interrogantes; ven a importancia de la difusión de los resultados de la investigación y cómo saber de algo implica darse cuenta de todo lo que les queda por aprender. En eso consiste la investigación y así lo aprenden con este tipo de experiencias.

5. AGRADECIMIENTOS

A todos los Centros de ESO, BAC y FP que nos han abierto sus puertas para poder colaborar con ellos/as en la formación integral de los adolescentes. Las prisas del día a día y la gran carga curricular, parecen ser unas de las principales causas de que estos temas se dejen un poco de lado o en las manos del equipo orientador que no es capaz de llegar a todo. Y, por supuesto, dar las gracias a los chicos/as que, en un momento tan complicado de su vida académica, sacan tiempo y fuerzas para aprender sobre cuestiones que, sin duda le ayudarán en el futuro; pero que ahora les privan de tiempo para dedicar a la gran cantidad de exámenes y horas de estudio que precisan para obtener resultados que le permitan elegir la carrera que desean.

6. REFERENCIAS

- Bar-on, R. (1997). *Emotional quotient inventory (EQ-I): Technical manual*. Toronto: MultiHealth System.
- Bar-on, R. (2000). Emotional and social intelligence. Insights from the emotional quotient inventory. En R. Bar-On y J. D. A. Parker (Eds.), *The handbook of emotional intelligence: Theory, development, assessment, and application at home, school, and in the workplace* (pp. 363–388). Jossey-Bass.
- Bisquerra R.A. (2009). *Psicopedagogía de las emociones*. Editorial síntesis.
- Carranza-Esteban, R.F., Mamani-Benito, O.J., Castillo-Blanco, R., Corrales-Reyes, I.E., Villegas-Maestre, J.B, y Pedraza-Rodríguez, E.M. (2022). Validez y confiabilidad de la Wong-Law Emotional Intelligence Scale (WLEIS) en estudiantes cubanos de Estomatología en tiempos de COVID-19. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 575, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2022.10.001>
- Gardner, H. (1987). *Arte, Mente y Cerebro*. Paidós.
- Goleman, D (1996). *La inteligencia emocional*. Javier Vergara Editor.
- Guzmán, G. y Oviedo, L.C. (2009). *Inteligencia emocional y procesos pedagógicos*. Editorial Universidad Nacional De Colombia.
- Mayer y Salovey, P. (1997). “What is emotional intelligence?” En P. Salovey y D. Sluyter (Eds). *Emotional Development and Emotional Intelligence: Implications for Educators* (pp. 3-31). Basic Book

- Goleman, D. (1996). *La inteligencia emocional*. Javier Vergara Editor.
- Lewis, M., Haviland-Jones, H.M., y Feldman, L. (Eds.) (2019). *Handbook of Emotions*. The Guilford Press. Disponible en <https://coachingadistancia.com/wp-content/uploads/2020/09/61-262-Handbook-of-emotions-Michael-Lewis-Jeannette-M-Haviland-Jones-And-Lisa-Feldman-Barrett.pdf>
- Mayer, J.D. y Salovey, P. (1997). "What is emotional intelligence?" En P. Salovey y D. Sluyter (Eds). *Emotional Development and Emotional Intelligence: Implications for Educators* (pp. 3-31). Basic Book.
- Muquis, K.(2022). Inteligencia emocional (Salovey y Malovey) y aprendizaje social en estudiantes universitarios. *RES NON VERBA Revista Científica*, 12(2), 16-29. <https://doi.org/10.21855/resnonverba.v12i2.654>
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A Psychoevolutionary Synthesis*. Harper & Row.
- Valverde-Janer, M, Ortega-Caballero, M., Ortega-Caballero, I., Ortega-Caballero, A. y Segura-Robles, A. (2023). Study of Factors Associated with the Development of Emotional Intelligence and Resilience in University Students. *Education Sciences* 13(3), 255. <https://doi.org/10.3390/educsci13030255>

APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA

S GONZÁLEZ PÉREZ^{1,2}, A GODED MERINO¹, AM EFF-DARWICH PEÑA^{1,2}, MB DÍAZ LEÓN¹, J MARRERO VERDE¹.

¹*Departamento de Didácticas Específicas, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación, Universidad de La Laguna, La Laguna, España.*

²*Instituto Astrofísico de Canarias (IAC-IACTEC). La Laguna, España.*

sgonzal@ull.edu.es

Abstract

Presentamos una propuesta didáctica innovadora centrada en la enseñanza de la composición química de la materia en la etapa de educación primaria. El objetivo principal de esta propuesta es que los estudiantes entiendan conceptos básicos de la física y la química de una forma activa y experiencial, promoviendo un aprendizaje significativo a partir de juegos colaborativos. En nuestra propuesta trabajamos el átomo y los procesos de interacción entre átomos que dan origen a la formación de compuestos químicos y moléculas (enlaces). Por último, utilizamos todo lo aprendido para entender la influencia de la temperatura en la formación de estos compuestos.

Keywords

Química, átomos, aprendizaje basado en juegos, colaborativo.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la composición química de la materia es un tema fundamental en el aprendizaje de las ciencias naturales en la etapa de educación primaria. En el currículum de educación primaria de la LOMLOE (Ley Orgánica de Modificación de la LOE, 2020), el tema de la composición química de la materia se presenta en el 3^{er} ciclo de primaria en el área de Ciencias de la Naturaleza con el título “La materia y sus propiedades”, y se trata de profundizar en los conceptos de átomos, elementos, moléculas, compuestos y mezclas, así como en los cambios físicos y químicos. Sin embargo, comenzar a establecer las bases científicas de la química básica ayuda a fomentar el interés por las ciencias y a mejorar la comprensión del entorno desde edades tempranas. Además, aprender sobre la composición de la materia puede mejorar el desarrollo cognitivo de los niños, ya que involucra la comprensión de conceptos abstractos y el razonamiento lógico.

Para desarrollar actividades didácticas que consigan mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias en este contexto, es importante vincular en el proceso de enseñanza elementos subsumidores o ideas de anclaje, como propone (Ausubel, 1960) y (Moreira, 1997), que logren motivar a los estudiantes para el aprendizaje de las ciencias y, en especial, de la química. En el caso del alumnado de educación primaria, es necesario desarrollar propuestas metodológicas activas y motivadoras, donde se involucre a los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, fomentando el diálogo y la reflexión sobre lo aprendido. En este sentido, la química es una de las materias que puede beneficiarse de estas metodologías, ya que muchas veces los alumnos pueden encontrarla aburrida y difícil de entender. Por tanto, es interesante comenzar a establecer estas ideas de anclaje desde edades tempranas, para ayudar a construir una base científica básica sólida que se vaya consolidando con nuevos aprendizajes a lo largo de toda la etapa educativa de educación primaria.

En esta propuesta didáctica hemos incorporado la metodología del aprendizaje basado en juegos para motivar y generar aprendizajes significativos en el alumnado de primaria que trabaja con la composición química de la materia, desarrollando habilidades como la observación, la identificación de patrones y la resolución de problemas de forma dinámica y colaborativa.

2. MATERIALES

Para realizar las actividades presentadas en esta propuesta didáctica hemos diseñado materiales que sean asequibles y económicos para los docentes. En primer lugar, hemos seleccionado imágenes significativas que nos sirvan de anclaje visual a las historias que contaremos durante el desarrollo de los juegos didácticos, que se han impreso

a color y plastificado en DIN A4. También se puede realizar una presentación si se dispone de equipamiento TIC y prescindir de la impresión. En la misma línea hemos creado unas tarjetas caseras de átomos, que contienen información básica y fundamental de los elementos químicos seleccionados, como el nombre y el símbolo que representa al elemento químico, el número de partículas fundamentales (protón, neutrón y electrón) que tiene en su estructura interna y, por último, el número de electrones que necesita para tener la capa electrónica de valencia completa (ver Fig. 1). Por último, hemos utilizado un cubrecamisa o delantal de velcro (que se puede comprar o fabricar) donde poder pegar pelotas cubiertas de un material que se adhiera al velcro. Estas pelotas nos servirán para simular el número de partículas fundamentales del núcleo atómico (neutrones y protones) como se puede ver en la Fig. 1.



Figura 1. Materiales utilizados en la propuesta didáctica.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

Esta propuesta didáctica se ha dividido en tres partes, para diferenciar los aprendizajes de cada juego y su nivel de complejidad. Se van a exponer los juegos en el orden que consideramos más apropiado realizarlos, incrementando la dificultad cognitiva y la interacción del alumnado. Cada actividad conforma una base pedagógica con anclajes específicos que servirán para aprendizajes posteriores. Estos juegos se pueden adaptar a distintos niveles educativos, pudiendo prescindir de la primera actividad, si el aprendizaje desarrollado ya se encuentra cimentado en los conocimientos previos del alumnado.

3.1. Primera actividad: El átomo, su estructura interna y la tabla periódica

Esta primera actividad se trabaja el concepto de átomo y su estructura interna. Se puede realizar en el aula, pero conviene buscar una zona despejada donde poder realizar el juego. Se comienza contándoles cómo se formó el universo y con éste los diferentes elementos químicos que conforman toda la materia del universo. Para ilustrar de forma visual la estructura interna de estos átomos se utilizan unas ilustraciones sencillas del átomo de Bohr que se complementan con un juego interactivo para el cual pedimos un voluntario. Para ver de forma tridimensional y experiencial las diferencias de los elementos químicos a medida que describimos átomos cada vez más pesados, formamos un núcleo humano (que será nuestro voluntario), donde utilizando el cubrecamisa de velcro pegamos pelotas de diferente color, que simularán los neutrones y los protones. En el caso del átomo de hidrógenos pondremos una bola de cada color y otro voluntario será el electrón que comenzará a girar alrededor del núcleo a mucha velocidad. Alternando información didáctica de cada uno de los átomos con el juego, vamos representando de forma experiencial la estructura de estos átomos añadiendo protones y neutrones al núcleo (añadiendo las bolas de velcro correspondientes), y aumentando el número de voluntarios que serán los electrones en movimiento alrededor de éste, como se puede ver en la Fig. 2.



Figura 2. Juego estructura interna átomo de Helio.

A medida que formamos átomos más pesados de la tabla periódica, nos aseguramos de que los electrones giren alrededor del núcleo, pero separándolos en los diferentes niveles de energía. Tras la formación de cada átomo vamos contando algunas de las características y propiedades de cada uno de estos átomos. Para que entiendan estos conceptos básicos relacionados con la estructura interna del átomo y sus elementos fundamentales, basta con llegar al Berilio o al Boro.

3.2. Segunda actividad: Enlaces químicos

En esta segunda actividad les explicaremos cómo los átomos suelen agruparse con otros átomos para formar compuestos o moléculas más estables. Este concepto lo relacionaremos con la existencia de niveles de energía donde están sus electrones y que cuando estos niveles no están al completo, los átomos emprenden una búsqueda de electrones para rellenar sus niveles de energía y alcanzar la estabilidad.

En una primera parte del juego, nos transformaremos en átomos y formaremos moléculas sencillas. Cada tipo de átomo se distinguirá por medio de las tarjetas identificativas como por ejemplo de átomos de hidrógeno y de oxígeno. Primero sacaremos a un grupo estudiantes que van a ser los átomos de oxígeno que tendrán que compartir electrones con sus compañeros para poder llenar su último nivel de energía y así alcanzar la estabilidad. Con una serie de reglas sencillas, podrán empezar a buscar compañeros con los que compartir electrones en busca de la estabilidad del grupo. De esta forma podrán formar moléculas O_2 y O_3 uniéndose de las manos como si éstas fueran los enlaces químicos covalentes. Una vez que se han unido entre todos, en gran grupo reflexionamos si estas uniones están bien hechas y cumplen las condiciones de partida del juego.



Figura 3. Tarjetas identificativas como átomos de hidrógeno.

En una segunda parte, duplicamos los jugadores que saldrán identificados como átomos de hidrógeno (ver Fig. 3). Ahora les pediremos que se unan entre ellos buscando configuraciones estables, teniendo en cuenta que los hidrógenos sólo pueden compartir un electrón y al hacerlo consiguen alcanzar la estabilidad, y que necesitan un electrón extra para ello. De esta forma, y con el docente como facilitador, se irán formando moléculas de agua de forma que toda la clase participe en el juego. Esta última actividad permitirá que los estudiantes tengan una mejor comprensión de cómo se estructura el agua en la vida real y los preparará para la siguiente actividad.

3.3. Tercera actividad: Temperatura y cambios de estado

Comenzamos esta tercera actividad realizando una breve explicación de la influencia que la temperatura tiene sobre los átomos y moléculas, estableciendo una conexión entre los incrementos en la temperatura y los aumentos en la vibración y movimiento de estos componentes. A continuación, explicaremos el concepto de cambio de estado utilizando como ejemplo las moléculas de agua, las cuales resultan familiares para la vida cotidiana de los estudiantes. Es importante mencionar los cambios de estado del agua, tales como su transición de líquido a gas cuando se eleva la temperatura por encima de los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, o de líquido a sólido cuando la temperatura desciende por debajo de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Estos conceptos físicos ya se encuentran en el almacén de ideas previas de los estudiantes y es importante hacer una conexión con estas ideas durante la explicación.

La actividad comienza donde acabó la segunda actividad, con la clase formando moléculas de agua humana. El juego comienza con una temperatura inicial de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, donde las moléculas de agua se encuentran en estado gaseoso y se mueven por toda la clase con libertad ocupando todo el volumen del aula. El docente puede informar a los estudiantes sobre diferentes aumentos de temperatura, lo que hará que las moléculas se

muevan a mayor velocidad y ocupen más espacio. A continuación, el docente puede anunciar una disminución de la temperatura, y cuando esta cae por debajo de los 100 °C, las moléculas se acercarán entre sí y formarán el estado líquido. En este estado, las moléculas todavía tienen cierta libertad de movimiento, pero ya no se mueven tan libremente como antes y estarán unas al lado de las otras. A medida que se continúa bajando la temperatura el movimiento de las moléculas se irá ralentizando y al llegar a los 0°C las moléculas comenzarán a formar estructuras cristalinas. Si la temperatura sigue bajando, la vibración de las moléculas que forman las estructuras formadas disminuye. Finalmente, a los -173°C, la temperatura más baja que se puede alcanzar, las moléculas se detendrán y formarán una estructura fija donde se quedarán todos paralizados.

4. CONCLUSIONES

En esta propuesta didáctica, hemos diseñado actividades didácticas que tienen como objetivo trabajar la composición química de la materia de forma que puedan ser adaptadas a todos los ciclos de la etapa de educación primaria. Esta propuesta metodológica se basa en la creación de actividades didácticas mediante juegos y analogías que permitan motivar y generar un aprendizaje significativo en los estudiantes, de forma que logren relacionar el nuevo conocimiento con su estructura cognitiva y participar en su propio proceso de aprendizaje.

Los aprendizajes generados con la ayuda de los juegos didácticos han permitido fomentar el interés por las ciencias en el alumnado, mejorar la comprensión de su entorno, promover su desarrollo cognitivo y prepararlos para futuros aprendizajes. Las actividades propuestas han podido ser llevadas a las aulas de forma satisfactoria en todos los ciclos de educación primaria, permitiendo desarrollar en el alumnado la capacidad de diferenciar y explicar las diferencias fundamentales de los átomos de la tabla periódica, comprender la formación de compuestos y moléculas en base a la búsqueda del equilibrio mediante la formación de enlaces químicos y los cambios de fase que sufren estas moléculas cuando se someten a incrementos o disminuciones de temperatura.

La combinación de actividades didácticas expositivas guiadas a través de cuentos o ideas conectadas con la realidad del alumno, con juegos en los que formar parte de la estructura interna del átomo o participar en la formación de moléculas en busca de la estabilidad, funciona muy bien para motivar al alumnado y asegurar el aprendizaje de elementos fundamentales de los átomos y de la química. Estas actividades permiten que los estudiantes desarrollen habilidades como la observación, la identificación de patrones y la resolución de problemas.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Cabildo Insular de Tenerife bajo el proyecto “Ciencia a lo grande”.

6. REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 267-272.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, páginas 122868 a 122953), por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006 de Educación (LOMLOE).
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente. *Burgos: Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*.

BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN STEAM EN LOS PROYECTOS DE AULA

J CERVANTES CLEMENTE, S ESTEVE DE LA PASIÓN

Escola Tabor. Santa Perpètua de Mogoda. Catalunya, España

sesteve4@escolatabor.cat

Abstract

La propuesta presentada es un Proyecto de aula y al mismo tiempo telemático sobre la alimentación mediterránea trabajada durante el 1.er trimestre del curso con metodología STEAM y con una gestión de aula gamificada, donde las recompensas, retos, aprendizajes se combinaban con contenidos científicos, tecnológicos, matemáticos y artísticos. Esta propuesta de intervención ha sido llevada a cabo con un alumnado de cuarto de primaria de la escuela Tabor de Santa Perpètua de Mogoda. En la escuela llevamos cuatro años trabajando por proyectos y poco a poco estamos intentando introducir la metodología STEAM junto a la robótica educativa en la propia aula. La base del trabajo será poder explicar, exponer y comparar este proyecto con el que se llevó a cabo el curso anterior sin aplicar una metodología STEAM ni robótica educativa en el aula, y al mismo tiempo, intentaremos buscar mejoras para dar un salto de calidad en el proyecto para futuros cursos. Partiendo de los intereses de los alumnos después de recibir la propuesta y el reto a conseguir, hemos trabajado aspectos sobre la cultura y origen de la dieta mediterránea, los hábitos saludables, el aparato digestivo, la alimentación ... Estos han sido trabajados de manera cooperativa y transversal, englobando las áreas curriculares de Matemáticas, Sociales, Naturales, Plástica y Lengua Catalana. Con la ayuda de diferentes aplicaciones tecnológicas y con la inclusión de la robótica educativa en el propio aprendizaje, Scratch, makeymakey, virtual-tee, Probot, movie maker, office 365 o Microsoft Teams, entre otros, hemos podido contribuir a potenciar los aprendizajes de los alumnos y a una mejora sustancial de los resultados obtenidos. El reto final del Proyecto ha consistido en la realización de una cena virtual basada en la alimentación mediterránea con todos los alumnos de la clase y sus familias. En ella, los alumnos han podido poner en práctica muchos de los conocimientos adquiridos durante el proyecto.

Keywords

Gamificación, proyectos de aula, Steam integrada, tecnología.

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La principal idea de esta propuesta de intervención en el aula es poder reflejar lo beneficioso que puede llegar a ser un buen cambio metodológico para nuestro alumnado cuando se trabaja por proyectos de aula.

El proyecto que trabajamos en el aula durante el curso 2019-20 se limitaba a una metodología activa y que partía de los intereses de los alumnos. Aún así, viendo las diferentes ramas del aprendizaje, este curso decidí seguir con la metodología, pero la complementamos dando un enfoque STEAM a todo el proyecto. Queríamos mejorar los resultados obtenidos y queríamos dotar a nuestros alumnos de la posibilidad de tener un aprendizaje más integral y significativo.

Os queremos mostrar la eficacia de los pequeños cambios metodológicos que han ayudado a nuestros alumnos a poder tener un aprendizaje mucho más eficaz, enriquecedor y sobre todo motivante.

Lo principal a tener en cuenta ante estos pequeños cambios era:

- Incorporar STEAM a la metodología de trabajo por proyectos.
- Inspirarse en el espíritu del movimiento maker.
- Realizar preguntas como clave del rol docente.
- Fomentar la colaboración entre los docentes de las diversas disciplinas.
- Permitir que los niños y niñas validen hipótesis.
- Generar espacios para tocar y experimentar, así como disponer de tiempo.

Era consciente que la metodología basada en proyectos ayudaba al crecimiento personal e intelectual del alumnado, pero poder contrastar que un proyecto Steam mejora aún más estos aspectos y además ayuda al aprendizaje significativo de los alumnos me ha servido para poder corregir aspectos sobre mi criterio educativo y metodológico.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo comparativo de fin de título no es otro que mejorar mis prácticas metodológicas como docente para que mis alumnos salgan beneficiados. No obstante, me he marcado otros objetivos igual de interesantes a parte de mi objetivo principal.

- Determinar bondades y puntos a mejorar de la secuencia inicial.
- Cambiar el enfoque de trabajo del proyecto a un enfoque STEAM.
- Emplear una práctica educativa que potencie el aprendizaje significativo en todos los ámbitos.
- Aumentar la colaboración y participación del alumnado con mismo o diferente rendimiento para conseguir fines comunes.
- Ayudar a mejorar su autonomía en el aprendizaje.
- Introducir la robótica y el pensamiento computacional como herramienta de aprendizaje diario.
- Buscar mejoras o propuestas a implementar en cursos posteriores.

3. METODOLOGÍA

En este apartado intentaremos concretar qué aspectos metodológicos y qué contenidos llevados a cabo en ambos proyectos han evolucionado y mejorado de un curso a otro a otro para favorecer el aprendizaje significativo de los alumnos con la implementación de las STEAM.

3.1. Programación y contenidos

Los contenidos trabajados en ambos proyectos están relacionados con las asignaturas curriculares de Ciencias Sociales y Naturales, Matemáticas, Lengua, Plástica y sus respectivas competencias educativas. No obstante, al evaluar por competencias, no dejamos de lado las competencias de tratamiento de la información, la competencia digital, la competencia de aprender a aprender y la competencia de autonomía personal junto a sus dimensiones, muy importantes a tener en cuenta cuando trabajamos con proyectos STEAM.

La programación general del Proyecto ha sido la misma para ambos años, pero la metodología y actividades de aprendizaje han sido las que han evolucionado y con ellas ha mejorado la consolidación general de contenidos que se ha visto beneficiada positivamente.

3.2. Fases del proyecto

El proyecto ha seguido diferentes fases de aprendizaje estructuradas en base a las palabras clave que extrajimos del correo electrónico enviado por dirección.

Intentaremos explicar las diferentes fases del mismo y en cada una de ellas expondremos los aprendizajes o actividades relevantes relacionadas con las STEAM que han supuesto una mejora respecto al proyecto de hace dos años.

3.2.1. La base del Proyecto

En este proyecto de aula basado en la dieta mediterránea empezamos a investigar diferentes contenidos a partir de un correo electrónico que nos hace llegar la dirección del colegio pidiéndonos organizar una merienda saludable para los padres y madres de la clase. Este correo nos explica y nos remarca ciertos aspectos que nos llaman la atención y que servirán para iniciar a organizar los diferentes bloques de contenidos a aprender.

Este inicio y reto no ha variado de un proyecto a otro, pero sí que hemos cambiado el enfoque debido a las restricciones sanitarias a causa de la COVID19 y sobre todo hemos cambiado la gestión del aula. En este segundo año de Proyecto hemos introducido la plataforma myclassgame para gestionar el aula de manera gamificada y así potenciar el uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos en contextos o actividades no recreativas, potenciado el interés y motivación por el aprendizaje.

En ambos, el reto era organizar una merienda basada en la dieta mediterránea, para poder realizar esa merienda deberíamos aprender el origen de la dieta mediterránea, los hábitos saludables, los alimentos que la componen y los nutrientes que nos aportan, así como otros aspectos que surgieron como pequeños centros de interés del alumnado.

FASE 1: Introducción al reto

FASE 2: Base de la dieta mediterránea.

FASE 3: Origen de la dieta mediterránea

FASE 4: Alimentación y hábitos saludables

FASE 5: Aprendizaje y consolidación del reto final.

FASE 6: Reto final

4. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS PROPUESTAS METODOLÓGICAS

En el esquema realizado a continuación (Tabla 1) podréis observar el análisis y comparación de las propuestas llevadas a cabo en el proyecto de este año comparándolas con las del proyecto inicial y que han sido brevemente explicadas en los puntos anteriores.

Tabla 1. Análisis y comparación de las propuestas.

<i>MEJORAS METODOLÓGICAS</i>	<i>COMPARATIVA PROYECTO 1</i>	<i>COMPARATIVA PROYECTO 2</i>
4. GESTIÓN DE CLASE	GESTIÓN TRADICIONAL	<ul style="list-style-type: none"> • GESTIÓN DE CLASE MEDIANTE PLATAFORMA GAMIFICACIÓN
5. COMPETENCIA LINGÜÍSTICA	EVALUACIÓN SIN ANÁLISIS	<ul style="list-style-type: none"> • GRABACIÓN EN VIDEO PARA DEBATIR Y ANALIZAR ASPECTOS A MEJORAR
6. ARTE Y ESCENIFICACIÓN	NO SE CONTEMPLÓ	<ul style="list-style-type: none"> • LINEA DEL TIEMPO CON RECREACIÓN ARTÍSTICA. • APARATO DIGESTIVO CON PLASTELINA
7. ROBÓTICA EDUCATIVA PARA APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO	NO SE CONTEMPLÓ	<ul style="list-style-type: none"> • PROBOT, CONCURSO DE GEO ROBÓTICA. • SCRATCH, PENSAMIENTO COMPUTACIONAL • MAKEY MAKEY
TECNOLOGÍA	TABLETS, ORDENADORES Y APLICACIONES EDUCATIVAS	<ul style="list-style-type: none"> • TABLETS, ORDENADORES, APLICACIONES EDUCATIVAS, 3D, AULA STEAM. • EDICIÓN DE VIDEO MOVIE MAKER

Como se puede observar esquemáticamente, las mejoras introducidas nos han permitido completar el proyecto inicial en un proyecto STEAM, mejorando ostensiblemente la motivación del alumnado y consiguiendo un aprendizaje más significativo.

Uno de los objetivos principales de esta propuesta de intervención en el aula era poder observar y constatar que los cambios instaurados en el proyecto inicial servían para dar una mejora en el aprendizaje de los alumnos y al mismo tiempo nos permitía incluir en este proceso aspectos metodológicos basados en las STEAM.

Observando la comparativa de los contenidos y aprendizajes realizados constatamos que los cambios introducidos han servido para mejorar la calidad del proyecto y al mismo tiempo mejorar el aprendizaje general de ciertos aspectos que en el anterior proyecto no habían quedado del todo consolidados.

Al finalizar el proyecto, los alumnos han realizado un pequeño cuestionario para dar su propia opinión sobre ciertos aspectos del proyecto y es en este análisis donde podemos observar la mejora obtenida en este segundo año (Fig. 1).

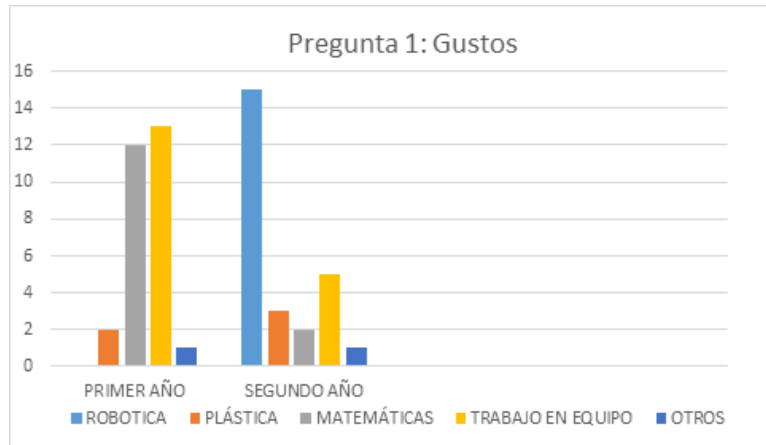


Figura 1. Mejora primer año vs. segundo año.

Este segundo año, los alumnos muestran una satisfacción hacia aspectos como la robótica educativa como complemento de aprendizaje de contenidos que no se tenía durante el primer año del Proyecto.

Después de finalizar el Proyecto, el conocimiento general en este segundo curso creemos que ha ayudado a concienciar y generar un hábito de cambios alimentarios (Fig. 2).

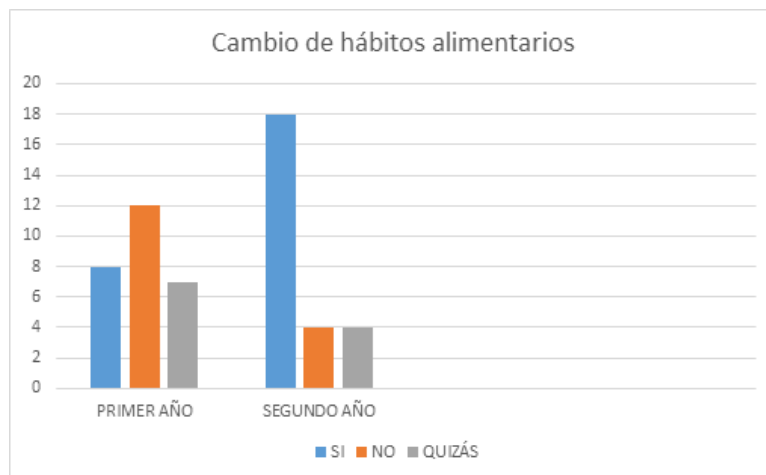


Figura 2. Cambio de hábitos alimentarios.

Los alumnos han consolidado ciertos aprendizajes de manera más eficaz gracias a los cambios metodológicos introducidos durante este segundo curso (Fig. 3).

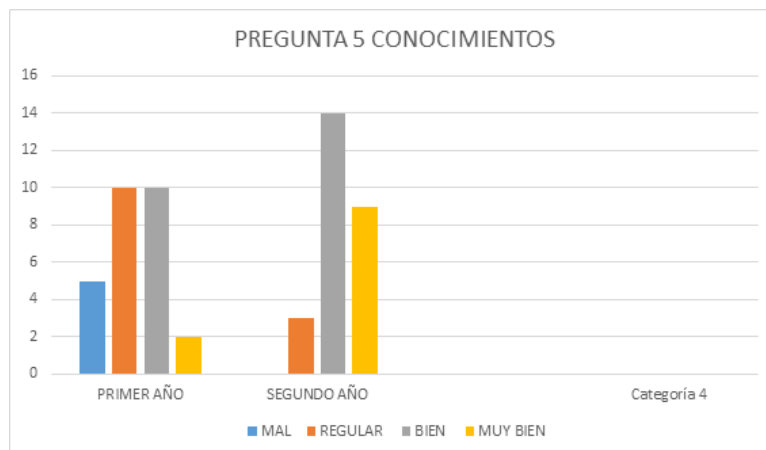


Figura 3. Consolidación de aprendizajes.

La valoración general del proyecto ha aumentado de forma ostensible este segundo año (Fig. 4).

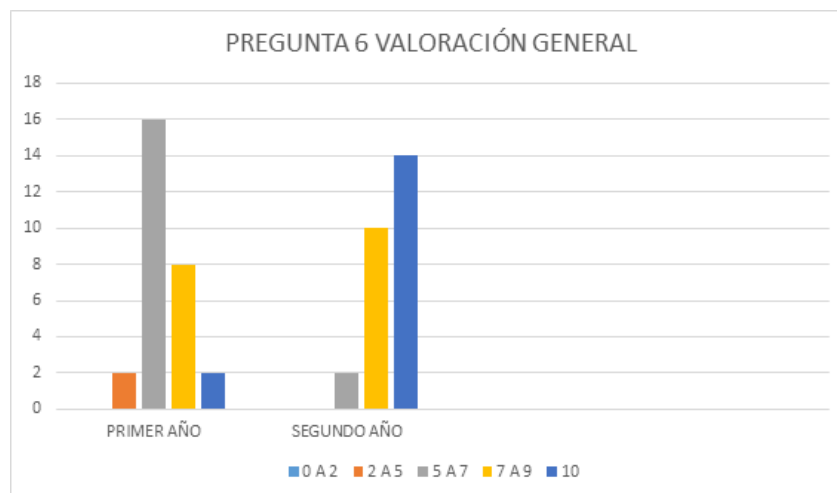


Figura 4. Valoración general del proyecto.

Los alumnos han mostrado una motivación muy elevada durante este segundo año, posiblemente por los cambios introducidos en la gestión de clase y la metodología usada (Fig. 5).

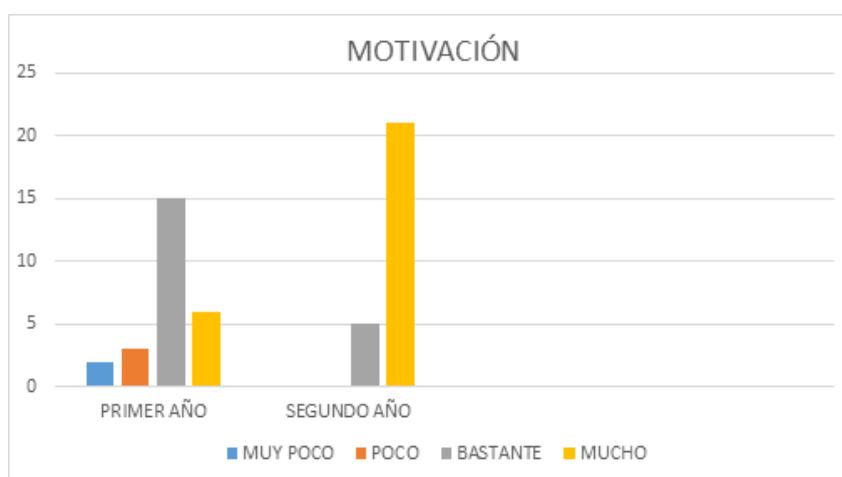


Figura 5. Aumento de la motivación.

Los resultados generales nos hacen entender que los cambios realizados durante este segundo año han servido a nuestros alumnos a tener un aprendizaje mucho más global y comprensible.

5. CONCLUSIONES Y AGRADECIMIENTOS

Podríamos definir nuestro proyecto sobre la alimentación mediterránea como un buen proyecto STEAM, donde nuestros alumnos aprenderán de manera significativa, vivencial y motivadora, diferentes aspectos relacionados con el tema en cuestión.

La deficiencia principal que he encontrado y que anoto como propuesta de mejora para el siguiente curso es, introducir una experimentación basándonos en el método científico de indagación.

Es uno de los aspectos importantes a tener en cuenta cuando queremos implantar una metodología STEAM en el aula y es, precisamente, uno de los aspectos que no hemos desarrollado en ninguna de las fases de nuestro proyecto actual.

Si logramos introducir un aprendizaje científico o un diseño de ingeniería, lograríamos mejorar nuestro proceso de aprendizaje.

Queremos agradecer la formación recibida por la Universidad de Burgos y a la Escuela Tabor por potenciar un cambio metodológico hacia las nuevas tendencias educativas que nos permiten hacer crecer a nuestros alumnos.

6. REFERENCIAS

Educación. 3.0. (2018). 10 claves para implantar Educación. 3.0. “10 claves para implantar la educación en STEAM en el aula” Consultado en: <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/10-claves-implantar-la-educacion-steam-aula/41064.html>

Documents de l'Escola Tabor. https://escolatabor-my.sharepoint.com/:w:/g/personal/sesteve4_escolatabor_cat/EVp-Nvc55nZKrXkgyjAGzoEB3VAFjsUoehiyBhCiQACTAg?e=2Y0CLY

SEVILLA SONORA: UNA PROPUESTA STEAM PARA LA EDUCACIÓN ARTÍSTICA

A SORIA-VÍLCHEZ, L MONDÉJAR MUÑOZ

Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU
(adscrito a la Universidad de Sevilla), Sevilla, España

asoria@ceu.es

Resumen

La propuesta *Sevilla Sonora* surge de la necesidad de creación de un proyecto interdisciplinar enmarcado en la celebración del Año Velázquez. De este modo, la actividad promueve la interacción de diversas áreas como parte del proceso creativo y a través de la metodología STEAM. Todo ello, orientado a la búsqueda de una competencia digital óptima durante la etapa formativa de los futuros maestros de música.

Palabras clave

Competencia Digital, Educación Artística, STEAM, Soundcool.

1. INTRODUCCIÓN: MARCO REFERENCIAL DE LA PROPUESTA

Sevilla Sonora constituye un proyecto interdisciplinar derivado de la celebración de un aniversario artístico, concretamente el IV centenario del nombramiento de Diego Velázquez como pintor de la corte. En esta línea, y con vistas a facilitar el diálogo e interacción entre las áreas que conforman todo proyecto, se promueve la construcción de un esquema que sirva de referente a proyectos de similar naturaleza o que precisen de un objetivo educativo análogo. Así pues, conviene, en primera instancia, presentar el marco de referencia de la propuesta, además como los factores humanos y técnicos que posibilitan su desarrollo

1.1. El Año Velázquez como escenario

Como se ha referenciado anteriormente, la celebración del *Año Velázquez* -aludiendo mediante esta efeméride al IV aniversario de la llegada del pintor sevillano a la Corte de Felipe IV- conforma el eje principal de esta propuesta. De esta manera, se pretende evocar el contexto hispalense de la ciudad que vio nacer y crecer a Diego Velázquez y empleando para ello la obra *Vista de Sevilla*, pintura anónima de gran formato y habitualmente expuesta en la Fundación FOCUS (Sevilla). Dicha obra reúne una serie de escenas que favorecen su interpretación desde diversos prismas, prestándose a la construcción de una narrativa literaria e imaginario sonoro. Es en este contexto donde se precisa una metodología derivada de la disciplina iconográfica que permita la ordenación de las fases a llevar a cabo en la identificación de los objetos artísticos.

1.2. La competencia digital en el docente

Dada la naturaleza actual de esta propuesta, tal y como refieren León et al. (2022) “la integración de la tecnología en el ámbito educativo reclama de sus participantes competencias digitales que les permitan emplear la tecnología de manera crítica y segura para crear espacios de enseñanza aprendizaje innovadores” (p. 45). En este sentido, se abre un abanico de posibilidades que propician el diseño y creación de materiales impregnados por las nuevas tecnologías y enriqueciendo las habilidades de los profesores en materia de Competencia Digital Docente.

1.3. Los proyectos STEAM en el contexto de la educación artística

El enfoque pedagógico STEAM (Science, Technology, Arts, Engineering and Mathematics) pone en sintonía diversas áreas de conocimiento del campo de las ciencias y las humanidades (Lage-Gómez et al., 2022). Así, este modelo fomenta un aprendizaje basado en la resolución de problemas complejos de una manera creativa, huyendo de una instrucción puramente memorística (Nieto-Miguel y García, 2021; García-Fuentes et al., 2023). Además, promueve el trabajo en equipo, el análisis crítico, el desarrollo de las inteligencias múltiples y la inclusión, siempre, desde una perspectiva experimental (Pérez y Calvillo, 2022).

Desde el ámbito de las artes y, concretamente, de la música, Pérez y Calvillo (2022) brindan ejemplos sobre cómo fomentar el modelo STEAM. Estas propuestas abarcan desde el desarrollo de videojuegos con Scratch hasta la construcción de instrumentos musicales con las placas de Makey Makey o Micro:Bit, pasando por la impresión 3D para el diseño de artefactos musicales o el uso de placas Arduino para la construcción de robots capaces de detectar la presencia de ruidos.

1.4. Soundcool en el ámbito educativo

Esta experiencia educativa tiene como punto de partida la herramienta Soundcool, desarrollada por el grupo PerformingARTech de la Universitat Politècnica de València y el Group of Computer Music de la Carnegie Mellon University (EEUU). El sistema permite la creación audiovisual de forma colaborativa mediante el uso de dispositivos móviles. La aplicación funciona a través de la interconexión de diversos módulos de audio y vídeo que pueden ser controlados de forma remota -véase Fig. 1-. Esto permite infinidad de posibilidades didácticas amparadas bajo la corriente pedagógica STEAM (Sastre y Dannenberg, 2020; Scarani et al., 2019, 2021; Sastre et al., 2022).

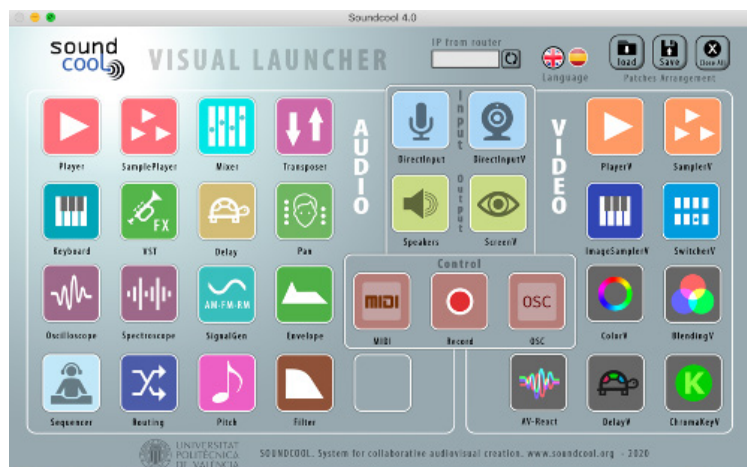


Figura 1. Vista de la interfaz de Soundcool.

2. OBJETIVOS DIDÁCTICOS

Con vistas a definir y optimizar el diseño de esta propuesta, se desglosan, a continuación, los objetivos didácticos perseguidos.

- Proporcionar al docente de materias vinculadas al área artística de los recursos necesarios para el diseño y creación de un recurso que vincule los contenidos propios de las materias adscritas mediante la metodología STEAM.
- Identificar y definir las posibilidades educativas de Soundcool desde el planteamiento temático propuesto, así como su adaptación con las diferentes áreas que conforman la metodología STEAM.
- Aplicar procesos tecnológicos y artísticos para la configuración de un recurso que, aún con una orientación fundamental hacia la educación artística, facilita la unión de Arte y Música a través de otras áreas de conocimiento, contribuyendo así al enriquecimiento de la Competencia Digital del docente.
- Analizar el modo en que la propuesta planteada beneficia la impartición de un determinado contenido desde la perspectiva docente, pero también del alumnado universitario del Grado en Educación Primaria.

3. MÉTODO

La metodología se sustenta en la utilización de la herramienta colaborativa Soundcool, la cual se ha presentado anteriormente, y su adaptación al objeto de la propuesta desde los diversos prismas STEAM. De esta manera, durante la confección del proyecto se emplea la tecnología -en lo que al manejo adecuado de la aplicación móvil se refiere-, las matemáticas y la ingeniería - por los procesos lógicos requeridos para la conexión de ideas, así como de edición del sonido- el área científica natural y social -desde el punto de vista del paisaje y el estudio de los grupos humanos- y, las Artes -por cuanto a contenidos sobre Historia del arte y patrimonio local se hallan como soporte y, finalmente, la música como eje conductor de la actividad.

3.1. Medios y materiales

La actividad contempla la musicalización de la obra pictórica anónima *Vista de Sevilla* (1640), un óleo sobre lienzo de unas dimensiones de 163 x 274 cm y adquirida en 2008 por la Fundación FOCUS -lugar donde actualmente se expone al público- y con el objetivo inicial de formar parte del centro de investigación Velázquez. Esta obra, ambientada en la época del pintor, “enmarca perfectamente la amalgama de ilusiones, hervidero de gentes y trasiego de galeones y galeras, que era Sevilla en el siglo XVII” -véase Fig. 2-, tal como expone el historiador Roberto Alonso Moral en la misma web de la Fundación (Fundación FOCUS-Loyola, 2023). Es notorio aludir también a la visión que el artista anónimo tiene de la ciudad, pues aunque la Sevilla de 1660 se tratara de uno de los centros de comercio más importantes a nivel mundial, la epidemia de peste que la azotó en 1649, llegó a desolar su espacio.



Figura 2. Anónimo. *Vista de Sevilla*. (1660). Fuente: Fundación FOCUS-Loyola.

Requisitos:

- Pantalla con sistema de sonido conectado a ordenador.
- Dispositivos móviles -*smartphones* y tabletas-.
- Instrumentos musicales (pequeña percusión y efectos sonoros).
- Micrófono.
- Router -para la conexión entre ordenador central y los dispositivos móviles-.
- Acceso a bancos de sonido.
- Editor de audio.

3.2. Muestra

Esta propuesta ha sido implementada en dos contextos. Por un lado, en la Universidad de Santiago de Compostela, adaptada al alumnado de Artes y Música del Máster en Formación del Profesorado. Por otro lado, se ha aplicado en un contexto de formación de maestros de Educación Musical en Sevilla y previa orientación de los contenidos específicos de esta especialidad.

3.3. Diseño

Para la aplicación de la propuesta se han llevado a cabo tres fases, las cuales se caracterizan por la presencia, más o menos acuciada, de las áreas que componen la metodología STEAM. A continuación, se desglosan las fases consideradas y su vínculo con las diferentes disciplinas científico-artísticas -véase Fig. 3-.

Fase 1: Análisis contextual -formal e iconográfico- e identificación de los elementos hallados en la obra. Para ello, se opta por ofrecer al estudiante las pautas básicas de análisis de obras artísticas, las cuales les permitirá dilucidar los aspectos más notorios de la pintura analizada. En el caso del objeto de estudio de este diseño, la identificación de los grupos humanos, así como el análisis de las acciones que se hallan realizando y el significado implícito en estas, en caso de existir una lectura que trascienda la mera observación. Para una mejor comprensión del escenario, así como la identificación de los elementos que componen la *Vista*, se desglosan una serie de planos visuales, los cuales atienden, en primer lugar, a la orilla del río -actualmente la zona del barrio Triana-, seguidamente, la altura del puente, donde se aprecian los barcos comerciantes y conjuntos

de personas que atraviesan el camino y, por último, un tercer y más lejano plano donde se divisa el centro de la ciudad y construcciones de la época que en la actualidad también se conservan, como es la Catedral o la Torre del Oro. Además, al margen de los datos de carácter histórico también se aprecia la heterogeneidad de los grupos humanos presentes en la obra -aspecto vinculante a las ciencias sociales-. Así, la identificación de los posibles elementos sonoros humanos o inertes dará paso a la fase de diseño.

Fase 2: Diseño y creación. La segunda fase conlleva y a través del cual se han identificado los objetos que componen la escena pictórica. Se estructura, pues, una jerarquía consistente en el acopio, edición y producción de los audios escogidos, empleando para ello los bancos de sonido y editores de audio -en caso de que se opte por la edición de un archivo extenso o, incluso, obra musical-. Esta fase intermedia se presta a la aplicación específica de contenidos de carácter musical, ya que se insta al alumnado al análisis estructural, comprensión y elección de las piezas musicales que sirven de fondo sonoro a la pintura hispalense. Posteriormente, se enlaza cada sonido con la salida prevista mediante el empleo de la aplicación Soundcool.

Fase 3: Aplicación. La última fase supone la puesta en práctica de los procesos anteriores, buscando la interpretación de la escena mediante una narrativa, la cual será abordada por parte del propio alumnado creador. En esta fase conclusiva se propicia también la creatividad que implica la ejecución y reproducción en tiempo real de los sonidos configurados, así como el uso de la narrativa oral, elemento clave en la unión de conceptos de la escena.



Figura 3. Fases de aplicación de la propuesta.

Como se aprecia, el arte supone el eje conductor de las tres fases que construyen la propuesta, enfatizando el sentido de la efeméride que rodea la musicalización en tiempo real de una obra ambientada en la Sevilla en la que habitó Diego Velázquez.

4. CONCLUSIONES TRAS LA APLICACIÓN

Una vez finalizada esta propuesta, se han confirmado que los procesos que la componen enfatizan las habilidades del docente en cuanto a competencia digital se refiere. Además, el diseño interdisciplinar permite la colaboración de áreas de conocimiento que tradicionalmente no han sido estimadas como afines -como es el caso del Arte y la Ingeniería-, quedando latente el acercamiento, desde el punto de vista de la cooperación y trabajo conjunto, que supone la realización de una actividad que vislumbra la participación de varias materias.

Del mismo modo, la actividad aquí planteada mediante Soundcool puede derivar en el planteamiento de otras opciones para el diseño de actividades en el marco de la metodología STEAM. Asimismo, se incide en las múltiples posibilidades audiovisuales de la aplicación y que, evidentemente, pueden reorientar y ampliar la propuesta actual.

Finalmente, cabe incidir en los contenidos específicos de la educación artística que han sido impartidos a través de una metodología interdisciplinar, como es el análisis formal de una obra de arte, su contexto o estilo, así como la escucha activa, la definición de la forma musical y la selección de obras de una época concreta, en este caso, el barroco.

5. GRADO DE CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

La autoría de este texto se ha realizado de manera equitativa, así como la escritura del manuscrito y la revisión crítica de aquellos aspectos intelectuales relevantes. Se cumplen los requisitos que determina la COPE-authors-guidelines (<https://publicationethics.org/files/u2/2003pdf12.pdf>) sobre la autoría homogénea y clasificación CrediT (<https://casrai.org/credit/>) como equal.

6. FUENTE DE APOYO FINANCIERO

Esta investigación forma parte del Proyecto “Implementación de proyectos STEAM a través de metodologías activas en titulaciones universitarias de Educación (EduSTEAM)”, en el marco de la convocatoria Proyectos precompetitivos en líneas de Educación CEU 2023-2024. Es aprobado por la ANEP (Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva) en 2023 y financiado por la Fundación San Pablo CEU.

7. REFERENCIAS

- Fundación Focus-Loyola. (Consultado el 3 de abril de 2023). Hospital de los Venerables Sacerdotes. Obtenido de Los Venerables: <https://losvenerables.es/centro-velazquez-ant/vista-sevilla/>
- García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., y Martínez-Figueira, M. E. (2023). El enfoque educativo STEAM: una revisión de la literatura. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191–202. <https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- Lage-Gómez, C., Ros Magán, G., y Lasry en Unsplash, S. (2022). La música en STEAM. *Integración curricular y creatividades. Eufonia*, 91, 25–32.
- León Lizárraga, I. A., Contreras Cázarez, C. R., y León Duarte, G. A. (2022). Competencia digital en estudiantes universitarios: conductas en la comunicación y creación de contenido en espacios virtuales. *EduTEC. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (82), 45-58. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.82.2639>
- Nieto-Miguel, I. y García Díaz-Pisón, L. (2021). 3rd Interdisciplinary and Virtual Conference on Arts in Education Conference Proceedings. Conference Proceedings CIVAE 2021, 175–179. www.musicoguia.com
- Pérez Sabio, Z. y Calvillo Castro, A. J. (2022). Proyectos STEAM para el aula de música. *Eufonia*, 91, 16–24. <https://scratch.mit.edu/>
- Sastre, J. y Dannenberg, R. B. (2020). Soundcool: collaborative sound and visual creation. *Sonic Ideas (CMMAS)*, 12(22), 75–86. <https://bit.ly/2H9OEYT>
- Sastre, J., Lloret, N., Scarani, S., y Dannenberg, R. (2022). Soundcool. Creación colaborativa en vivo con móviles y tablets. *ANIDA. Revista de Arte y Escuela*, 2, 36–37.
- Scarani, S., Lloret-Romero, N., Sastre-Martínez, J., y Dannenberg, R. B. (2021). Soundcool: creatividad colaborativa a distancia. *Tsantsa. Revista de Investigaciones Artísticas*, 12, 63–75. <https://doi.org/10.18537/tria.12.01.07>
- Scarani, S., Muñoz, A., Serquera, J., Sastre, J., y Dannenberg, R. B. (2019). Software for Interactive and Collaborative Creation in the Classroom and Beyond: An Overview of the Soundcool Software. *Computer Music Journal*, 43(4), 12–24.

MÁS ALLÁ DE ADA

S CARRERA CUADRADO

Profesora de Tecnología. Madrid, España
stella.carreracuadrado@educa.madrid.org

Abstract

En este documento recopilo y expongo las actuaciones más destacadas realizadas en mi proyecto educativo “Más allá de Ada” a lo largo de estos años. Más allá de Ada surgió de manera espontánea, después de años dando la materia de TICO en ESO y Bachillerato, viendo la necesidad de visibilizar a las mujeres en las disciplinas tecnológicas.

Keywords

chicaSTEM, girlTech, Mujeres en la informática, la ingeniería y las tecnologías de la comunicación.

1. INTRODUCCIÓN

Más allá de Ada es un proyecto STEAM que comencé en el 2017 en el IES San Isidro de Madrid con mi alumnado de la materia de TICO I Y TICO II de Bachillerato, con la intención de dar visibilidad a las mujeres en la informática y las tecnologías de la comunicación y fomentar dichas disciplinas entre mis alumnas, proporcionando referentes con los que identificarse. El proyecto continuó en 2018 en el IES San Isidro, siendo además concedido el Proyecto STEMadrid y en el curso 2019 en el IES Gran Capitán en el marco del Proyecto STEMadrid y la materia de TICO 1 y TEIC 4º ESO.

Desde el Departamento de Tecnología siempre hemos tenido muy claro la importancia de promocionar las vocaciones tecnológicas entre nuestro alumnado y especialmente entre las chicas, ya que aún hay una brecha de género muy importante en el ámbito de las carreras técnicas.

Integrar a lo largo del currículo de TICO 1 Y TICO 2 diversas actividades sobre este eje de acción ha ayudado al alumnado a elaborar no solo un proyecto de investigación y reflexión sobre el arduo camino que ha tenido la mujer para lograr su desarrollo intelectual y profesional en un campo tan técnico como la informática, la tecnología y el ámbito de las tecnologías de la información.

Tanto los alumnos y alumnas como yo hemos aprendido mucho sobre estas brillantes mujeres y su contexto socio cultural, así como la lucha emprendida y el camino que han abierto a las nuevas generaciones de mujeres.

Historias de mujeres valientes e inteligentes a las que la historia invisibilizó pero que jugaron un papel fundamental en el desarrollo de nuestras materias. Grace M Hopper, Margaret Hamilton, Katherine Johnson, Joan Clarke, Anita Borg, Jude Milhon...

2. OBJETIVOS GENERALES

Contribuir a la celebración del Día de la mujer y la niña en la ciencia del 11 de febrero.

Promover la celebración del día de Ada Lovelace.

Despertar vocaciones tecnológicas entre los jóvenes, especialmente entre las alumnas, a través de un proyecto STEAM, que relacione la informática con el arte.

Concienciar y recordar a toda la comunidad educativa la importancia de los descubrimientos informáticos en nuestro día a día.

Visibilizar el papel de las mujeres en el campo de la informática.

Desarrollar la competencia digital del alumnado a través de metodologías activas.

3. CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE QUIEREN TRABAJAR

Los contenidos trabajados con esta experiencia se encuentran directamente relacionados con los contenidos de TICO I (LOMCE):

Bloque 1. La sociedad de la información y el ordenador: Historia de la informática.

Bloque 3. Software para sistemas informáticos: Software de utilidad. Software libre y propietario. Imagen digital. Vídeo y sonido digitales.

Bloque 5: Programación: Programación de juegos y animaciones: Scratch

4. DESARROLLO DEL PROYECTO Y TEMPORALIZACIÓN

El proyecto se plantea desde el comienzo de curso, ya que la idea es ir trabajando el proyecto a lo largo del curso, de forma transversal en las diferentes unidades didácticas que se trabajan.

5. METODOLOGÍA

Este proyecto se desarrolla bajo la metodología de ABP (Aprendizaje basado en proyectos) y del ABE (Aprendizaje basado en eventos) además del aprendizaje cooperativo y colaborativo.

6. TEMPORALIZACIÓN Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS

6.1. Investigación previa y reflexión sobre el papel de la mujer en la informática

En el primer trimestre se trabaja el papel de la mujer en la informática a lo largo de la historia, comenzamos realizando una investigación y presentación en grupo, en las que se incluye una línea del tiempo en la que se señalan las principales pioneras y se reflexiona sobre el papel que desempeña y su representación en la sociedad. Con los datos que obtenemos de internet y de material como la publicación “Mujeres programadoras y mujeres hackers. Una aproximación desde Lela Coders”

6.2. Investigación de cada pionera y creación de las fichas

Esta actividad se realiza en parejas para abarcar el máximo número de pioneras. Hacemos un listado con las mujeres que han ido apareciendo en la investigación y se reparten entre el alumnado.

Utilizando libre office en el cloud de Educamadrid vamos a crear una ficha partiendo del modelo que les doy con los datos biográficos imprescindibles. siguiendo un esquema dado, de esta forma conseguiremos tener un repositorio de biografías en el cloud de Educamadrid que podrán ver todos los alumnos y alumnas de la clase. También lo subirán al aula virtual en la Tarea para ello creado ya que será un producto evaluable.

Una vez trabajado el procesador de textos y revisadas y corregidas las fichas de nuestras pioneras, nos vamos a adentrar en el mundo de la maquetación, con Scribus, un programa de software libre que tenemos incluido en Max o que podemos descargarnos en nuestros ordenadores ya que puede utilizarse tanto en Windows como Mac. Esta actividad de ficha se subirá al aula virtual como .pdf y como .sla para posteriormente poder realizar un cuadernillo con todas las publicaciones. Esta tarea quedó recogida en el artículo publicado por el Observatorio de tecnología educativa del INTEF.

6.3. Creación de carteles con GIMP

Correspondiéndose con la unidad didáctica de Imagen Digital, les planteo a los alumnos y alumnas de mi grupo la creación de un cartel con el programa Gimp, siguiendo las premisas dadas, sobre la mujer asignada. Los carteles son compartidos a través del Cloud y colgados en el aula virtual. Se seleccionarán los mejores para imprimir y exponer en el centro en el Día de la mujer y la niña en la ciencia.

Además se les añade un QR que enlaza con la ficha en PDF que hemos subido al Cloud con lo que además de ver el cartel podemos acceder a la ficha de nuestra pionera y tener más información sobre ella.

6.4. Hacemos ilustraciones con Inkscape

Una vez hemos trabajado en clase el tema de la imagen vectorial con Inkscape, planteamos como tarea final la creación del logo del proyecto, además de la realización de unas ilustraciones con las que podemos hacer diferentes productos gráficos y multimedia. Y como anteriormente hemos hecho subimos al aula virtual para poder ser evaluado y al Cloud.

6.5. Creación de una video-biografía

Llegamos a la tercera evaluación y nos adentramos en la Edición de Video y Sonido; aprovechamos para plantear como producto final realizar una video biografía sobre las mujeres investigadas, con los programas OpenShot y Audacity. En este vídeo podrán además utilizar los trabajos anteriormente creados, así como añadir nuevos materiales. Pudiendo utilizar diferentes técnicas como el stop motion o las narrativas digitales. Igualmente suben al aula virtual y comparten a través del Cloud.

6.6. Videojuego con Scratch

Dentro del bloque de Programación, profundizamos en el uso de Scratch, justo nos llegó el videojuego “Pedalea por las científicas” elaborado por Paloma Fernández Sánchez de la Universidad Complutense con lo que replanteamos una tarea final de creación de un videojuego del tipo de preguntas y respuestas con Scratch cuya temática fuese las mujeres en la informática. Los resultados fueron espectaculares y como siempre subieron al aula virtual para ser evaluados y compartimos a través del cloud con un documento con los enlaces.

7. DIFUSIÓN DEL PROYECTO

No uso redes sociales y no comparto trabajos de mi alumnado, pero los alumnos de TICO 2 realizaron una wiki en wikispace que lamentablemente dejó de existir, por lo que el curso siguiente hicimos una wiki en el aula virtual. Además como tarea del bloque HTML creación de páginas web realizamos una web del proyecto en el que cada grupo creó una web de su pionera con las creaciones realizadas. Todo un auténtico proyecto de diseño.

8. ORGANIZACIÓN DEL AULA

Todas las actividades se realizaron en el aula de informática del IES San Isidro, dotada de ordenadores IBM con sistema operativo MAX. Todas las actividades fueron realizadas con software libre y compartidas a través de las herramientas Cloud y Moodle de la plataforma educativa de Educamadrid. Los alumnos utilizaron el correo electrónico de educamadrid. Los agrupamientos de los alumnos y alumnas variaron dependiendo del tipo de tarea a realizar.

9. EVALUACIÓN

Se realizó evaluación formative, desarrollando una evaluación inicial, una evaluación a lo largo del proceso de casa tarea planteada utilizando rúbricas y listas de chequeo. Además los alumnas y alumnos trabajando colaborativamente se autoevaluaron y evaluaron el trabajo en grupo de sus compañeros. Los trabajos eran expuestos en clase y el alumnado realizó la coevaluación de los trabajos de los compañeros.

10. CONCLUSIONES

Tanto los alumnos y alumnas como yo consideramos que es un trabajo muy enriquecedor, que han aprendido y descubierto a mujeres que no lo tuvieron nada fácil para hacer lo que les gustaba y gracias a las cuales tenemos el hardware y software que conocemos actualmente. Este trabajo me dio tantas satisfacciones y lo considero tan necesario que me dio pie a compartir con los demás a través de la web “Más allá de Ada”.

11. AGRADECIMIENTOS

A mi alumnado por su colaboración e implicación en el proyecto.

12. REFERENCIAS

- Haché, A., Cruels, E., y Vergés, N. (2011). Mujeres programadoras y mujeres hackers. Una aproximación desde Lela Coders. *online*] <http://www.rebellion.org/docs/141550.pdf>
- Carrera Cuadrado, S. (2023). *Scribus: maquetando con software libre*. Observatorio de tecnología educativa n° 98. *intef*. <https://intef.es/tecnologia-educativa/observatorio-de-tecnologia-educativa/detalle-observatorio/?id=35437>
- Carrera Cuadrado, S. (s.f.). Más allá de Ada. <https://masalladeada.wordpress.com/>
- Women in Technology. <https://witi.com/>

WHAT ABOUT QUALITY IN STEM PROJYECTS? ERASMUS+ PROJECT: READY TO INNOVATE: MATHS&SPORTS4ALL

V BAÑOS-MARTÍNEZ¹, AA LÓPEZ GALLEGO², A GONZÁLEZ SANTA OLALLA²

¹*University of Burgos, Spain*

²*Colegio Virgen de la Rosa, Burgos. Spain*

vbanos@ubu.es

Abstract

RIMAS is an Erasmus+ KA201 project, which aims to promote the learning of Mathematics in a transversal way in the Physical Education classroom, from a gender perspective. A quality assessment has been carried out on three pillars of the project: the management, the intellectual products, and the training event. The data was processed using SPSS V.28 statistical analysis software. The findings tell us that students who participate in classes with the new methodology are more receptive to learning Mathematics in other environments and are more involved in the learning process, increasing their motivation. Teachers are receptive to continue teaching with the methodology developed because, although it is more laborious, the students' results are much better.

Keywords

Maths, Physical Education, STEM, quality assessment

1. INTRODUCTION

The integration of math and sports can provide a unique and engaging way for students to learn and apply mathematical concepts. By connecting math to real-world situations and activities, students can gain a deeper understanding of the subject and see its relevance to their own lives. This investigation presents the findings of an education project that aimed to incorporate math and sports into the classroom and gym, with the goal of improving primary school students' engagement and achievement in both areas.

The project involved a range of activities, including problem-solving tasks that used sports statistics, hands-on experiments with sports equipment, and collaborative activities that combined math and sports skills. Data was collected throughout the project to assess its effectiveness, and feedback was requested from both students and teachers.

This information gathered provides a detailed overview of the project, including its goals, activities, results, and feedback. It also includes an analysis of the project's strengths and weaknesses, as well as recommendations for future improvements and expansion. By sharing these findings, we hope to provide valuable insight into the potential of combining math and sports in education and inspire further exploration of this exciting and effective approach.

The main goal of this project has been to develop a toolkit for students between 6 and 11 years old to learn, expand and reinforce Mathematics content through Physical Education by training teachers in this new approach.

This project partnership is with seven partner organizations, including four schools in four different European countries: Latvia, Spain, Serbia, and Macedonia, supported by 2 higher education institutions, University of Burgos (UBU) and the Union of Researchers of Macedonia (SIM) and finally a technical partner.

The quality evaluation report of the project will refer to the following points:

- Quality evaluation of Project management.
- Quality evaluation of the Intellectual outputs.
- Quality evaluation of the Training event.

2. QUALITY EVALUATION OF PROJECT MANAGEMENT

To monitor and control the management of the project a task file was developed. This file was an excel document containing all activities and tasks within the project. A timeline of the activities and tasks was also included. For monitoring, whenever something was done, we put the activity on different colour, meaning this is checked. The timeline was checked weekly by the project management team. If some activity did not follow the timeline, additional actions were taken.

On partnership level there were four transnational meetings that took place in Novi Sad (Serbia), Skopje (Macedonia), Gulbene (Latvia) and Burgos (Spain), and eight virtual meetings were organized, the last one in February 2023. Moreover, meetings of partners in local environments were held and every partner organization held meetings in local environment monthly. Lots of arrangements on the local level were made using WhatsApp and emails. Considering the number of participants at the meetings, and their frequency, we can say that this project was well monitored from its beginning until its end.

3. QUALITY EVALUATION OF THE INTELLECTUAL OUTPUTS

This project has two intellectual outputs:

1. Toolkit for Math's learning through Physical Education
2. Educational Platform RIMAS

3.1. Toolkit for Math's learning through Physical education

After a collection of good practices that involve maths and sports, a unique didactic unit was developed to incorporate maths and sports together. The didactic unit followed the national curricula of the countries involved in the project. Selected topics were taught following the new teaching methodology.

To measure and assess the effectiveness of the new teaching methodology, after the didactic units were implemented in schools, the students, and teachers fulfilled satisfactory questionnaires. We wanted to have feedback from them on their experiences with this new teaching methodology. To assess how the new approach affected the knowledge of the students we had a control group of students, and the achievements of both groups were measured.

3.1.1. Students

A student satisfaction survey is a feedback mechanism that is used to ascertain how satisfied the students are with the teaching practices. It is an important matrix used for measuring how successful a teaching was in line with pre-determined parameters. As students are the best critics on courses, surveys are needed to capture their feedback about the class to make their learning experience more fun and fruitful.

The questionnaire was filled out by 99 students who take part in the teaching of the new didactic unit, equally distributed among the different countries. Concerning their age, we had 34.3% of 8 years old, 20.2% of 11 years old, 30.3% of 9 years old, and 15.2% of 10 years old students. For the evaluation of the didactic unit, the questions were as follows:

1. Considering your complete experience with the pilot lessons being taught, how likely would you be to recommend these lessons to your peers?
2. Rate the amount of work you did through the unit.
3. Rate the level of your involvement in the activities of the lessons.
4. How much practical knowledge have you gained from this unit?
5. The math-sports lessons were fun.
6. The assignments given were interesting to do and enhanced my learning experience.

At the end of the questionnaires, there were 4 questions with free answers:

1. What has been the best thing about this unit? (What has caught your attention the most)?
2. What has been the worst thing about this unit? (What did you like least)?
3. Has this unit made you see maths in a more positive way?
4. Any other comments you would like to make about the unit?

After summarizing and analyzing students' answers, the conclusions are the following: students love working together, and math-sports lessons. The competitive part gives a special impact on their motivation for learning. The new didactic unit offered a new approach, promoting collaborative learning, and peer to peer learning. It brought an evident increase in motivation for learning mathematics. One of the students even wrote: I got the desire to study Mathematics. Considering the worst things about this didactic unit, many students answered that they liked it very much, but some of them did not like some jumping, running or someone breaking the rules of the play. There were also complaints about the accounting part of the didactic unit. Generally, all of them support the new teaching methodology and have seen mathematics in a more positive way, and they would like to continue with learning mathematics in this new teaching environment.

3.1.2. Control group students

To measure the quality of the new didactic unit, we made tests with the students who followed the didactic unit, and tested with students who did not follow the didactic unit but studied the same content. The tests were made in each partner school, and we can highlight that the control group showed more insecurity and less capacity to develop the questions than the experimental group. The experimental group was able to solve the questions with more imagination and thus was able to obtain better grades than the other group. It also was observed that the students of the experimental group solved the tasks easier, faster, and more accurately. The practical application of mathematics knowledge in physical education classes gave students confidence and self-confidence. Considering that they were successful and punctual in the class where they had to practically connect the knowledge of math and physical activities, they approach the creation of tasks only on the sheet in a more relaxed way.

Respondents of these two groups have different attitudes about physical activities as an incentive for learning. The respondents of the experimental group think that it is easier and more interesting to learn through the game and they would be very happy to learn that way again. The students of the control group do not see the connection between mathematics and physical education and believe that physical activities do not encourage the practice of knowledge in mathematics.

With the control group of students, the same questionnaire was filled out by 70 students who did not take part in the teaching of the new didactic unit. We had 50.7% girls, 47.8% boys and 1.4 % prefer not to say their gender. Concerning their age, we had 27.5% of 8 years old, 19.3% of 9 years old, 21.4% of 10 years old, and 33.6% of 11 years old students.

For the evaluation of the didactic unit, we had the same questions as the questionnaire with the students who followed the new teaching methodology. We only divided the question "The math-sports lessons were fun" in two questions: "The math lessons were fun", and "The sports lessons were fun". Table 1 shows the results obtained from the analysis.

Table 1. Comparison of results between the new methodology and the classic methodology taught in a control group.

Question	Students new methodology	Control group
1. Recommend	Likely 84.8%	Likely 42%
2. Amount of work	More work 50.5%	More work 26.1%
3. Involvement	Enthusiastically 76.8%	Enthusiastically 42%
4. Practical knowledge	Great deal 51.5%	Great deal 44.9%
5. Fun	Strongly agree 67.7%	Strongly agree Maths 11.6% PE 4.3%
6. Interesting assignments	Strongly agree 56.6%	Strongly agree 21.7%

3.1.3. Teachers

A teacher satisfaction survey is a feedback mechanism that is used to ascertain how satisfied teachers are with the teaching practices. Our survey was made up of multiple-choice questions that cut across different management scopes necessary for quality education. At the end of the questionnaire, we put three free answer questions.

The survey was conducted during October and November 2022 in the four participating schools in the project. We had the following feedback: 29 teachers answered the questionnaire, 3 from Spain, 15 from Macedonia, 6 from Latvia and 5 from Serbia.

Considering their answers, we can make the following analysis:

- The teachers considered that the workload for this unit is mostly about the same 65,5%, or maybe even lighter 13,8%.
- The pace of the unit was just right.
- The students have learned much with 48.3% and very much 27,6%, but it is interesting that there is no student that learned almost nothing.
- The level of difficulty is just right.

Also, the teachers answered (62.1%) that it was easy for them to design lessons under the newly developed teaching methodology. For 58.6% of the teachers is easy to change the existing lesson plans for the new maths&sports environment. 73,9% of them know when students are experiencing difficulties and know how to solve this problem. Big 93.1% of the teachers agree and strongly agree that they can promote a positive attitude towards sports for the students. 31% strongly agree, and 48.3% of the teachers agree that they can design and teach lessons that combine both maths and sports, and big 93.1% agree and strongly agree that they will continue to find better ways for teaching these subjects together.

At the end of the questionnaires, we gave the teachers two free questions on what the major strengths and the major weaknesses of this teaching methodology are. We have evaluated their answers and we can say that:

- With this teaching methodology students are more excited, interested, involved and active on the classes that make a big impact on their motivation for learning. Students have fun, and they are more competitive, even though they are in a more relaxed atmosphere.
- Anyway, the new teaching methodology has some weaknesses like pointed: big number of students in the class, lack of opportunities to correlate maths and sports for some units, students giving their best only on the PE component, or maybe sometimes they are too tired to think about maths.
- The teachers suggested to make a repository where all the activities can be stored, and new activities can be added. This item will be covered in the online teacher guide that is also developed in this project.

3.2. Educational Platform RIMAS

The Educational platform RIMAS will be made in the Moodle environment. After registering, teachers can use the prepared materials developed within this project. Through the course, teachers will be introduced into the new math&sports teaching methodology, and they can use the gained knowledge to rearrange their lessons within this new methodology.

3.3. Quality evaluation of the Training event

In the period of 6th to 10th of March 2023, the Learning/Teaching/Training-LTT event took place in Novi Sad, Serbia. The schools had 2 teachers and 10 students present at this event. UBU and SIM had two representatives, so the total number of participants was 52. The satisfaction questionnaires were made both with the students and the teachers.

The first questionnaire was made with the students. We had 43 answers, 10 from Spain, Latvia, and Macedonia and 13 from Serbia. There were 58.1% girls and 41.9% boys answering the questionnaire. Depending on their age, they are in 3rd grade (18.6%), 4th grade (37.2%), 5th grade (16.3%) and 6th grade (27.9%).

In the general evaluation questions, we had the following analysis.

Most of them (69.8%) liked math and they know it is very important for the future (60.5%). 74.5% like very much PE, but little less of them 51.2% evaluated that PE is very important for the future.

Because of this project and the DU developed within, a high percentage of the students see the relation between math and PE (86.1%). This is the project's major achievement. We succeeded in making the relevant connection between these two subjects.

The second questionnaire was again made with the students. On this one we had 48 answers, 10 from Spain, Latvia, and Macedonia and 18 from Serbia. There were 54.2% girls and 45.8% boys answering the questionnaire. Depending on their age, they are in 3rd grade (29.2%), 4th grade (31.3%), 5th grade (14.6%) and 6th grade (25%).

In the general evaluation questions of the didactic unit, we had the following analysis:

1. Considering students complete experience with the math and sports lessons, 91.7% of them will recommend math and sports learning to their peers. Only 8.3% are neutral about this question.
2. 75% of the students were very involved in the activities in Novi Sad, and we had 25% with moderate involvement.
3. 84% of the students enjoyed the activities, and 14.6% declared neutral on enjoying the activities.
4. 66,7% of the students collaborated very much with the students from other countries, 31.3% had a moderate collaboration.
5. 85.4% of the students liked their teachers.
6. 79.2% of students are positive about the equipment, the spaces, and the school in general, only 20.8% are neutral.

With these data we can clearly see the didactic unit in highly positive evaluated by the students. Also, we want to emphasize that no negative evaluation answer was given to the didactic unit by the students.

The third questionnaire was made with the teachers involved in the LTT in Serbia. We had 11 responses from 6 participant organizations.

4. CONCLUSIONS

Following the Candela, Ayan and Sanguos (2016) study, we observed how the physical condition developed in the Physical Education class is a factor of increased academic performance mediated in the subjects of Mathematics and Physical Education. Perhaps it is this idea that makes us reflect on how transversal teachings influence the learning of mathematics. The studies carried out by Prieto and Martínez (2016) confirm this idea, reaching the conclusion that as students increase the practice of physical activity, their performance in mathematics increases. It is believed that by increasing the cognitive processes involved in physical activity, the ability to learn and generate mathematical processes efficiently increases.

Analysing the results, we can ensure that the teaching of Mathematics through the Physical Education classroom, we observe that the methodology developed in the RIMAS project involves our students in learning mathematics, increasing the attitude towards mathematics and improving their results.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This article has been co-financed by the European Union through a grant from the Erasmus + project Ready to innovate: Maths&Sports4all: RIMAS 2020-1-ES01-KA201-082849

6. REFERENCES

- Cancela Carral, J., & Ayán Pérez, C., & Sanguos Espiño, M. (2016). Relación entre la condición física y rendimiento académico en matemáticas y lenguaje en estudiantes españoles de educación secundaria: Un estudio longitudinal. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 11(31), 7-16.
- Prieto Andreu, J. & Martínez Aparicio, C. (2016). La Práctica de Actividad Física y su Relación con el Rendimiento Académico. *Revista de educación física*, 4(34), 3-12.

SOUND CREATION WITH SOUNDCOOL AND TRANSVERSAL COMPETENCES IN TEACHER TRAINING: A STEAM EXPERIENCE

Y BLANCO GARCÍA¹, P COCA JIMÉNEZ¹, J SASTRE MARTÍNEZ², A GÓMEZ ANDRÉS¹, N CORTÉS MELERO¹.

¹Universidad de Valladolid, España

²Universidad Politécnica de Valencia, España

yurima.blanco.garcia@uva.es

Abstract

A STEAM educational experience is presented in the initial training of Primary Education teachers at a university in Castilla y León. The objectives were training in new technologies applied to the didactics of music and the acquisition of learning about sound and audiovisual creation through Soundcool. This system allows collaborative sound and audiovisual projects to be carried out with mobile devices. 180 students participated in activities that combined content from the areas of musical expression, plastic arts, and ICT. A questionnaire was applied to evaluate the training experience and the sound and audiovisual creation carried out. 77% of the students used digital applications for the first time to create music and pointed out that the main advantages were being able to create sounds by themselves and in a collaborative way. However, they reported difficulties in the use of Soundcool in primary school lessons. The intensive use of technologies for entertainment, communication and socialisation purposes was acknowledged, but their scarce use by learners for the creation of contents that contribute to professional development was highlighted. It is concluded that this type of project should be carried out on a widespread basis as it promotes interdisciplinary contents and transversal learning based on creativity, collaborative work with a critical approach.

Keywords

STEAM, Soundcool, teacher training, audiovisual composition, transversal competences.

1. INTRODUCTION

The development of STEAM educational experiences in initial teacher training offers numerous possibilities to promote interdisciplinary and transversal learning.

The incorporation of the Arts within a model initially focused on the Sciences (Science, Technology, Engineering and Mathematics) reflects the necessity to complement the training of students to provide a comprehensive education that responds to the needs of society in the 21st century. STEAM education has been defined “as the one that proposes an integrated education of scientific-technological, artistic and, in general, humanistic competences, understanding integration in a progressive sense that goes from interdisciplinarity to transdisciplinarity” (Aróstegui y Perales (2022, p. 11).

The literature reports various STEAM experiences in university education. That is the case of a project focused on the understanding of light and colour from the perspective of contemporary art and the concurrence of physical, chemical, biological, artistic, aesthetic, and psychological aspects characteristic of interdisciplinarity (Serón y Murillo, 2020). Similarly, the collaboration between sciences and arts in the field of education is obvious in the project presented by Cilleruelo and Zubiaga (2014) for the creation of an electronic neuron model that reproduces a genuine one, where the artistic part resides in the representation of this type of neuronal systems.

With these ideas as a starting point, a STEAM experience has been carried out in a university classroom based on the use of Soundcool as a digital tool for audiovisual creation. This activity is part of a teaching innovation project of the University of Valladolid designed to promote students’ learning competences and academic quality. The characteristics of Soundcool are presented below, the educational experience is described, and the main results are briefly outlined.

2. SOUNDPOOL

Soundpool is a live collaborative creation system that can be downloaded from <http://soundpool.org>. It has a set of modules for working with sound and music, such as microphones, players, effects, keyboards, etc., and image, such as webcam and image and video players, creative video mixing and chroma key with any colour (not just green or blue). These modules work on Mac or PC computers and can be interconnected like LEGO pieces to create sound and audiovisual creations. They can be controlled by mobile phones/tablets, allowing live collaborative creation and realisation by students of different educational levels. Soundpool can be used to create sound or music creations, radio/podcast or TV programmes, graphic stories, etc. (Sastre y Dannenberg, 2020). The Soundpool programme has won awards such as the SIMO Education Award for the Best Programming and Robotics Experience and the NEM Art Award for European creative industries. Among the projects carried out stand out the opera *La Mare dels Peixos* (The Mother of Fishes, <https://youtu.be/iREw70OcvmE>), where students from each country create and produce the sound effects with mobiles and tablets, or the recent opera-performance project *Felicità* against Bullying and Harassment, premiered with a Secondary School audience.

The use of Soundpool combines Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) in a natural way. In its use, students can be involved in the interconnection of the different technological modules of the platform, as well as in the interconnection with mobiles and tablets via wifi or internet, technologies that today's generations have been born with. The final objective will be the collaborative production of sound and/or image to obtain the desired artistic result. This result can be based on music, sound art, drawing, image, video, scenography, literature, etc. and their combinations. It is important to note that Soundpool is not an editor but serves to realise live collaborative projects.

3. EXPERIENCE IN THE UNIVERSITY CLASSROOM

The course of Artistic Creation and Visual and Musical Culture is offered in the 3rd year of the Bachelor's Degree in Primary Education at the University of Valladolid. It is a compulsory course of 4 ECTS, shared between the areas of musical and plastic expression. It is necessary to underline the intersection that this subject proposes between musical and plastic-visual languages. It is a course that is not widespread in national teacher training curricula, and yet it is very interesting for the aesthetic and interdisciplinary training of future teachers. In this sense, a joint workshop was proposed for the creation of short audiovisual pieces using Soundpool as a digital tool. In a previous session, the students were introduced to the Soundpool programme (with the collaboration of the composer Carolina Morales) and were able to advance in the knowledge of its main modules and its applications with respect to the manipulation of sound.

3.1. The sound

In the previous weeks, students were trained in basic aspects related to the parameters of sound (pitch, duration, timbre, and intensity), notions of concrete music as well as key concepts such as audiovision (Chion, 2007) and the affective, structural, and aesthetic links between sound and image (empathic/anemphatic, diegetic/incidental music, etc.). In addition, exercises based on the analysis of film soundtracks were carried out following the methodology of Fraile (2007). Another exercise of interest for understanding the processes of listening, exploration and improvisation consisted of the soundscape projects (Schafer, 1977).

3.2. Audiovisual

In order to deepen our students' training in audiovisual culture (Kedra and Žakevičiūtė, 2019), an exercise based on the construction of a soundtrack with the Soundpool tool for a set of works of art was launched.

The selected images dated from different periods, presented diverse aesthetic languages, and were created on different artistic supports. They were: Caspar David Friedrich's *Wanderer above the Sea of Fog* (1818), Vasily Kandinsky's *Composition VIII* (1923), Edvard Munch's *The Scream* (1893), Henri Toulouse-Lautrec's *At the Moulin Rouge* (1890), Michel Larionov's *Red Rayonism* (1911), Banksy's *Girl with Balloon* (2002), Victor Jorgensen's *V-J Day in Times Square* (1945), William Turner's *Snow Storm* (1822), Pablo Picasso's *Guernica* (1937), Nirvana's *Nevermind* album cover (1991), still from Alfred Hitchcock's *The Birds* (1962) and still from Fritz Lang's *Metropolis* (1927).

Each group was given one of the works described, so that, depending on the characteristics of the image and what it conveyed to its members, they had to create a musical-sound interpretation using Soundpool.

3.3. Description of the creative process

The project was carried out in a collaborative way. Groups of 4-5 students were formed with their respective mobile devices and laptops (at least one for each group). A total of 16 teams were organised: 9 from the Primary Education Degree and 7 from the Dual Degree programme (Primary / Infant Education), making a total of 98 students. Each team was assigned an image and was asked to create a short sound piece linked to this image.

- They began by recording the first sounds. To do this, they left the classroom for 15 minutes and produced and recorded sounds with different sonorous bodies and instruments that they selected on the campus.
- Once recorded, they uploaded them to the application, from where they could control variables such as volume, loop, speed, or reverse playback.
- Subsequently, they mixed various sounds with the application's mixing table module.
- In order to listen to the sounds, they connected the speaker module.
- After practising and rehearsing the piece, it was ready for recording. For this, the recording module was needed.
- To do it in audiovisual format, they superimposed the previously given image with the audio.
- Afterwards, they presented the pieces in class and explained the decisions taken from the point of view of the relationship between image and sound, as well as the different phases of the creative and technological process.

The following image (Fig. 1) shows the main procedures on the Soundcool Visual Launcher.

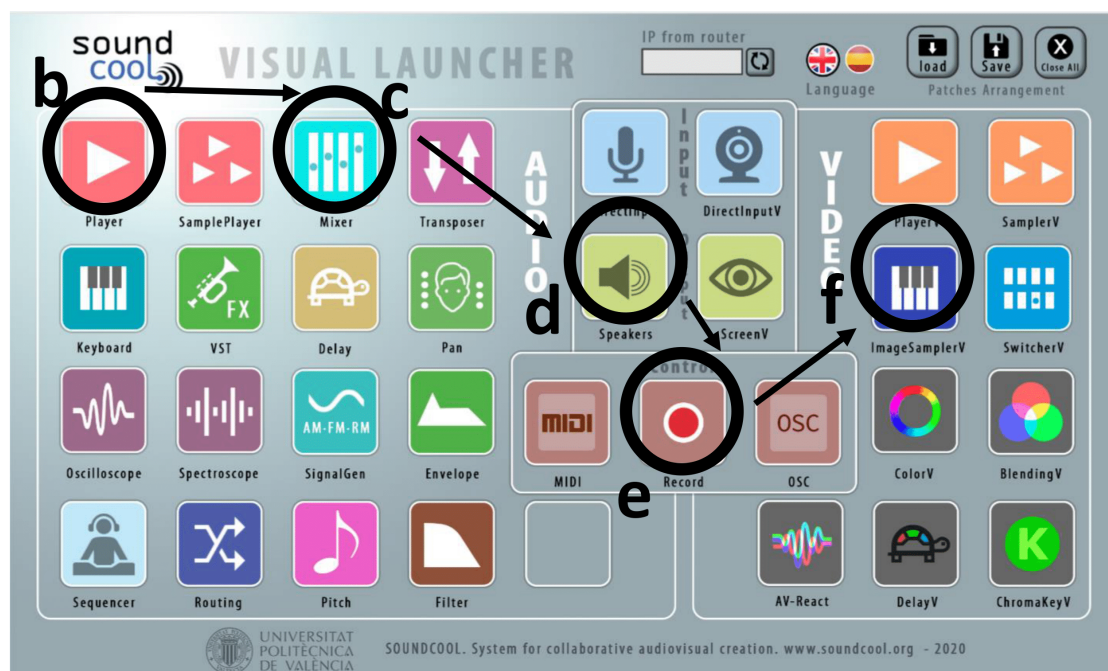


Figure 1. Summary of creative process using Soundcool.

4. RESULTS

The integration of sound and visual languages and the use of digital technologies based on the Soundcool programme was conceived as a creative and competence-training project for students of the Bachelor's Degree in Teaching. The creation of sound from images is an abstract and complex process that requires cultural references. This experience reflected favorable results from the instrumental point of view (the use of technology), creative, and the aesthetic articulation between sound and visual languages.

The phases of the creative process contributed to an understanding of sound in all its acoustic, aesthetic, and visual accompaniment dimensions; reading and interpreting images of aesthetic interest, knowledge of the Soundcool programme and its potential for putting artistic ideas into practice. The main difficulties consisted in the application of the recording and image and sound modules. As a prospective, it is recommended to carry

out several workshops for a better handling of the Soundcool modules and their application in new objectives such as putting sound to spaces, storytelling or other ideas that will continue to promote this initial experience.

The application of a questionnaire to evaluate the development of the activity revealed several issues of interest, for example, that 77% of the students had no previous experience in the use of digital applications for music creation. This is striking considering that digital natives use technologies on a regular basis although they predominantly use them for communication and entertainment, but, to a lesser extent, to create content related to their professional development.

5. CONCLUSIONS

Increasingly, the institutions that oversee the quality of education are recommending the integration of scientific and humanistic learning for the development of transversal competences in citizenship. In a context like the current one, an education that integrates different disciplines is essential for students to face the future with enough guarantees (Greca, 2018). Undoubtedly, the STEAM approach offers potential in that sense and favours the development not only of scientific and artistic knowledge but also holistic thinking, the acquisition of entrepreneurial strategies, critical sense, collaborative work, and creativity as keys to social development. At the school level, STEAM experiences are considered to “make children more active and capable of taking initiatives with their own knowledge” (Arostegui y Perales, 2021, p. 13). All this encourages the development of this type of experience in teacher training, being the integration of arts and technology a topic of great potential in education.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

This experience is part of the Teaching Innovation Project “Sound creation and transversal competences in teacher training: collaborative projects with Soundcool” of the University of Valladolid, Faculty of Education of Palencia. We would like to thank the composer Carolina Morales, from Musikene, for her collaboration in the Soundcool workshops.

This work is part of the R&D project PID2021-128645OB-I00 “Transversality, Creativity and Inclusion in School Music Projects: An Evaluative Research (TCIEM)”, financed by the Ministry of Science and Innovation of the Government of Spain (MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ and FEDER Una manera de hacer Europa).

7. REFERENCES

- Aróstegui, J. L. y Perales, F. J. ¿Puede ser STEAM un revulsivo para la enseñanza de las artes?. *Eufonia* 91 (abril), 2022, pp. 9-15.
- Chion, M.(2007). *La música en el cine*. Barcelona: Ed. Paidós Ibérica
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014). Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. En J. Cruz y M. Díaz (Coords.), *Investigar en psicodidáctica: una realidad en auge* (pp. 22-38).
- Fraile, T. (2007). El elemento musical en el cine. Un modelo de análisis. Metodologías de análisis del Film. En *Actas del I Congreso Internacional sobre análisis filmico* (pp.527-538). Madrid: Edipo. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5393346>
- Greca, I. (2018). La enseñanza STEAM en la educación primaria. En I.M. Greca y J.A. Meneses (Coords.), *Proyectos STEAM para la educación primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas* (pp. 19-39). Dextra Ediciones.
- Kedra, J. y Žakevičiūtė, R. (2019). Visual literacy practices in higher education: what, why and how? *Journal of Visual Literacy*, 38(1-2) 1-7. <https://doi.org/10.1080/1051144X.2019.1580438>
- Sastre, J. y Dannenberg, R. (2020). Soundcool: creación sonora y visual colaborativa. *Sonic Ideas (CMMAS)*, 12(22), 63-74 (español), pp. 75-86 (inglés).
- Serón, F. G y Murillo, V. (2020). Arte contemporáneo y STEAM en la formación de maestros de educación primaria: intersecciones arte y ciencia. *AusArt Journal for Research in Art*, 8(1), 65-76. <https://doi.org/10.1387/ausart.21462>
- Schaffer, R. M. (1998). *El nuevo paisaje sonoro : un manual para el maestro de música moderno*. Buenos Aires : Ricordi Americana.

BLOQUE 3

**La formación y el desarrollo profesional docente en el ámbito de la educación STEAM.
Teacher training and professional development in the field of STEAM education**

FORMACIÓN PERMANENTE DEL PROFESORADO STEAM QUE SE OFRECE DESDE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN ESPAÑA

A MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, A SANTAMARÍA-HERRERA

*Área de Didáctica de la Matemática. Departamento de Didácticas Específicas.
Facultad de Educación, Universidad de Burgos, España*

aliciamg@ubu.es

Abstract

La formación permanente del profesorado se sustenta por el Ministerio de Educación y Formación Profesional en colaboración entre las consejerías y departamentos de educación de cada comunidad autónoma, los centros educativos y los centros de formación de profesores, que se encargan de planificar e impartir la formación a los docentes. Dado que el enfoque educativo STEAM se integra en el planteamiento del nuevo currículo basado en competencias, se quiere saber si hay una fuerte apuesta por la formación del profesorado en esta línea. Se han recopilado y clasificado recursos STEAM de diferentes tipos de las instituciones educativas nacionales y autonómicas para garantizar la formación permanente del profesorado de Educación Primaria. Hay muchas iniciativas nacionales y regionales relacionadas con la formación de redes de profesorado, de alumnado, de recursos y cursos educativos (algunos abiertos y libres). Sin embargo, la oferta educativa publicada por las comunidades autónomas es muy desigual, estando muy centradas, mayoritariamente, en el desarrollo de la competencia digital relegando al resto de competencias. Destacan en positivo, por diferentes motivos, País Vasco, Madrid, Castilla y León y Aragón.

Keywords

Formación, Permanente, Profesorado, STEAM, Comunidades Autónomas.

1. INTRODUCCIÓN

La formación permanente del profesorado está formada por todas aquellas acciones formativas (cursos de contenidos o metodológicos, conferencias, jornadas, encuentros con otros docentes etc.), que buscan mejorar la preparación de los docentes en los ámbitos científico, técnico, didáctico y profesional.

Esta formación es, tal y como recoge el artículo 102 de la Orden EDU/2886/2011, un derecho y un deber profesional del profesorado de enseñanzas no universitarias y se basa en la labor del Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP), a través del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), quien establece cada año las líneas prioritarias en las que debe basarse la oferta formativa permanente del profesorado.

La Ley Orgánica 2/2006 y la Ley Orgánica 3/2020 (LOE y LOMLOE) fijan las directrices a las que deben acogerse los programas de formación permanente ofertados por las administraciones educativas, que deben poner a disposición de los docentes una oferta diversa de actividades y atender a sus necesidades formativas, estableciendo además otras líneas prioritarias de formación.

El Consejo de 22 de mayo de 2018 establece ocho competencias clave para el aprendizaje permanente de la UE (DOUE/04/06/2018), siendo una de ellas la (iii) “competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería”. Aunque todas son consideradas igualmente relevantes, los aprendizajes con carácter instrumental para la adquisición de otras competencias reciben trato especial (Ley Orgánica 3/2020).

De modo que, ya que el enfoque educativo STEAM se integra en el planteamiento del nuevo currículo basado en competencias, el objetivo de este estudio es analizar la magnitud de la apuesta por la formación del profesorado en esta línea con foco en la educación primaria.

2. METODOLOGÍA

La formación permanente del profesorado se realiza en colaboración entre las consejerías y departamentos de educación de cada comunidad autónoma, los centros educativos y los centros de formación de

profesores, que planifican e imparten la formación a los docentes. De este modo, el organismo estatal cede competencias a los autonómicos y cada región puede diseñar los planes de formación que mejor se adapten a sus necesidades.

El estudio se lleva a cabo desde un enfoque no experimental de tipo descriptivo- comparativo. Se han recopilado y clasificado recursos STEAM de diferentes tipos de las instituciones educativas nacionales y autonómicas para garantizar la formación permanente del profesorado. En ambos casos, el estudio se centra en el profesorado de Educación Primaria.

Los recursos STEAM de formación permanente para el profesorado analizados a nivel nacional son los ofertados o anunciados a través de los portales web oficiales del MEFP y del INTEF hasta el 30 de marzo de 2023.

Los recursos STEAM de formación permanente para el profesorado analizados a nivel regional son los ofertados o anunciados a través de los portales web oficiales las respectivas ciudades y Comunidades Autónomas hasta el 30 de marzo de 2023. La Tabla 1 recoge los distintos portales educativos de las CCAA que se han analizado.

3. RESULTADOS

3.1. Formación STEAM ofertada a nivel nacional a través de los portales web de educación

La web oficial del MEFP aporta una formación generalista sin encontrar énfasis en ningún contenido didáctico concreto para maestros. Por otro lado, el INTEF recoge en su web información sobre formación y colaboración, recursos educativos y tecnología educativa, dentro de los cuales existen charlas, jornadas y congresos, ninguna de ellos específicos de STEAM integrado. Igualmente, sucede con las 35 situaciones de aprendizaje y de los 257 itinerarios didácticos.

Por el contrario, sí que encontramos algunos vídeos, fotografías y recursos en línea relacionados con algunos ámbitos STEAM por separado. En el apartado de etiqueta: “STEAM” se difunde información relativa a la mayor feria de tecnología educativa internacional que está transformando la educación en 2023.

Tabla 1. Relación de las páginas web de las CCAA analizadas.

CCAA	Breve descripción
Andal.	https://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/
Aragón	https://educa.aragon.es/formacion-del-profesorado
Astur.	https://www.educastur.es/profesorado/formacion-e-innovacion
Balea.	https://ceppalma.caib.es/
Canar.	https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/personal/formacion/formacion_profesorado/
Canta.	https://www.cepdecantabria.es/
C. y León	https://www.educa.jcyl.es/profesorado/es/formacion-profesorado
C-La Manc.	http://centroformacionprofesorado.castillalamancha.es/
Catal.	https://xtec.gencat.cat/ca/formacio/
Valenc.	https://ceice.gva.es/es/web/formacion-profesorado/
Extre.	https://formacion.educarex.es/
Galicia	http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/15102
Madrid	https://innovacionyformacion.educa.madrid.org/
Murcia	http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3918&RASTRO=c798\$m&IDTIPO=100
Nava.	https://educages.navarra.es/Educa/cursos-formacion/es/#/public
P.V.	http://nagusia.berritzeguneak.net/es/
La Rio.	https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/actividades-formacion-crie/cursos
Ceuta Melilla	https://www.educacionyfp.gob.es/ca/contenidos/ba/ceuta-melilla/ceuta/formacion-profesorado/planes-formacion.html

3.2. Formación STEAM ofertada a nivel regional a través de los portales web de Educación de las CCAA

En las distintas comunidades autónomas existe una gran diversidad en cuanto a las actividades formativas en STEAM, relacionadas con la formación de redes de profesorado, de alumnado, de recursos educativos abiertos libres y de distintos cursos.

Cada CCAA presenta un número mayor o menor de actividades formativas o recursos relacionados con el desarrollo de las competencias clave, casi todas ellas centradas en la mejora de la competencia digital en detrimento del resto.

Algunas de las regiones que destacan por sus contenidos en ciencias y la oferta formativa en STEAM son las siguientes:

Castilla y León recoge gran cantidad de cursos presenciales de matemáticas en su web en comparación con otras CCAA aunque los materiales y recursos de éstos no son abiertos.

En Aragón encontramos un número elevado de cursos en formato abierto, especialmente en temas de programación y pensamiento computacional (8 cursos) y robótica (21).

En el País Vasco, la principal apuesta de la comunidad es en el aprendizaje STEAM justificando la necesidad de la incorporación de artes y humanidades a STEM para impulsar la educación y formación científico-técnica en todas las etapas educativas. Incorpora la complicidad de los agentes socioeconómicos para; inspirar vocaciones y aspiraciones profesionales en el ámbito STEM, con especial atención a las alumnas. Destaca por el apoyo al aprendizaje STEAM, especialmente con la creación del programa STEAM Sare, una prometedora red de colaboración entre empresas y colegios.

Por último, destaca la Comunidad de Madrid, con el proyecto “STEMadrid” que potencia el estudio de las competencias STEM en centros públicos, organizando competiciones STEM desde 5º de EP hasta 4º ESO basada en tareas gamificadas STEM. Además, existe la red de Centros “STEMadrid” con 3 proyectos en robótica y 1 de digitalización. La plataforma “STEMadridPlus” incorpora como novedad para el curso 2022-2023 contenidos relacionados con las áreas STEM, creando experiencias de aprendizaje a través de revistas científicas, libros de ciencia, ingeniería, matemáticas y tecnología con una sección para docentes, con más de 25.000 recursos en diversos formatos como eBook, audiolibros, videos y revistas.

4. CONCLUSIONES

El enfoque STEAM queda recogido en la “competencia clave iii” (DOUE/04/06/2018), ya que supone la integración interdisciplinaria de las matemáticas y ciencias en un contexto asociado a la ingeniería y la tecnología con el valor añadido de la relación con el arte. La formación en STEAM cobra especial relevancia, ya que los docentes en activo deben ser capaces de transmitir esta visión transversal de las ciencias a su alumnado. Sin embargo, la formación del profesorado de Educación Primaria recibida previa al ejercicio de su profesión es heterogénea, escasa en materias científicas y alejada de la visión integradora del STEAM. Sirva como ejemplo que de las 394 menciones ofertadas en el sistema educativo español para el Grado de maestro en Educación Primaria, sólo 9 están relacionadas con contenidos científicos (el 2%). (Nolla, 2021).

La escasa formación en materias científicas conlleva que un porcentaje significativo de futuros maestros se muestre más inseguro para enseñar, por ejemplo, matemáticas frente a otras disciplinas, (Alsina, 2019). Desgraciadamente, la actitud negativa del profesorado condiciona el proceso de enseñanza-aprendizaje y el rendimiento de los alumnos (Sánchez Mendías, J. et al., 2011).

El déficit de formación en materias científicas de la formación inicial de los docentes conlleva que los conocimientos de éstos en ámbitos integrados en torno al enfoque STEAM sea insuficiente. Por ello, la formación permanente debe cubrir la ausencia o escasez de formación previa de los maestros. Sin embargo, la formación permanente se encuentra desatendida por las administraciones educativas (García Jiménez J.E., 2019).

Los medios digitales suelen ser los más comunes para transmitir la formación al profesorado sirviéndose de las distintas páginas web de los departamentos de educación de las CCAA. Sin embargo, tal y como se recoge en dos estudios de en los últimos años, estos portales digitales no siempre resultan amigables para los docentes, siendo de navegabilidad complicada y conteniendo un número de recursos limitados. Este hecho quedó patente durante la reciente pandemia, cuando las herramientas digitales se volvieron imprescindibles

y la mayoría de las webs educativas institucionales de nuestro país no se mostraron preparadas (Martínez-González, A. 2017 y Martínez-González, A. 2020).

Las administraciones educativas han realizado un esfuerzo para mejorar la formación permanente del profesorado en diferentes campos, como en el uso del enfoque STEAM. Se está fomentando la creación y uso de redes locales, regionales, estatales, europeas etc de profesorado, de alumnado, de centros etc. Existe una apuesta por la creación de cursos de formación online y presenciales, aunque la mayoría de ellos están más enfocados a la competencia digital o tecnológica y por tanto a menudo no se trata STEAM de una forma integrada. Se observa una tendencia por la creación de recursos en abierto y libres. En cualquier caso, la oferta de formación permanente STEAM es muy heterogénea dentro de cada administración. Destacan en positivo especialmente las CCAA de País Vasco, Madrid, Castilla y León y Aragón.

5. REFERENCIAS

- Alsina, Á. y López Serentill, P. (2019) ¿Qué piensan los futuros maestros sobre la disposición y la seguridad para enseñar Matemáticas? Algunas propuestas para la formación inicial. *Revista electrónica de Investigación Educativa* 21, 1- 11. <https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e21.1867>
- DOUE/04/06/2018 Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente de la Unión Europea (DOUE núm. 189, de 22 de mayo de 2018). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=ES)
- García Jiménez, J.E. (2019) La formación permanente del profesorado de matemáticas en primaria: una necesidad ignorada. *Uno: revista de didáctica de las matemáticas* n. 83 42-46.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE núm 106, de 4 de mayo de 2006). <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2>
- Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE núm 340, de 30 de diciembre de 2020). <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Martínez-González, A (2017) Análisis de los portales web de Educación de las Comunidades Autónomas Españolas: ¿Son apropiados los contenidos matemáticos que proporcionan? VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Editado por Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas Jaén, 27-37. ISBN 978-84-945722-3. <http://funes.uniandes.edu.co/20748/1/Martinez2017Análisis.pdf>
- Martínez-González, A (2020) Los portales Web de Educación de las Comunidades Autónomas no estaban preparados para la pandemia Educación. *Innovación y TIC, EDUNOVATIC 2020* pag 1459-1460 ISBN 978-84-09-22967-3. www.edunovatic.org/wpcontent/uploads/2021/02/EDUNOVATIC20.pdf
- Nolla, A. Muñoz, R. Cerisola, A. y Fernández, B. (2021) La formación inicial de los maestros en matemáticas y su didáctica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 96, (35.1)185-208. <https://doi.org/10.47553/rifop.v96i35.1.85882>
- Orden EDU/2886/2011, de 20 de octubre por la que se regula la convocatoria, reconocimiento, certificación y registro de las actividades de formación permanente del profesorado (BOE núm. 260, de 28 de octubre de 2011). <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-16923>
- Sánchez Mendías, J. Segovia Alex, I. Miñán Espigares, A. (2011). Exploración de la ansiedad hacia las matemáticas en los futuros maestros de Educación Primaria. *Profesorado* Vol. 15(3): 297-312. <http://hdl.handle.net/10481/23160>

EL PAPEL DE LAS CIENCIAS EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL. BÚSQUEDA DE RESPUESTAS, ANÁLISIS Y CONCIENCIACIÓN EFECTIVA

A GODED MERINO¹, S GONZÁLEZ PÉREZ^{1,2}, A EFF-DARWICH PEÑA^{1,2,3}

¹*Facultad de Educación, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
Universidad de La Laguna, Tenerife (España).*

²*Instituto Astrofísico de Canarias, Tenerife (España)*

³*Instituto Volcanológico de Canarias, Tenerife (España)*

alejandra.goded@gmail.com

Abstract

Cuando se habla de STEM en el contexto ambiental y específicamente el del calentamiento global, se le asigna el papel de investigar e informar sobre las causas y consecuencias del cambio climático. Sin embargo, la ciencia y la tecnología tienen mucho que aportar más allá del análisis de los datos objetivos sobre el estado y el pronóstico del clima, sobre todo en el ámbito de la educación. Puede, por ejemplo, estudiar las posibles medidas para frenar las emisiones de efecto invernadero y evaluar y comparar su impacto positivo. También puede buscar respuestas a la cuestión de qué enfoque elegir para hablar de desarrollo sostenible, pues las emociones que este tipo de información provoca en quien la recibe pueden provocar reacciones muy diversas que es conveniente conocer a fin de encontrar el enfoque más efectivo para lograr un cambio de conciencia que, unido a una reflexión crítica, motive al alumnado a movilizarse activamente hacia las soluciones. En este trabajo se presentan tres actividades contenidas en un taller de educación ambiental que puede adaptarse a docentes de todas las etapas educativas y que llevamos realizando desde 2019 con buenos resultados.

Keywords

Desarrollo sostenible, Conciencia numérica, Emociones, Calentamiento global, Pensamiento crítico

1. INTRODUCCIÓN

La actual crisis ecológica provocada por el ser humano es un problema en el que la educación se ve como una herramienta transformadora con la que fomentar una concienciación que promueva el cambio a partir del análisis crítico y del desarrollo de valores, actitudes y competencias que conduzcan a una actitud responsable (González Gaudiano, 2003). Las múltiples dimensiones del problema (social, natural, económica y cultural) requieren un enfoque transdisciplinario equilibrado (Martínez, 2007) que integre a la ciencia.

En los libros de texto encontramos pocas actividades que relacionen la educación ambiental con las disciplinas STEM y estas a menudo dejan a la ciencia el papel de analizar el problema de forma objetiva, pero no en el análisis crítico ni en la búsqueda de soluciones (Ferrada, 2021). Además, a la ciencia se le atribuye un protagonismo único en la crisis ambiental: por un lado, se la señala como una de las principales causantes, por el desarrollo tecnológico e industrial y por su enfoque materialista que pone a la Naturaleza como fuente de recursos. Por otro, tiene el papel de informante que señala el problema y predice su evolución. Pero la ciencia también puede ser capital para dar respuesta; el desarrollo de alternativas sostenibles, la evaluación del impacto de las medidas que pueden tomarse y, también, la búsqueda de enfoques efectivos para la educación ambiental.

Esta capacidad de la ciencia de proponer soluciones se ignora con mucha frecuencia. En el caso del calentamiento global, encontramos que los libros de texto omiten las recomendaciones que la literatura científica considera de mayor impacto (Wynes y Nicholas, 2017).

Por eso surge la necesidad de aportar datos rigurosos, confiables y sencillos, basados en datos científicos y, al mismo tiempo, encontrar una forma efectiva de transmitirlos y lograr una concienciación activa, para la que las emociones como el miedo han demostrado ser contraproducentes (Hulme, 2007).

2. CONTEXTO

Las actividades propuestas en este trabajo forman parte de la programación de dos cursos dirigidos a docentes llamados *Environmental education* y *STEM approaches for Primary School*. Las formaciones se han llevado a cabo con profesorado de distintas etapas educativas de la educación formal y no formal de varios países europeos beneficiarios de los programas de movilidad Erasmus+ en el contexto de acciones clave KA1.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal es inspirar y formar al profesorado para que lleven a cabo situaciones de aprendizaje que sean efectivas, es decir, actividades que logren:

- Estimular valores ambientales y la adquisición de conciencia sobre la problemática medioambiental y la necesidad de la participación e implicación de todos los actores para lograr los cambios precisos en la conducta personal y en las relaciones.
- Fomentar el emprendimiento de acciones, individuales o colectivas, dirigidas hacia conductas más sustentables o hacia la participación activa como miembros de la sociedad.
- Favorecer el conocimiento de las acciones que están al alcance y el impacto positivo en cuanto a prevención y solución de los problemas medioambientales de cada una.
- Facilitar la comprensión de los actores que participan en el sistema económico y social, sus interdependencias, su capacidad de influencia y su nivel de responsabilidad ambiental. Situarse dentro de este sistema potenciando la responsabilidad compartida.

4. METODOLOGÍA

Las actividades planteadas siguen los enfoques para la educación ambiental propuestos por Sauvé (2004).

- Enfoque experiencial. Permitiendo a los docentes experimentar los enfoques y estrategias y relacionarlos con su propia realidad educativa cotidiana.
- Enfoque crítico. Identificar las carencias y las incoherencias en las realidades sociales, ambientales y educativas. Propiciar que cada docente examine críticamente sus propias prácticas pedagógicas y conductas ambientales.
- Enfoque práxico. que asocie la reflexión a la acción. Ofreciendo a los participantes la oportunidad de reflexionar sobre las emociones y reflexiones que son más efectivas a la hora de conducir a la acción.
- Enfoque interdisciplinario, en el que vinculamos los datos numéricos científicos con las relaciones sociales para obtener una comprensión del problema en su complejidad.
- Enfoque colaborativo y participativo. Proponiendo actividades en grupo para construir a partir de los conocimientos de todos, reflexionar en común, compartir ideas y experiencias y crear nuevos materiales.

Así, la actividad del impacto de las acciones individuales parte de los conocimientos e ideas previas de los participantes, que deben compartir y utilizar para ordenar una lista de elementos antes de conocer los datos científicos. En la siguiente actividad se les pide representar los datos obtenidos de forma creativa haciendo uso de materiales manipulativos que obligan a los participantes a pensar, contar y sentir los datos que se les dan. De esta forma se busca lograr un aprendizaje significativo y duradero.

Para todas las actividades se han elegido materiales reutilizados, naturales o reciclados. Entre los ejercicios se han incluido algunos planteados con enfoque positivo, en consonancia con la idea propuesta de que los positivos tienen una mayor efectividad.

Para el debate sobre la responsabilidad individual se entrega a cada grupo un documento con datos objetivos y otro con opiniones. La lectura y reflexión se hace primero individualmente, después en grupos de 2 y por último en grupos de 4 que deben consensuar una visión del problema. Así se favorece la reflexión individual y la participación de todos los miembros del grupo.

Al finalizar las actividades, se dio un tiempo para comentar y debatir también las metodologías elegidas, su motivación y utilidad y cómo adaptarlas a otros contextos.

5. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

A lo largo de las sesiones de la formación se realizaron tres actividades principales.

5.1. El impacto de las acciones individuales

Los participantes divididos en grupos reciben una hoja de ejercicio y unas tarjetas con los nombres de unos ítems que deben ordenar, de mayor a menor, en función del impacto que tienen en el calentamiento global. Los ejercicios propuestos están recogidos en la Tabla 1. Cuando han consensuado un orden basándose en sus conocimientos e ideas previas, se les entrega una tabla con datos científicos extraídos del metaanálisis de Poore y Nemececk (2018).

Tabla 1. Ejercicios propuestos para ordenar acciones y productos por impacto.

Título	Ítems	Parámetro a ordenar
Alimentos 1	Vacuno, queso, chocolate, café, cordero, frutos secos, guisantes, cerdo y pollo, hortalizas, azúcar.	Emisiones de CO ₂ equivalente por cada kilogramo de producto
Alimentos 2	Guisantes, frutos secos, tofu, huevos, pollo, pescado (piscifactoría), cerdo, queso, cordero, vacuno.	Emisiones de CO ₂ equivalente por cada 100gr de proteína
Actividades del sistema alimentario	Desperdicio, cocinado, transporte, abastecimiento (excepto el transporte), producción, uso de la tierra	Contribución a las emisiones de CO ₂ equivalente de un alimento promedio
Acciones individuales	Usar bolsas reutilizables, plantar un árbol, comer productos locales, ahorrar energía, reciclar, no tirar comida, evitar un vuelo continental, comprar energía verde, pasarse al coche eléctrico, tomar una dieta vegana, vivir sin coche, evitar un vuelo transoceánico, tener un hijo menos, unirse a una organización ecologista	Impacto positivo en la reducción de las emisiones de CO ₂ equivalente

Por último, se les pide que representen de forma creativa los datos numéricos aportados (toneladas de CO₂ emitidas o evitadas). Para ello se les indica que pueden utilizar los materiales propuestos u otros, pero no pueden hacer uso de instrumentos de medida ni dibujar una gráfica. Para ello se aportan los siguientes materiales como provocación: judías y garbanzos, rollos de cartón, cintas de tela de colores, lana, tapones de botellas, bloques de construcción, revistas, palos, piedras, periódicos y papeles de colores, además de otros objetos que tengan a su alcance. En las fotos verse algunas de las ideas presentadas por los grupos (Fig. 1).

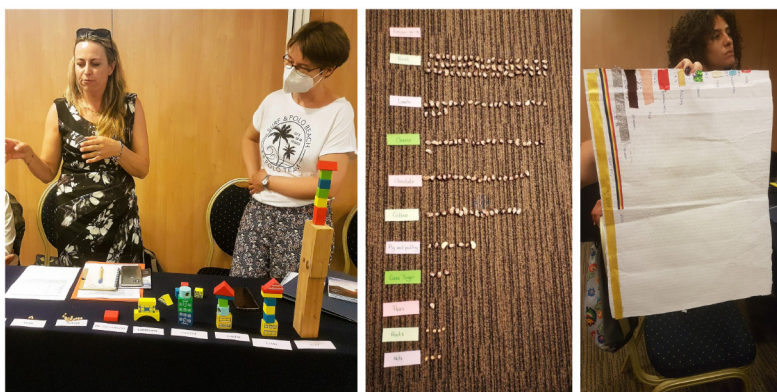


Figura 1. Ejemplos presentados para el ejercicio “Alimentos 1” utilizando a) bloques de madera b) legumbres y c) cintas de tela. El valor que destaca es el del impacto de la carne de vacuno.

5.2. El papel de las emociones en la educación ambiental

Para comenzar, buscamos propiciar la conexión con las emociones propias de cada individuo; colocamos en las paredes del aula unos carteles con artículos que alertan sobre diversos problemas medioambientales y pedimos a los participantes que paseen por la clase leyéndolos y fijándose en lo que sienten.

Después hacemos una puesta en común y escribimos las emociones en una pizarra o papel, que analizamos reflexionando sobre sus efectos. Marcamos con rojo o verde las emociones según conduzcan a una conducta activa o pasiva. Comprobamos así que las emociones negativas llevan en general a actitudes pasivas, a excepción de la ira, activa, y del miedo, que merece una reflexión aparte, pues puede ser activo o pasivo según la magnitud del peligro y las probabilidades de éxito de un enfrentamiento. En el caso de la emergencia climática, estamos ante una emoción pasiva, como se ha demostrado (Hulme 2007)

Debemos, pues, buscar emociones positivas que conduzcan a conductas activas. Entonces, para cada elemento de la lista, los participantes sugieren emociones positivas y las ponen en el contexto de la educación ambiental, por ejemplo: amor por la naturaleza, orgullo por los logros conseguidos, alegría al compartir una acción ambiental con amigos, esperanza, etc.

Por último, los participantes eligen uno de los artículos del comienzo y diseñan una actividad para su alumnado que transmita la misma información provocando emociones positivas.

5.3. ¿Quién tiene la responsabilidad?

En la bibliografía encontramos multitud de recomendaciones basadas en acciones individuales. (Wynes y Nicholas, 2017) Mientras que la responsabilidad de los actores políticos y económicos se considera una cuestión aparte en la que los individuos tienen poca capacidad de influencia. Pero sin duda estos actores tienen una capacidad de transformación mucho mayor. Entonces, ¿tienen sentido las acciones individuales sabiendo que su impacto es reducido? ¿Debemos continuar haciendo recomendaciones basadas en ellas?

Para propiciar el debate y la reflexión se entregan dos documentos a cada persona: el primero consiste en unos datos científicos representados en una gráfica (extraída de *Our world in data*) que muestra el porcentaje de las emisiones correspondientes a cada tipo de acción humana. El segundo son una serie de frases que muestran distintas opiniones en torno a la responsabilidad de los distintos actores sociales frente al problema del cambio climático. Los participantes deben leer esta información y después debatir y consensuar una visión sobre el tema y realizar un *collage* que muestre su complejidad. (Fig. 2)

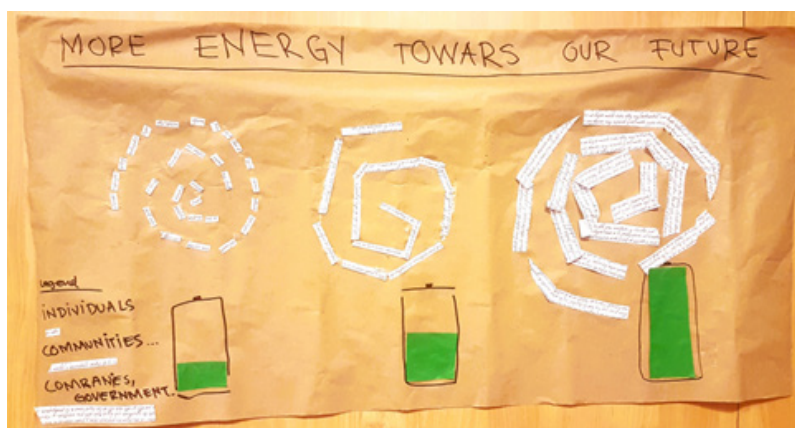


Figura 2. Ejemplo de collage presentado en torno al tema “¿quién tiene la responsabilidad sobre el cambio climático?”

Tras la presentación de todas las creaciones, se introduce, si no ha aparecido ya, la idea de los pequeños colectivos, actores que estarían en un escalón intermedio entre las grandes entidades y los individuos y con más capacidad de impacto que estos últimos. Los centros educativos pueden entrar en esta categoría.

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Al finalizar la actividad se pasó un cuestionario a los participantes. El cuestionario fue respondido por 122 participantes. La mayoría de ellos indicaron que estaban muy satisfechos (73%) o bastante satisfechos (19%) con la formación recibida. Además, muchos de los docentes participantes utilizarán lo aprendido en sus propias clases, pues en la encuesta se mostraron de acuerdo (28%) o muy de acuerdo (51%) con esta afirmación.

La actividad en la que percibimos un mayor impacto fue la de las emociones. También es la que más debate suscita, por ser considerada una visión ingenua. Sin embargo, todas las personas incluso las más escépticas la asimilan después de ver ejemplos concretos, como lo demuestran las situaciones de aprendizaje que proponen en el ejercicio final.

7. REFERENCIAS

- Ferrada Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., y Carrillo-Rosúa, J. (2021) Integración de las actividades STEM en libros de texto. *Fuentes*, 23(1), 91-107. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.8878>
- Foladori, G. y González Gaudiano, E. (2003). En pos de la historia en educación ambiental. *Tópicos de Educación ambiental*, 3(8), 28-43
- Hulme, M. (2007). Newspaper scare headlines can be counter-productive. *Nature*, 445, 818
- Martínez, R. (2007). Aspectos políticos de la educación ambiental. *Actualidades Investigativas en Educación (INIE)*, Vol. 7(3), 1-25.
- Poore, J. y Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992
- Sauvé, L. (2004). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. *Reflexiones sobre educación ambiental II: artículos publicados en la carpeta informativa del CENEAM*, 219 - 232.
- Wynes, S. y Nicholas, K. (2017) The climate mitigation gap: education and government recommendations miss the most effective individual actions. *Environ. Res. Lett.* 12 074024 <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7541>

ECONOMÍA CIRCULAR CON ÓPTICA STEAM PARA LA FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO NO UNIVERSITARIO EN CASTILLA Y LEÓN

A HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ

Consejería de Educación Junta de Castilla y León. IES Ezequiel González, Segovia, España

ahernandez@educa.jcyl.es

Abstract

Este estudio valora la contribución a la competencia docente STEAM de una actuación general de formación continua del profesorado de niveles no universitarios en Castilla y León. Mediante la aplicación TEAMS durante el curso 2020-2021, se investigó si dicha intervención convocada por un Centro de Formación del Profesorado e Innovación Educativa (CFIE) incrementó esas posibilidades de transferencia al aula en profesionales no ligados directamente al área STEAM. Dentro de un paradigma cualitativo, se comparte el proceso de investigación etnográfica digital, donde los resultados muestran una mejora de la autopercepción competencial y autoeficacia, tanto en didáctica específica como STEAM.

Keywords

Etnografía, Formación continua profesorado, autoeficacia, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

Desde un punto de vista didáctico, el conocimiento STEAM, más allá de conectar con la realidad social, aún ofrece posicionamientos divergentes en la Escuela (Perignat y Katz-Buonincontro, 2019). Apareciendo sesgos entre el profesorado en activo de determinadas áreas de conocimiento o etapas educativas sobre el pasado, presente y futuro, de competencias, conocimientos y procedimientos ligados con las ciencias, la tecnología, el arte o las matemáticas y cómo incorporar éstas a su trabajo de aula.

En paralelo, el profesorado en activo, en el 2020 se vio inmerso en la precipitación del uso tecnológico en sus praxis profesionales derivado de la pandemia COVID-19. Así, de un día para otro, debió saber imbricar sus clases con metodologías que propician la participación, interacción y comunicación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por pantallas tecnológicas, cuando ellos mismos, lo desconocían o no lo habían encontrado útil en su salón de clase tradicional.

Dentro de este entorno líquido y cambiante para el ejercicio de la docencia y el proceso de formación de la ciudadanía en el siglo XXI, la administración educativa tuvo que facilitar a sus docentes herramientas para que educaran y eduquen en estos contextos, ligados con el componente STEAM, desde todas las áreas de conocimiento que conviven en la educación.

Esto implica ofrecer formación continua también en aquellas metodologías y herramientas didácticas, que de modo más eficaz contribuyan al desarrollo ubicuo y diacrónico de la competencia digital, social y cívica del alumnado y potencien la adquisición de capacidades para el ejercicio de una ciudadanía transformadora de lo social.

Se requieren docentes digitalmente competentes, puesto que las TIC, y en especial el efecto STEAM, genera amplias posibilidades para la superación del modelo educativo tradicional caracterizado por los contenidos y su memorización, pasando a un modelo abierto, creativo, diseñador, emprendedor y transformador de la sociedad desde la técnica.

Para favorecer la memoria permanente, el abordaje de temáticas controvertidas en el aula y el desarrollo de competencias interconectadas se logran con mayor implicación emocional. Así el aprendiz, en este caso el docente en formación continua, quizás también incrementa el ejercicio democrático de la palabra, un comportamiento responsable con el medio, la crítica como revulsivo para el diálogo, el cambio y el consenso para lograr mejoras, en canales, medios y escenarios mediados por desarrollos STEAM (García-García et al., 2019).

El docente transferirá también una actitud comprometida y normalizada del desarrollo de competencias STEAM entre sus discípulos (Delgado-Algarra y Estepa, 2016). De tal modo que el diseño de procesos, sistemas, optimizaciones, modelos tecnológicos, matemáticos o artísticos no sea patrimonio de un área, sino competencia globalizadora en la resolución de problemas latentes (López y Santidrián, 2011; Santisteban, 2019). Contribuyendo a un debate democrático, que apoye el desarrollo competencial global o ayude al alumnado a defender otros modos de construir el mundo haciendo uso de evidencias hipertextuales para trabajar el tiempo, el espacio, la sociedad o la misma tecnología

Para ello, es necesario reorientar las propuestas de contenidos y procedimientos de la formación continua, en y para el puesto de trabajo, en los docentes no universitarios. Se necesita garantizar el rigor científico, para incrementar la eficacia de un proceso formativo de la formación continua, y sopesar su impacto en la transferencia al alumnado. Así mismo, formar en investigación educativa al profesorado en activo puede ser una gran ayuda para validar y triangular cómo se está formando a este colectivo (Herro y Quigley, 2017).

Un espacio privilegiado para esta acción se encuentra en los canales formativos que, tanto en el ámbito estatal como en el ámbito de las administraciones educativas autonómicas, ofrecen a sus recursos humanos. En Castilla y León, son los Centros de Formación del Profesorado e Innovación Educativa (CFIES), los encargados de mediar esta actualización profesional, tanto en áreas de conocimientos concretos como en metodologías didácticas y didácticas específicas.

Pese a sus notables posibilidades de indagación para la mejora educativa, no se fomenta en exceso la investigación por agentes externos a la misma entidad, por lo tanto, esta comunicación aportaría a este ámbito formativo. De modo que, con la investigación educativa, aun partiendo de un proceso inicial didáctico, se tenga en cuenta la faceta curricular, el diseño de situaciones de aprendizaje, los problemas de la práctica docente y termine en la transformación de las prácticas educativas para crear entornos flexibles y enriquecedores social, técnica y educativamente (Cabero y Martínez, 2019).

Siguiendo esas premisas, se ha desarrollado esta investigación en torno al potencial educativo de la oferta de actuaciones formativas desde un CFIE provincial, en este caso en Segovia, pero abierta a todo el profesorado de Castilla y León gracias a las TIC. Sea cual sea su lugar de residencia o la etapa educativa en la que trabaje o el área de conocimiento que imparta, pueda participar en la experiencia.

En este caso, se han localizado y evaluado un eje vertebrador del contenido incluyente a todos los convocados, la economía circular, y rompiendo fronteras físicas, unimos en un contexto abierto y digital, como canal preferente de comunicación de recursos educativos. Finalmente, se solicitó una evidencia de su evolución formativa, un producto diseñando una intervención en el aula que incluyera cualquier aportación del área STEAM, que transforme y mejore el planeta.

El objetivo general de esta investigación cualitativa versó en valorar la evolución de la competencia didáctica de este profesorado, desde el momento previo a la intervención formativa a un momento posterior, plasmada en la elaboración de propuestas didácticas utilizando temas controvertidos en materia de economía circular con una óptica STEAM con el apoyo de recursos digitales, entre otros, los empleados a lo largo de las actuaciones formativa por los ponentes.

A partir de lo cual, se formulan los siguientes objetivos específicos: 1) Conocer los conocimientos, procedimientos y expectativas del profesorado sobre la economía circular, la metodología docente empleada y su relación con el ámbito STEAM; 2) Evaluar el nivel de adecuación del diseño didáctico y el tratamiento TIC de dichas propuestas; y 3) Indagar en la autopercepción de autoeficacia del profesorado sobre el cambio de su capacidad para tratar temas controvertidos de su área de conocimiento en sus clases con una óptica STEAM.

2. MÉTODO

Dentro de un paradigma cualitativo de investigación y con una motivación émica de la investigadora principal, parte este acercamiento a la indagación sobre la formación continua del profesorado en activo en un CFIE, mediada por tecnología on-line para promover cambios de percepción y mejoras de diseños curriculares incluyendo objetivos y herramientas didácticas de sostenibilidad y desarrollo STEAM.

2.1. Diseño

Esta investigación cualitativa (Fig. 1), con toma de datos pre y post sin intervención de grupo de control, incluye entrevistas a la asesora de formación del CFIE, encuestas de satisfacción de los participantes, el

número de los mismos que certifican y principalmente, la observación participante etnográfica on-line, por parte de la investigadora principal, mediada por la asesora, portera de entrada en el contexto de investigación para finalizar, con el análisis de contenido de los diseños de propuestas didácticas elaborados por los docentes.

Con técnicas e instrumentos cualitativos en el grupo etnográfico, la investigadora registró información de los sujetos participantes para valorar si se experimenta un incremento en autopercepción de mejora de su competencia docente mediada por canales STEAM y de la autoeficacia mediada por tecnología educativa.



Figura 1. Síntesis de la investigación cualitativa.

2.2. Participantes

Los participantes informantes en la intervención educativa son 14 profesores en activo dentro de una inscripción libre a una formación continua del profesorado on-line de un CFIE de Castilla y León (Fig. 2). El curso 'Economía circular: territorio, tecnología y medio ambiente', incluiría como trabajo final el diseño de una transferencia al aula con empleo de algún área STEAM.

De ellos, 13 presentaron sus evidencias didácticas, que tras ser evaluadas por la asesora del CFIE, les permitió lograr su certificación como mérito profesional, y a la vez fueron base de análisis de contenido cualitativo para la investigadora principal como fundamento de medición de su inclusión de la óptica STEAM y la implementación didáctica TIC tras la formación.



Figura 2. Participantes docentes no STEAM.

2.3. Procedimiento, variables, instrumentos y análisis de datos

La investigación se diseñó con la siguiente secuenciación: un momento previo de evaluación individual con un formulario FORMS midiendo motivación, conocimientos previos de contenidos teóricos y de habilidades TIC.

Un segundo momento, con una intervención de la investigadora mediante TEAMS, con el uso de metodologías activas-participativas de desarrollo e interacción mediadas por TIC (Gennial.ly, Mentimeter, ludificación, propuestas ligadas a expresiones artísticas, evaluación de conocimientos on-line, experiencias audiovisuales de historias de vida, discusiones en grupo, ...); un tercer momento, con una ponencia magistral de un profesor universitario unidireccional, continuando con una tercera sesión de intervención grupal on-line, de nuevo con metodologías activas; un cuarto momento, una sesión de evaluación de la formación grupal conjunta.

Igualmente, se realizó una entrevista no dirigida con la asesora, un análisis de los cuestionarios de evaluación oficial del CFIE de la actividad formativa, el envío de un formulario individual post y para finalizar, un último momento, el análisis de contenido del producto final elaborado por cada participante del curso.

3. RESULTADOS

El análisis de contenido, indica que los ejes temáticos más utilizados se han centrado en el materias manidas, sin ahondar más en la idea clave de residuos cero. El empleo de aspectos artísticos se limita a la estética de los materiales propuestos y no en la generación del alumnado de evidencias disruptivas y creativas. Las propuestas STEAM están ligadas a la imitación, pero no versan sobre prototipos o ideación de soluciones novedosas. El cálculo matemático y el análisis estadístico sí está presente en dos casos de las propuestas de los profesionales de la economía. En cuanto al canal o medio de intervención en sus aulas es siempre sincrónico, no diacrónico, basados en la presencialidad. Las aplicaciones multimedia de las evidencias, solo en 3 casos una hipermedia, el resto se centró en herramientas conocidas: presentaciones lineales o estáticas como procesadores de texto. Solo una persona utilizó la herramienta FORM y nadie Mentimetre.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aproximación STEAM a la docencia ofrece interesantes posibilidades para la coordinación, la creación de equipos docentes, liderazgo educativo, optimización de procesos y emprendimiento innovador que cuestione modelos educativos imperantes ineficientes para lograr los resultados de aprendizaje perseguidos en el siglo XXI. Igualmente, la economía circular puede ser una apuesta inclusiva para diversas áreas de conocimiento dentro de un proceso de enseñanza-aprendizaje competencial. Una formación continua armoniosa de conocimiento, habilidades y valores podría colaborar en la mejora de la preparación del alumnado de etapas inferiores a la universidad a afrontar los actuales retos sociales y ambientales de sostenibilidad mediante el saber STEAM.

La formación financiada por recursos públicos tiene que apostar por la eficiencia, equidad e igualmente, la investigación e innovación, que faciliten a sus recursos humanos incrementar, tanto su capital humano como dotar de sinergias, para que nuevos conocimientos, técnicas y posibilidades de cambio lleguen también al alumnado.

La competencia STEAM fue empleada mayoritariamente por el profesorado del área de economía. Los resultados muestran una valoración positiva de los procesos de desarrollo profesional vividos, los materiales y el canal empleado, así como una autopercepción positiva del impacto en sus capacidades docentes tras el curso. Sin embargo, la transformación mostrada por sus evidencias de diseño fue moderada. Se incide en el incremento del aprendizaje docente por investigación en cursos de desarrollo profesional. Igualmente, sería necesario potenciar la investigación-acción para ahondar en el carácter transformativo de la formación continua en hábitos y competencias comunes como el área STEAM.

Este tipo de investigaciones cualitativas educativas son relevantes para el área STEAM y viceversa. Buscar caminos y fórmulas que ayuden a localizar nuevas pistas de trabajo en el aula, como demanda tanto la realidad social como la normativa educativa son claves: caminos colaborativos, entre etapas educativas, transformadores, sostenibles en pro del desarrollo integral de personas y sociedades.

5. REFERENCIAS

- Cabero J., y Martínez A. (2019). Las TIC y la formación inicial de los docentes. Modelos y competencias digitales. *Profesorado*, 23(3), 247-268. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9421>
- Delgado-Algarra, E. J., y Estepa, J. (2016). Ciudadanía y memoria histórica en la enseñanza de la historia: análisis de la metodología didáctica en un estudio de caso en ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 521-534. <https://doi.org/10.6018/rie.34.2.224891>
- García-García, F. J., Quesada-Armenteros, A., Gallego, A. M. A., y Ariza, M. R. (2019). Promover la indagación en matemáticas y ciencias: desarrollo profesional docente en primaria y secundaria. *Educación XXI*, 22(2), 335-359.
- Herro, D., y Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.12055>
- López, R., y Santidrián, V. M. (2011). Los «conflictos sociales candentes» en el aula. *Íber Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 69, 8-20.
- Perignat, E., y Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Santisteban, A. (2019). La enseñanza de las Ciencias Sociales a partir de problemas sociales o temas controvertidos: estado de la cuestión y resultados de una investigación. *El Futuro del Pasado: revista electrónica de historia*. 10, 57-79. <https://doi.org/10.14516/fdp.2019.010.001.002>

RECURSOS DE ÁMBITO INTERNACIONAL PARA EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y QUÍMICA EN SECUNDARIA

D AGUIRRE MOLINA

Colegio Pedro Poveda, Jaén, España

d.aguirre3@gmail.com

Abstract

El presente trabajo presenta una relación de recursos útiles para el profesorado de Física y Química (o Ciencias en general). Los recursos se clasifican en tres grupos. Para usar en el aula, relacionados con el uso de las TICs y un tercer grupo para aprender y colaborar con otros. Esta relación es fruto de varios años de experiencia directa en la docencia y la mayoría de ellos han sido experimentados en el aula o en el profesorado. En el primer grupo se detallan interesantes enlaces con experimentos, revistas de interés para el docente, eventos para participar con el alumnado y algunos ejemplos de ciencia ciudadana. Aunque la tecnología ya es algo ubicuo, dentro de esta clasificación se detallan las simulaciones, los laboratorios remotos, algunas apps interesantes y herramientas relacionadas con la programación y la robótica. Y la última parte, quizás la más interesante para el crecimiento profesional del docente, desarrolla los recursos para seguir aprendiendo y colaborando. Desde cursos de formación hasta la participación en iniciativas lideradas por el CERN o por la ESA (Agencia Espacial Europea). Y si de colaborar se trata, no se puede dejar de lado ni las sociedades científicas ni por supuesto la red de Scientix.

Keywords

Recursos profesorado, física y química, Scientix entornos de aprendizaje

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de recursos, a menudo se piensa en que son algo fácil de localizar con una simple búsqueda en la red. Pero lo cierto es que en algunos casos es complicado encontrar lo que se necesita. No es simplemente descubrir una secuencia de aprendizaje concreta, a veces lo que se necesita es una herramienta o, en otros casos, consultar una duda y muchas veces experimentar o conocer a fondo algún tema nuevo o del que se necesita mayor formación. Por eso, los recursos que aquí se ofrecen, aunque, como es lógico, pueden accederse a través de Internet, no son simplemente una relación de webs o de repositorios educativos. Son el resultado de varios años de experiencia docente donde se ha intentado ir mejorando la práctica curso tras curso. Algunos, la primera parte, son enlaces a revistas, artículos y proyectos interesantes para aprender más o incluso para su uso directo en el aula.

La segunda parte es una mención rápida a recursos que pueden usarse en el aula y que permiten, con el apoyo de la tecnología, mejorar el proceso de aprendizaje.

Finalmente, la tercera parte es quizás la más interesante: no son recursos en sí mismos. Más bien son contactos, conexiones, redes, entidades que permiten la colaboración entre docentes y que ofrecen interesantes propuestas de desarrollo profesional, muchas de ellas a nivel internacional.

En definitiva, esta presentación resume lo que en algunos contextos se denomina el PLE (Personal Learning Environment) de un docente de Física y Química con experiencia y muestra que, aunque a menudo la profesión docente es algo solitario, no tiene por qué ser así y es fácil estar conectado. Por supuesto, esta lista no es exhaustiva y faltan muchas cosas, como por ejemplo las redes sociales. Tómese como un aperitivo y que sirva para que cada profesional pueda seguir profundizando según sus intereses o contextos específicos.

Muchas de las webs nombradas son fácilmente localizables a través de sencillas búsquedas en el navegador de Internet.

2. RECURSOS PARA USAR EN EL AULA

En este apartado incluimos algunas direcciones web, revistas, libros y entidades que permiten introducir de forma directa algunos cambios en nuestra forma de enseñar.

Las direcciones concretas se pueden obtener a partir de la presentación, que se puede solicitar al autor. Destacamos las aportaciones de Michael Gregory y de la web didactica fisica quimica.es, con numerosos recursos e incluso libro de texto de uso libre. Y en el tema de las situaciones de aprendizaje, las webs de transformación digital educativa de la Junta de Andalucía y recientemente del Ministerio de Educación y Formación Profesional a través de INTEF.

En el tema de las revistas, podremos encontrar numerosos recursos para su uso en el aula en Alambique, Enseñanza de las Ciencias, Eureka, EduQ y, en el ámbito internacional, Science in School, que ofrece recursos de calidad y adaptados al nivel que necesitamos en secundaria.

Y aunque no esté enfocada en la docencia, la web CompoundChem nos ofrece una colección muy atractiva de infografías y carteles con temas de Química muy recomendables.

Y para terminar, la Ciencia Ciudadana, con interesantes recursos accesibles desde la web de FECYT y, como no, de Ibercivis.

3. RECURSOS BASADOS EN LAS TICS

Aunque este apartado da para un libro entero, una primera clasificación podría ser la de simulaciones, donde Phet se está convirtiendo en un estándar hasta LabsLand donde la clave es que los experimentos son remotos pero reales.

Y en el campo de las aplicaciones móviles, dos de las más completas son Fizziq y Physics Toolbox, que permiten aprovechar los sensores de los teléfonos móviles para la realización de interesantes experimentos.

No vamos a entrar aquí en el uso de estas herramientas e invitamos a explorar sus posibilidades. Muchas de ellas vienen acompañadas de situaciones de aprendizaje para su uso en el aula, principalmente a través del proyecto GoLab o su sucesor NextLab.

Y si queremos utilizar algo más, el uso de la tarjeta BBC Micro:bit nos permite programar sus sensores de forma muy sencilla a través de lenguajes gráficos tipo Scratch.

4. RECURSOS PARA COLABORAR (Y A NIVEL INTERNACIONAL)

Sin lugar a duda, estos son los recursos más interesantes de todos. A través de la colaboración con otros docentes o con otras instituciones podemos llegar muy lejos, además de enriquecer nuestro trabajo y disfrutar de interesantes experiencias. Para empezar, el primer recurso es la participación en congresos, jornadas o cursos como éste, que permiten aprender, no solo del contenido de las ponencias, sino también de las experiencias y de las historias de otros profesionales. Y luego, ya en el campo de la Física, el CERN, Centro de Investigación Nuclear de Ginebra (Suiza) donde cada año decenas de profesores son invitados a cursos de actualización en Física Teórica. Son de gran calidad y además, si no podemos ir en persona, disponen de varias ponencias online de libre acceso a toda persona interesada, además de numerosos recursos relacionados con el tema.

Y de las partículas subatómicas al espacio, con la Agencia Espacial Europea (ESA). También ofrece cursos presenciales para profesores y gran cantidad de recursos de libre acceso. Muchos de ellos accesibles a través del programa educativo ESERO.

Y para terminar, la red Scientix (Fig. 1). Comenzó como un repositorio de recursos pero se ha convertido en una gran red de docentes que comparten y que disfrutan con su trabajo. También ofrece oportunidades de desarrollo profesional tanto en Bruselas como online.



Figura 1. Scientix: La comunidad para la enseñanza de las ciencias en Europa.

5. CONCLUSIONES

Resumir en dos páginas más de 20 años de experiencia docente mostrando los mejores recursos encontrados a lo largo de este tiempo no es sencillo.

Y este documento es solo el primer paso. Ahora toca comenzar el camino y, etapa tras etapa, descubrir que podemos mejorar nuestra labor docente utilizando todas estas ideas y colaborando con otros compañeros y compañeras de tarea. La docencia no debe ser algo aislado, dentro de nuestro centro educativo. Se puede mirar afuera y enriquece todo esto que se va encontrando. Por supuesto, existen muchos más recursos que los aquí mostrados. Animamos a seguir ampliando la lista y a ponernos en contacto para seguir compartiendo.

Y este documento es solo un índice. Ahora hay que entrar en cada uno de sus recursos y seguir aprendiendo.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad de Burgos la organización de este evento y posibilitar nuestra asistencia tanto presencial como virtual para poder compartir con otros docentes nuestras experiencias educativas.

FORMACIÓN DOCENTE DE LA ENSEÑANZA STEAM EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UNA REVISIÓN DESCRIPTIVA

MÁ DURÁN VINAGRE, A DE LA HOZ SERRANO, GM GÓMEZ ALEXANDRE, C ESCUDERO CLIMENT,
S SÁNCHEZ HERRERA, J CUBERO JUÁNEZ

Facultad de Educación y Psicología, Universidad de Extremadura, Badajoz, España

mduranv@unex.es

Abstract

La metodología docente está evolucionando, adquiriendo importancia la formación del profesorado mediante una educación STEAM. Dicha formación es esencial para el éxito de los estudiantes y su preparación en el mundo actual. El objetivo fue realizar una revisión sobre la formación docente de la enseñanza STEAM en la enseñanza superior a través de WOS y Scopus. Se consideró: “teacher training” AND “university” OR “higher education” AND “steam”. Se obtuvo un total de 162 artículos de acceso abierto. Se concluye con que la enseñanza STEAM proporciona a los docentes contextos multidisciplinares, dejando entrever las oportunidades (y problemas) que ofrece este enfoque.

Keywords

Competencia digital, educación, enseñanza universitaria, formación docente, STEAM.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la tecnología ha evolucionado rápidamente y en el sector educativo se han desarrollado diferentes avances en relación al alumnado con el fin de equiparles con una serie de habilidades y capacidades que les permitan apoyar el aprendizaje en el siglo XXI, entendiendo esta concepción, desde el punto de vista de competencias relacionadas con el aprendizaje, la innovación, la gestión de la información o las habilidades para el trabajo (Ruangsiri et al., 2018). Actualmente, la educación 4.0 se ve inmersa en la era de la integración de la ciencia que permite aprender a lograr conocimientos y habilidades mediante un modelo que sea adecuado, dando respuesta a modelos de pensamientos más complejos, en los que surgen el pensamiento creativo, el pensamiento crítico o en pensamiento analítico, entre otros (Miranda et al., 2021).

Si nos centramos en estos progresos, el aprendizaje activo se ha relacionado con la mejora del proceso de pensamiento del propio estudiante, en la que existe un uso muy variado, adquiriendo protagonismos modelos que incluyen el aprendizaje basado en problemas, la educación basada en proyectos o simulación, o la educación STEAM (Ruangsiri et al., 2020). Siguiendo estos autores, apuntan que este último modelo, integra diferentes dominios (Ciencias, Tecnologías, Ingeniería, Arte y Matemáticas en inglés), destinado a desarrollar y promover un aprendizaje que contribuya a la obtención de capacidades que integren la experiencia del aprendizaje, unido al contenido o a distintas áreas implicadas. En pocas palabras, la educación STEAM mejora la vinculación del conocimiento, la comunicación, el trabajo colaborativo, el pensamiento creativo y la capacidad de aglutinar el conocimiento de varias ciencias para la resolución de problemas o dificultades propios de la vida real (Bati et al., 2018).

Por otro lado, diferentes estudios previos han ampliado y aplicado el concepto de la educación STEAM al ámbito de la enseñanza superior, llegando al aprendizaje mediante diversas tareas, demostrándose que esta metodología mejora tanto el conocimiento como las habilidades del alumnado destinadas a crear innovación efectiva de cara al futuro (Park y Ko, 2012; Pinyo, 2019).

Este es un ejemplo de presentación de conferencia. Estas pautas incluyen una descripción completa del estilo del papel, incluido el formato, las fuentes, el espaciado y la información relacionada para producir los manuscritos. Por favor, siga las instrucciones y si tiene alguna pregunta, envíela por correo electrónico a los organizadores de la conferencia.

Seguendo a Ruangsiri et al. (2020), la promoción de las habilidades analíticas de la educación STEAM se divide en cuatro áreas, que hacen referencia al análisis de componentes, asociado a la capacidad de identificar, diferenciar y resumir la información (1), al análisis de relaciones, entendido como la capacidad para buscar y vincular la información de forma adecuada (2), al análisis de principios, que responden a la capacidad para indicar propósitos, actitudes y relaciones entre los conocimientos (3), y también el análisis de posibilidad o resultado, relacionado con la posibilidad de desarrollar conocimiento nuevo y que sea extrapolable al mundo real, creando a su vez la capacidad para innovar.

Finalmente, en el ámbito de la formación docente, esta metodología presenta un desafío para los educadores, ya que implica, no sólo una actualización constante de las diferentes áreas implicadas sino también una reflexión sobre las estrategias y recursos didácticos más eficaces para transmitir los conceptos y habilidades propios de estas disciplinas (Santaella y García, 2022).

Por todo ello, el objetivo principal de este trabajo fue realizar una revisión de la literatura existente que versen sobre la formación docente de la enseñanza STEAM en la enseñanza superior a partir de las bases de datos Web of Science (WOS) y Scopus, desde enero de 2010 hasta marzo de 2023.

2. METODOLOGÍA

Respecto al diseño del estudio, este trabajo se enmarca en los modelos de investigación de corte descriptivo, considerándose como un diseño de investigación de tipo teórico. Para llevar a cabo la búsqueda, se tuvo en cuenta la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis) (Moher et al., 2010; 2015), formada por cuatro fases: (a) identificación, (b) selección, (c) elegibilidad, e (d) inclusión.

En cuanto a la estrategia de búsqueda, en la determinación de los artículos seleccionados se han consultado dos bases de datos, WOS y Scopus, utilizando distintas palabras claves, operadores booleanos y opciones de búsqueda avanzada. Para la búsqueda, se tomó de referencia diferentes términos obtenidos a través del Tesauro de Educational Resource Information Center (ERIC), siendo los siguientes: “teacher training” AND “university” OR “higher education” AND “steam”.

Cabe destacar que se consideró el criterio excluyente de documentos que no están clasificados como artículos y que no estén de acceso abierto, con el fin de poder realizar una revisión más profunda sobre el tópico analizado. La justificación de este criterio, se vincula con que este tipo de publicación es el más utilizado y compartido en el ámbito científico, puesto que la mayoría de los artículos publicados presentan una estructura y un formato muy similar entre ellos. Además, se observa que los artículos se caracterizan por su rigor científico, debido al proceso de evaluación y/o de revisión por pares al que los equipos editoriales los someten de manera previa a su publicación.

3. RESULTADOS

En el inventario previo a la muestra definitiva, la búsqueda inicial arrojó un total de 525 artículos, de los cuales 162 artículos (153 en WOS y 9 en Scopus) son de acceso abierto y categorizados como artículos, en sendas bases de datos (véase Tabla 1).

Tabla 1. Operadores booleanos para la selección preliminar y final.

Tópico de búsqueda	Bases de datos	Búsqueda preliminar	Muestra definitiva
“teacher training” AND “university” OR “higher education”	WOS	74978	Criterio de exclusión: documentos que no están clasificados como artículos y que no son de acceso abierto. 162
	Scopus	5333	
“teacher training” AND “steam”	WOS	9	
	Scopus	106575	
“university” OR “higher education” AND “steam”	WOS	74902	
	Scopus	1463	
“teacher training” AND “university” OR “higher education” AND “steam”	WOS	507	
	Scopus	18	

Leyenda: “=” Recoge la expresión para realizar la selección preliminar con los distintos operadores de búsqueda; AND= Para localizar artículos que incluyan todos los términos de búsqueda; OR= Para localizar artículos que integren al menos uno de los términos.

Tomando como punto de partida el año 2010, el registro de publicaciones en la base de WOS ha sido mucho más amplio que en Scopus, existiendo un aumento progresivo con el paso de los años, en relación al tópico de investigación que versa el presente trabajo, reflejándose en la Fig. 1. En Scopus, existen 0 artículos publicados desde el 2010 al 2018. Es importante destacar que, en sendas bases de datos, en el año 2022 fue cuando se indexaron y se publicaron más manuscritos (33 artículos en WOS y 4 artículos en Scopus). A este dato, también le siguen los mismos hallazgos para el año 2020, siendo el segundo valor más alto registrado (26 artículos en WOS y 3 en Scopus).

El resultado del 2023 es muy bajo en ambos casos, ya que nos encontramos en el primer tramo del año, por lo que se prevé que las publicaciones se ajustarán similares a los resultados de los últimos años.

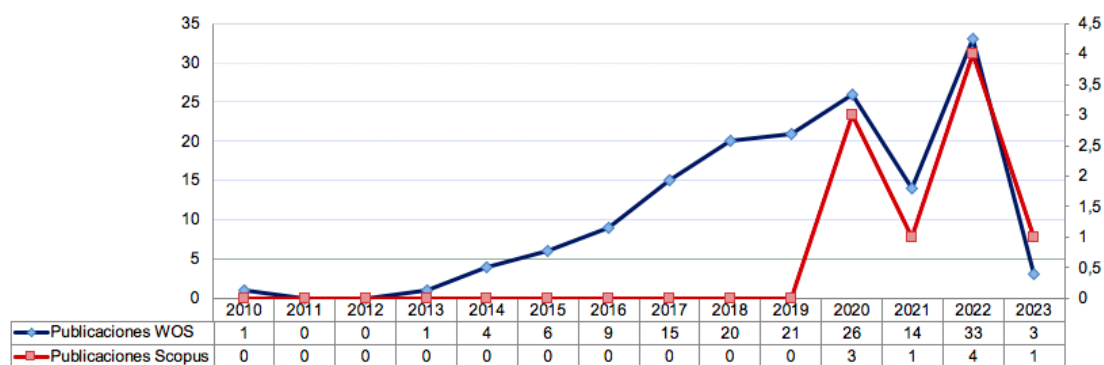


Figura 1. Registro de publicaciones de WOS y Scopus por año (2010 – 2023).

4. CONCLUSIONES

Atendiendo al objetivo del presente trabajo, que era realizar una revisión de estudio que versen sobre la formación docente de la enseñanza STEAM en la enseñanza superior a partir de las bases de datos Web of Science (WOS) y Scopus, desde enero de 2010 hasta marzo de 2023, pudiendo extraer de los 162 artículos de acceso abierto que, a pesar de las ventajas que presenta la educación STEAM para el aprendizaje y el desempeño relevante que ejercen en los planes de estudios de muchos países, sigue existiendo una carencia en su integración en la educación formal en España. No obstante, para implantar esta transición debe ser liberada por los docentes, siendo necesario la existencia de un apoyo de otras partes interesadas e implicadas en el proceso, que apoyen la formación del profesorado y también promuevan eventos educativos destinados para tal fin.

También se muestra que la evidencia científica realza la necesidad de conocer la percepción de la formación docente a través de dicho enfoque, mostrando que, según la titulación académica que se curse, resulta un gran reto su integración STEAM, ya que existe dificultad en la gestión del tiempo, la insuficiencia de materiales didácticos, la larga duración de algunas actividades y que no todos los profesores son creativos y sienten la necesidad de modificar su método de enseñanza.

Otro hallazgo en este sentido, los futuros profesores todavía se muestran con pocos conocimientos sobre el significado STEAM, pero el hecho de promover estudios y políticas educativas destinadas a su promoción, ayuda a acercar el concepto y el fomento hacia una buena predisposición para su integración.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido apoyada por el proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/50110001103. Además se reconoce la colaboración del Ministerio de Educación y Formación Profesional con la concesión de un contrato predoctoral (FPU 20/04959), al grupo de investigación Psiquex, a las ayudas a grupos de la Junta de Extremadura (GR21157) y FEDER, una manera de hacer Europa.

6. REFERENCIAS

- Bati, K., Yetişir, M. I., Çalışkan, I., Güneş, G., y Gül Saçan, E. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education*, 5(1), 1507306.
- Miranda, J., Navarrete, C., Noguez, J., Molina-Espinosa, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Navarro-Tuch, S. A., ... y Molina, A. (2021). The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107278.

- Park, N. y Ko, Y. (2012). Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. In *Network and Parallel Computing: 9th IFIP International Conference, NPC 2012, Gwangju, Korea, September 6-8, 2012. Proceedings 9* (pp. 320-327). Springer Berlin Heidelberg.
- Pinyo, W. (2019). Effect of integrated learning activities based on STEAM education on science learning achievement, critical thinking skills and students' satisfaction of grade 4 students. *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 10(1).
- Ruangsiiri, K., Nuangpirom, P., y Akatimagool, S. (2020, Marzo). Promotion of High-Order Analytical Thinking Skills using NCOM Simulator through STEAM Education. In *2020 7th International Conference on Technical Education (ICTechEd7)* (pp. 19-23). IEEE.
- Ruangsiiri, K., Tansriwong, S., y Akatimagool, S. (2018). The development of training package using the P-PIADA training model: a case study on the usage of GUI-MATLAB program. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 23(3), APST-23. <https://doi.org/10.14456/apst.2018.8>

A DIFFERENT WAY OF ORGANISING A SCIENCE TEACHING COURSE FOR PROSPECTIVE PRIMARY SCHOOL TEACHERS

A EFF-DARWICH¹, S GONZÁLEZ PÉREZ¹, A GODED MERINO¹, B DÍAZ LEÓN², J MARRERO VERDE²

¹*Departamento Didácticas Específicas. Universidad de La Laguna, España*

²*Fundación General, Universidad de La Laguna, España*

adarwich@ull.edu.es

Abstract

There is a vicious circle in science education that is difficult to break: poorly motivated yet skilled elementary and secondary students end up becoming teachers, still unmotivated when it comes to scientific areas, resulting in new generations of poorly motivated and skilled students and so on. It is of paramount importance to improve the skills of pre-service teachers, in particular in primary school education, to engage, motivate and educate new generations of scientifically educated citizens. In this work, we present the design of “Resources in the Didactics of Experimental Sciences”, a subject taught in the degree of Primary School Teacher at the University of La Laguna, in Spain. In this subject, scientific demonstrations and experiments, maths, music and history become resources to explain science contents and educational strategies to pre-service primary school teachers. Results of the evaluation of the project by the prospective teachers are also presented and discussed.

Keywords

Primary school, science teaching, interdisciplinary.

1. INTRODUCTION

All in-service primary school teachers in the Canary Islands (and the rest of Spain) graduate with a degree in Primary School Education. Many of the core subjects in this degree are common not only to the Spanish higher education system, but also to the European Higher Education Area (EHEA). In this sense, an efficient strategy to provide in-service teachers with innovative tools and skills in science education consists in training and inspiring them while being pre-service teachers. However, the implementation of these innovative programs will depend, to a large extent, on the academic profile of these students. In the case of the University of La Laguna, pre-service primary teachers have a low background in science and maths, equivalent to pre-high school level. This means that a large part of these students have a short, conceptual and non-quantitative vision, i.e. disconnection between mathematics and physics, of many of the basic scientific contents. The undergraduate program on Primary School Education at the University of La Laguna contains only two one-semester subjects related to the learning and teaching of science. One of these subjects relates to life sciences, whereas the second one relates to experimental sciences. We chose this second subject to implement our innovative strategy. In this sense, the subject was divided into 8 one-week-long learning blocks (see Table 1).

Table 1. Organization of the course into learning blocks.

Learning block	Teaching Strategy	Concept
I. Energy and matter	ICT	Natural phenomena
II. Transformations	Games	Geological strata
III. Measurements	Outdoor activities	Sun and Earth
IV. Electromagnetism	Demonstrations and storytelling	Sun
V. Chemical changes	Practical work in schools	Everyday life
VI. Heat	Demonstrations and storytelling	Candles
VII. Waves	Science museums	Natural phenomena
VIII. Dynamics	Lectures and demonstrations	Simple machines

Each block connects to a big idea in science and it is presented through a particular teaching/learning strategy (games, lectures, demonstrations, storytelling, ...) and a natural phenomenon. In many instances, the learning block goes beyond one particular matter, as in blocks I (STEM), III (Science and History), IV (Science, Maths and History of Music) and VI (Science and History), allowing prospective teachers to analyze whether a standards-based integrated curriculum is more beneficial in developing professional competencies than a traditional course-oriented curriculum (Kim *et al.*, 2004). History and History of Science are found in most of the integrated learning blocks, since it has been shown that they can lead to a better understanding of school science and put it into a social context (Seroglou and Koumaras, 2001).

2. IMPLEMENTATION OF BLOCK IV

As an example of the contents of the learning blocks, we are going to explain in detail the design of Block IV. The educational potential of the electromagnetic connection between the Sun and the Earth has been exploited by different educational projects, among them: Segway (<http://cse.ssl.berkeley.edu/segway/>), NASA Wavelength (<https://science.nasa.gov/learners/wavelength>), the Stanford Solar Center (<http://solar-center.stanford.edu/>), SunTrek (<http://www.suntrek.org/>), the European Space Agency (<https://www.esa.int/Education>) or CosmoLab (<https://www.iac.es/cosmolab>). In Block IV, the global idea about electromagnetism will be explained through a set of simple demonstrations, using a toy electric motor to play and to listen to music and sounds.

A toy electric motor is a cheap and easy-to-find device to teach and learn about electromagnetism. Basically, it consists of two permanent magnets and a coil of copper wire wrapped in a metal frame. When the motor is connected to a battery, an electric current passes through the coil and the metallic frame is magnetised. The frame becomes an electromagnet, that is repelled or attracted by the permanent magnets inducing the rotation of the axle of the motor. If we mechanically move the metallic frame of an electric motor, an electromotive force is induced in the coil due to its relative motion across the magnetic field of the two permanent magnets (Faraday's induction law). In the approach we took, the relative motion between the coil and the permanent magnets will be attained by vibration instead of rotation. Since music is the art of making pleasant vibrations on different instruments (metal, percussion, stringed, voice, ...), the toy motor will become part of different musical devices.

Block IV is divided into five sessions (see Table 2): an introduction to the Solar Dynamics Observatory (SDO, <https://sdo.gsfc.nasa.gov/>), a scientific programme to study the Sun; a set of demonstrations, an activity about music, the implementation of a lesson plan by the students and the presentation and evaluation of the lesson plans.

The first part of Block IV introduces the students to the way science projects work, taking SDO as the reference model. Prospective teachers have no idea on how science is organized, how results are obtained and published, the availability of data and, more important, the wealth of educational and outreach materials readily available, including, for instance, the possibility to contact scientists to talk about their work.

The second part, the demonstrations, connect the electric motor, music and SDO (solar activity) through a story that begins in 1973 with Billy Gibbons, one of the most influential guitarists of all time, and goes back in time to the 19th century, when Michael Faraday invented the electric motor. The discoveries of Faraday and Maxwell, among others, resulted in some technological applications, namely the electric guitar, by Beauchamp, or the speakers, by Kellogg and Rice. These devices had a profound impact in the music of the 20th century: music styles based on the acoustic guitar, like the Delta Blues evolved to other styles, like the Chicago Blues or Hard Rock (Billy Gibbons). We continue explaining that solar activity is another example of electromagnetism, on a different scale, but based in the same physics laws found in the toy motor, the electric guitars or the speakers. This first part of the demonstration takes 30 minutes and it offers an interdisciplinary approach to electromagnetism through the history of music, solar physics and the history of physics. The second part of the activity consists of a set of demonstrations, where an electric motor is used to build a simple electric guitar (Eff-Darwich, 2021), a speaker and a microphone (Heller, 1997).

Table 2. Structure of Block IV.

Activity	Time allocation
How science works in the 21st century: SDO	2
Demonstrations on electromagnetism	3
A music star	2
Implementing a lesson plan	4
Presentations and evaluations	4

All these demonstrations were designed and put into practise to reinforce the big idea behind electro-magnetism, namely the link between electric charges, motion and magnetism.

The electric guitar consists of a toy electric motor attached to a one-stringed instrument. The terminals of the motor connect to an amplified speaker through an audio cable. When the string vibrates, the frame of the motor and the permanent magnets also vibrate. This motion of the magnets induces a voltage in the coil of the motor that is transformed into sound by the speaker. If the electric motor connects to the audio output of a computer or a smartphone, it will vibrate if a sound file is played. A piece of paper attached to the motor will behave as the membrane of a speaker. On the other hand, if we speak towards the piece of paper, the vibration passes to the magnets of the motor and a voltage will be induced. With the motor connected to the speaker, the voltage is converted into sound, hence we have built a simple microphone. The final demonstration consists in dissecting an electric motor and projecting, at the same time, images of the solar activity taken by SDO, framing an analogy between the magnetic field induced in the coil of the motor with what happens in the Sun. The activity ends by highlighting the importance of SDO to understand the generation, storage and release of the solar magnetic field and its impact on the Earth. The second part of the activity takes, approximately, 90 minutes. During all the demonstration, the teacher keeps asking questions to the pre-service teachers, makes them part of the demonstrations and sustains their attention connecting different ideas about music, physics and the sun. Music has been commonly used as a complementary tool in school science, *e.g.* in the form of rap practices to explain or memorize science concepts (Elmesky, 2011); however, our strategy integrates the curriculum, connecting the development and applications of the theory of electromagnetism with the birth of different music styles within a historical context.

The third part of Block IV reinforces the concept of interdisciplinarity; a SDO video of a solar flare (<https://www.youtube.com/watch?v=ybfAvEVpBMo>) is presented to the prospective teachers. They have to describe which kind of emotions they develop when watching it and then, they look for a song, soundtrack or any musical composition that best matches the video and their emotions.

During the fourth part of Block IV, the pre-service teachers have to design a one-hour-long activity to explain to primary school students why the sun is an electromagnetic body. This lesson has to include a SDO video about solar activity. It is expected that the students connect the ideas and procedures explained in the demonstrations with the primary education curriculum. Finally, in the fifth part of the block, the students present their results to the rest of the class for evaluation.

3. RESULTS

The results of the strategy implemented for this course on science education, in particular, for the case of Block IV, were evaluated in terms of which aspects the pre-service teachers (130 students in the year 2020-2021) found more relevant, in particular in the second part of the block, the demonstrations (see Table 3). The use of simple and easy-to-set-up demonstrations and the resulting teacher- students interactions were the most valued aspects of the demonstrative part of the block. Most of the students did not know about the potential of such demonstrations as teaching resources. The explanations of the teacher, connected to the real world and based on the principles of the big ideas in science, were also valued positively. This is quite encouraging, since the activity gave the pre-service teachers a different vision on how to teach science, and to connect different ideas and disciplines in a practical and engaging way.

The students were also asked (open question) about the most relevant aspects they learned in this course about science teaching and learning (see Table 4). These first results (more years of data are needed) confirm our expectations: the prospective teachers found not only Block IV (the Sun and SDO), but the entire course as a source of inspiration for their future work in primary schools. Most of these students do not have a strong

scientific background, but they have gained confidence when realising there are plenty of strategies, resources and interdisciplinary activities to teach science and to motivate and engage primary school students in science.

Table 3. Frequency of the most common highlights of the pre-service teacher participating in the demonstration in Block IV.

Highlight	Number of students
Demonstrations	58
Interactivity	40
Relation to the real world	28
Explanations	27
Big idea	20
Quality and simplicity of resources	20
Applicability to primary school	13

Table 4. Most important aspects learned in the course described in this work.

Aspect	Number of students
Better understanding of scientific concepts	15
Confidence in teaching science	60
Variety of resources to teach science	30
Others	15

4. ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been funded by the Cabildo Insular de Tenerife under the project ‘Ciencia a lo Grande’.

5. REFERENCES

- Eff-Darwich, A. (2021). The Electric Monochord: A Musical Demonstration About Electromagnetic Induction. *Phys. Teach.* 59, 591. <https://doi.org/10.1119/10.0007395>
- Elmesky, R. (2011). Rap as a roadway: creating creolized forms of science in an era of cultural globalization. *Cult. Stud. of Sci. Educ.* 6, 49–76. <https://doi.org/10.1007/s11422-009-9239-9>
- Heller, P. (1997). Drinking-cup loudspeaker—A surprise demo. *Phys. Teach.* 35, 334. <https://doi.org/10.1119/1.2344713>
- Kim, M.M., Andrews, R.L., & Carr, D.L. (2004). Traditional versus Integrated Preservice Teacher Education Curriculum: A Case Study. *Journal of Teacher Education*, 55(4), 341-356. <https://doi.org/10.1177/0022487104266778>
- Seroglou, F. & Koumaras, P.(2001). The Contribution of the History of Physics in Physics Education: A Review. *Science & Education*, 10, 153–172. <https://doi.org/10.1023/A:1008702000098>

THE USE OF OPENSOURCE TOOLS TO DEVELOPE AND PUBLISH DIGITAL INTERACTIVE OPEN EDUCATIONAL RESOURCES (OER)

I ALI GAGO

Scientix Ambassador, Madrid, España

iali@acta.es

Abstract

Currently, with the unstoppable development and implementation of Information and Communication Technologies in schools at all levels, the involvement of teachers in the development of educational content that will be used in the different curricular areas and subjects is necessary, just as they have been involved in the authoring of textbooks.

To achieve this, it is necessary that they have and know how to use tools that allow them to develop digital Open Educational Resources and spaces in which to publish said content. Moreover, various educational institutions are collaborating in the development of these opensource tools and promoting their use.

Keywords

Authoring tools, Learning Management Systems, Open Educational Resources, Opensource, Web Hosting.

1. INTRODUCTION

In this presentation, the aim would be to show attendees open source applications to develop OER in a simple and intuitive way and web spaces to publish and disseminate them with open licenses. Another goal of this presentation would be to show examples of such open source-based tools and their didactic use.

I have been working during the last 25 years in the curricular integration of ICT and in the development and publication of OER, both in my classes and in the teacher training courses that I have taught. And I have been able to verify the increasing interest of teachers in creating their own digital contents with simple and open authoring tools.

Moreover, nowadays the development and acquisition of digital competences by the teachers requires the ability to find, use, reuse and develop such OER.

2. WHAT ARE OER

Let's start with an example in Fig. 1.

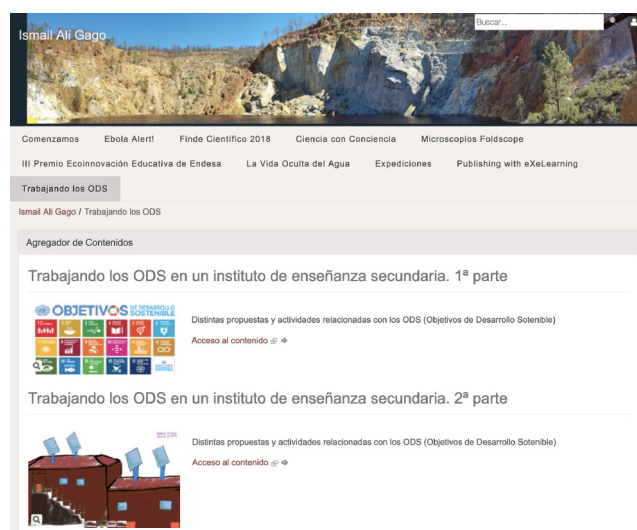


Figure 1. Working on the SDGs in a secondary school.

<https://www.educa2.madrid.org/web/ismail.ali/trabajando-los-ods>.

The above OER has been developed with one of the tools described later in this article.

According to UNESCO, Open Educational Resources (OER) are “*Learning, teaching and research materials in any format and medium that reside in the public domain or are under copyright that have been released under an open license, that permit no-cost access, re-use, re-purpose, adaptation and redistribution by others.*” And to produce these OER, teachers need to know and use digital tools simple and easy to work with.

3. DESCRIBING AUTHORIZING TOOLS: HOT POTATOES

This digital tool was developed in Canada by the Humanities Computing and Media Centre from the University of Victoria, devolved by teachers for teachers. In Fig. 2 you can see an example of OER developed by me with Hot Potatoes.



Figure 2. OER developed with Hot Potatoes.

<http://platea.pntic.mec.es/%7Eiali/personal/agua/agua/elciclo.htm>

And I collaborate with this project by translating the interface and the tutorials of this application into Spanish.

4. DESCRIBING AUTHORIZING TOOLS: EXELEARNING

This digital tool is open source, freely available in any kind of operating system (GNU/Linux, Mac, Windows), translated into many different languages, and let us develop open educational resources including any kind of digital object (text, images, video, audio, etc...) add interactivity to the resource, games, evaluation and auto-evaluation tests..., and use them in any support media and also publish them in different formats, like web pages (HTML), SCORM and IMS to include the OER in learning management systems, ePub3 so you can read the OER in tablets and smart phones.

In Fig. 3 you can see an example of OER developed by me with eXeLearning.

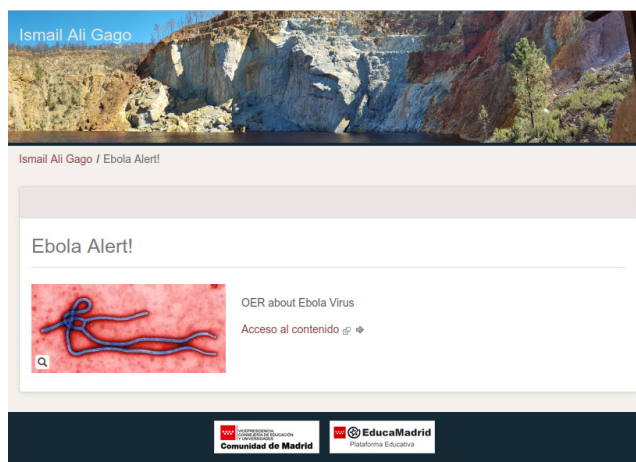


Figure 3. OER about the Ebola virus.

<https://www.educa2.madrid.org/web/ismail.ali/ebola-alert>

And I also collaborated with this project in the initial stages of development of this tool.

4.1. About the eXeLearning Project

This digital tool was first developed in New Zealand, by the Auckland University of Technology, with an open license and later, starting in 2010, continued the spanish development of the project and the tool, also with an open license, thanks to CeDeC, INTEF and other spanish educational institutions.

4.2. Current state of eXeLearning Development

Nowadays, in 2023, the evolution and development of this application continues, including new features, increasing the types of games and the interactive activities included in the application. The development status of the application and its roadmap can be followed through its open project on Github and, also, thanks to the group created on Telegram in which developers and beta testers participate, most of them teachers, who make their contributions, request new functions for the application, and try and test the different developments. And recently version 2.8 of the application has been published.

4.3. Institutional involvement in eXeLearning development

The development of this open source project is currently led by two spanish state-level institutions, CEDEC and INTEF, and with the collaboration of other regional educational institutions, all of which are listed and cited on the application's website. In Fig. 4 are listed these educational institutions.

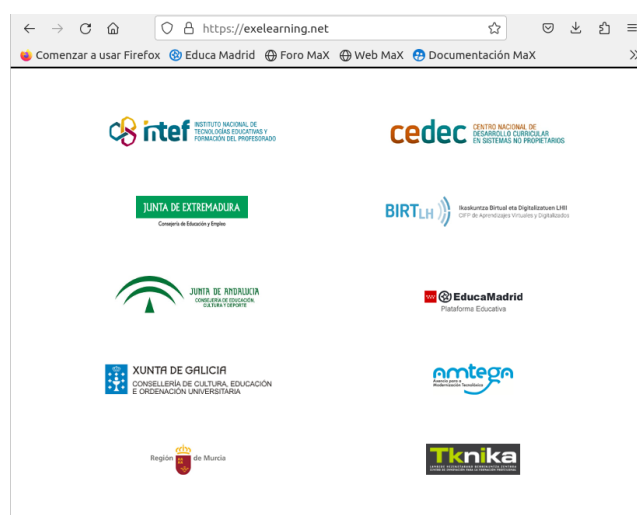


Figure 4. Spanish educational institution involved in the development of eXeLearning.
<https://exelearning.net>

5. WHERE CAN WE PUBLISH OUR OER

Once the OER has been developed, we are interested in knowing how to disseminate and publish them to use with our students.

Currently, these contents could be used directly in our classrooms, exporting them to different formats (HTML, ePub3) or publishing and disseminating them in different ways and formats that we will discuss below.

5.1. Learning Management System

We can publish our OER in LMS like Moodle. In my region, Madrid, teachers are aloud to prepare and design their own virtual classrooms based in Moodle in our portal called Educamadrid. There we can upload and configure digital resources in SCORM, IMS or HTML format. In other regions of Spain there are similar initiatives.

5.2. Web hosting systems

You can also publish the content generated with eXeLearning in web page format (HTML). In my case, I can publish them on the Educamadrid servers. The OER can also be published on commercial web hosting systems like Wix or in your own web server, if you have one.

5.3. Other

We can also export our OER from eXeLearning in ePub3 format and distribute them, by email, any network or uploading them in a cloud system, among our students so that they can be viewed on tablets and/or smart phones.

And, furthermore, in Spain, teachers can also publish their content on the Procomun network, in any of the aforementioned formats. This network belongs to the INTEF and works at the state level.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

My most sincere thanks to the work carried out by the free software development groups MAX_Madrid_Linux and eXeLearning, which provide teachers with these open source tools for the development of OER.

Also to Scientix, who during the last few years has allowed me to collaborate and disseminate these experiences.

7. REFERENCES

- Ali Gago, I. (2017). Open contents in an Open society. Disponible en: <https://blog.scientix.eu/2017/03/open-contents-in-an-open-society/>
- Ali Gago, I. (2020). Teachers and Students Adapting to a Pandemic Situation. Disponible en: <https://blog.scientix.eu/2020/04/teachers-and-students-adapting-to-a-pandemic-situation>
- Ali Gago, I. (2018). Trabajando los ODS en un instituto de educación secundaria. Disponible en: <https://www.educa2.madrid.org/web/ismail.ali/trabajando-los-ods>
- Ali Gago, I. (2008). Hot Potatoes tutorials in spanish. Retrieved from: http://platea.pntic.mec.es/~iali/CN/Hot_Potatoes/intro.htm
- Bilgin, A. S., Molina Ascanio, M., Milanovic, I., Kirsch, M., Beernaert, Y., Charalompous, M., Chazot, C., Costello, E., Cuzic, I., Ali Gago, I., Kaurson, R., Kish, I., Lisotti, A., Messaritou, M., Minoli, M., Mudrinić Ribić, A., Nikolopoulou, K., Quarta, B., Pedralli, M., Saraiva, E., Solda, D., Sürmeli, H., Udrescu, I., Gras-Velazquez, A. (2022), STEM goes digital: how can technology enhance STEM teaching?, *Scientix Observatory, December 2022*. Retrieved from: <http://bit.ly/40bNIYd>
- CeDeC. Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas No Proprietarios. Spain. <https://cedec.intef.es>
- Educamadrid. Virtual classroom and web hosting systems and servers for teachers. <https://www.educa2.madrid.org/>
- eXeLearning original project. From the Auckland University of Technology. New Zeland. <https://exelearning.org>
- eXeLearning spanish development project. From CeDeC, INTEF and other spanish institutions. Spain. <https://exelearning.net/>
- Github. eXeLearning project, spanish development. <https://github.com/exelearning/>
- Hot Potatoes home page. From Humanities Computing and Media Center. University of Victoria, Canada. <https://hotpot.uvic.ca/>
- INTEF. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación de Profesorado. <https://intef.es/>
- MAX_Madrid_Linux. GNU/Linux MAX distribution development group. <https://www.educa2.madrid.org/web/max>
- Procomun. Digital content repository from INTEF. <https://procomun.intef.es/>
- Telegram group. eXeLearning project, spanish development. <https://t.me/eXeLearning>
- UNESCO(2019).OpenEducationalResources.Retrievedfrom:<https://www.unesco.org/en/open-educational-resources>
- Wix. Free web hosting system. <https://es.wix.com/>

¿QUÉ CAPACIDAD DE DETECCIÓN DE UNA “FAKENEW” TIENEN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES MOVILIZANDO SUS CONOCIMIENTOS STEM?

JR GIRÓN-GAMBERO¹, J OLEA ARIZA², E SAN ANDRÉS SERRANO²

¹*IES Universidad Laboral, Málaga, España*

²*Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid, España*

jesusr.giron@gmail.com

Abstract

Se describe una experiencia destinada a conocer la capacidad de detección de una fakenew de estudiantes del tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones. Esta fakenew trata de un sistema de guiado basado en posicionamiento, similar al GPS, pero orientado a un viaje a la luna.

Keywords

Conocimientos STEM, Fakenew, Telecomunicaciones, Enseñanza universitaria STEM.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de la educación STEM podemos actuar en algunos de los tres grandes objetivos que conlleva: 1. Incrementar las vocaciones científico-tecnológicas y el desarrollo de competencias profesionales; 2. Corregir los sesgos de género vinculados a las profesiones STEM; 3. Desarrollar la alfabetización científica de la ciudadanía (Domènech-Casal, 2021). Consideramos que esta mejora de la alfabetización científica no ha de limitarse al periodo de formación escolar que ofrece la enseñanza secundaria, sino que ha de estar presente en la enseñanza superior a través de algunas tareas que complementen la carga epistemológica y procedimental, concretada en la resolución de problemas, propias de las carreras STEM, como el Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones.

Una parte deseable del desarrollo de la alfabetización científica consiste en contar con estrategias que permitan detectar fakenews. Incorporar tareas de aula en la enseñanza superior que desarrollen dichas estrategias, precisa de un diagnóstico previo de la forma en la que los estudiantes se enfrentan a una noticia cuyos datos científicos pudieran verse manipulados. A continuación, se muestran los resultados de la realización de una experiencia donde estudiantes del tercer curso de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones se enfrentaron a una noticia de una página web, con contenido que debían conocer y que podía estar manipulada para convertirla en una fakenew.

2. METODOLOGÍA

La experiencia se enmarcó en una sesión de clase de la materia Comunicaciones Inalámbricas perteneciente al Grado de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones de la Universidad Complutense de Madrid, destinada a desarrollar las competencias de los alumnos en el desarrollo y análisis de sistemas de comunicaciones. Se realizó con 29 alumnos (4 mujeres y 25 hombres) durante el mes de enero de 2023.

Se diseñó un instrumento para recabar las respuestas de los estudiantes, que se presentó en formato digital a través de un cuestionario de Google Forms. El instrumento constaba de una lectura de una noticia (Guenot, 2023) donde se habían manipulado cuatro pruebas científicas para convertirla en una fakenew, seguida de seis cuestiones. Las dos primeras, una dicotómica (Sí/No) y otra de argumentación, estaban destinadas a conocer el grado en que los estudiantes identificaban la fakenew mediante el reconocimiento de la manipulación efectuada de las pruebas. Las cuatro restantes, de elección de una respuesta correcta sobre cuatro posibles, mostraron los conocimientos teóricos (de forma descontextualizada) que los estudiantes tenían sobre la ciencia implicada en la manipulación de cada una de las pruebas (Tabla 1).

Tabla 1. Pruebas manipuladas y conocimiento implicado en las mismas.

Pruebas manipuladas	Conocimiento implicado
Retardo de una señal (onda) entre la tierra y la luna	Velocidad de la luz, relación entre distancia y velocidad
Instalación de radioenlaces directos	Electromagnetismo, fenómenos de propagación de una onda
Pérdidas añadidas de potencia al transmitirse una señal	Decibelios, potencia de una señal, ecuación del radioenlace
La polarización de una onda	Ondas, polarización, electromagnetismo

3. RESULTADOS

Tal y como puede apreciarse (Fig. 1), un porcentaje mayoritario del alumnado (62,07 %) no reconoce la fakenew. Respecto a las pruebas, no identificar la manipulación de las mismas es donde se aglutinan las mayorías, en los cuatro casos superiores al 93 %.

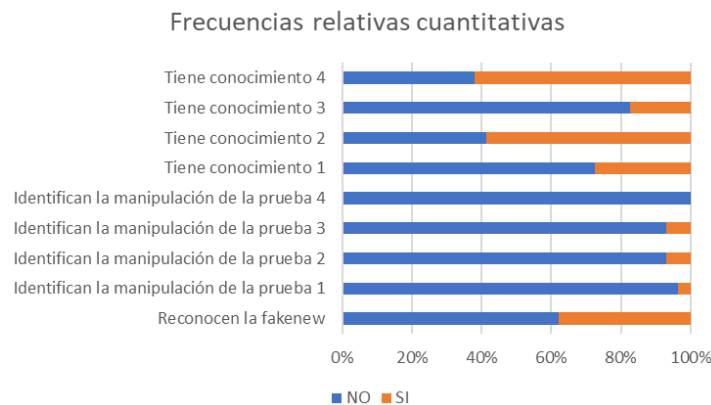


Figura 1. Frecuencias relativas detectadas en el análisis de las preguntas.

Respecto al número de estudiantes que tiene cada conocimiento científico (Fig. 1), debe apreciarse que los conocimientos 2 y 4, referentes a los radioenlaces y la polarización de la onda son los que tienen la mayoría de los integrantes de la muestra (58,62 % y 62,07 %), mientras que los conocimientos 1 y 3, referentes a la velocidad de la luz y las pérdidas de potencia son los que no tienen la mayoría (72,41 % y 82,76 %).

Al continuar el análisis se aprecia (Fig. 2) que el número de pruebas que los estudiantes identifican como manipuladas y son aportados para apoyar sus argumentos, con mayor frecuencia es de 0 pruebas (89,65 %), seguido de muy lejos de 2 pruebas (6,89 %). Esto representa la deficiente capacidad de argumentación con el uso de pruebas propio de la competencia STEM. Respecto al número de conocimientos que poseen los estudiantes, la mayor frecuencia aparece en 2 conocimientos (44,83 %), seguido de 1 conocimiento (34,48 %). Es significativo que ningún estudiante cuente con los 4 conocimientos (0 %).

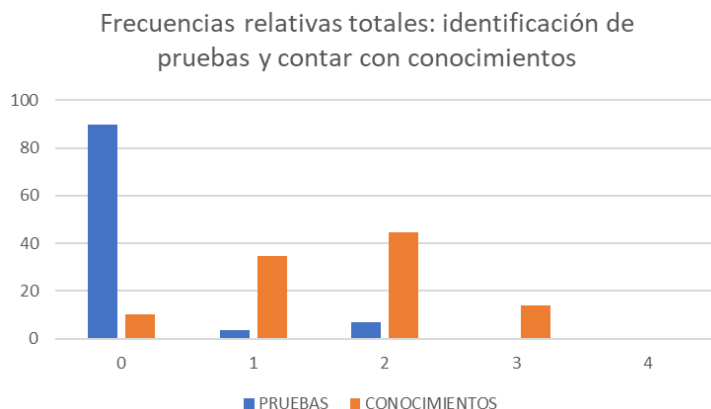


Figura 2. Frecuencias relativas totales sobre identificación de pruebas y conocimientos.

Resulta llamativo como la mayoría del alumnado no identifica ninguna manipulación de pruebas y, además, que ningún alumno cuente con la totalidad de conocimientos que se les presuponía.

4. CONCLUSIONES

En el presente estudio se pretendía conocer la capacidad de identificación de los estudiantes de tercer curso del Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones, de reconocer una fakenew con ayuda de sus conocimientos científicos. Hemos comprobado la deficiente capacidad de identificación pues, una mayoría (62,07 %) no la reconoce y la minoría que lo hace, apoya su argumento en un porcentaje muy pequeño con la manipulación de las pruebas 1, 2 y 3 (3,45 %, 6,90 % y 6,90 % respectivamente), apareciendo ideas propias con escaso contenido científico.

Se estudió además, si el alumnado contaba con los conocimientos científicos que le deberían llevar a la identificación de la manipulación de las pruebas, resultando que una mayoría contaba con los conocimientos 2 y 4 (58,62 % y 62,07 % respectivamente), relativos a los radioenlaces y la polarización de las ondas, que habían aprendido durante su etapa académica del grado, mientras que otros conocimientos como los relativos a la velocidad de la luz aprendidos en el instituto no se recordaba con facilidad (72,41 %).

Si cruzamos ambos grupos de resultados, concluimos que los conocimientos que los alumnos manifestaron en las preguntas teóricas no sirvieron para identificar la fakenew y por tanto, carecen de significatividad para enfrentarse a una información social real que precisase argumentar científicamente. Consideramos que hay que incluir en las tareas de aula de materias STEM, tanto de secundaria como de los grados, actividades competenciales que permitan movilizar al alumnado con mayor facilidad los conocimientos teóricos con los que cuenta para enfrentarse a la resolución de problemas reales.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias», referencia PID2019-105765GA-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. El estudio se realizó de acuerdo con el protocolo aprobado por el Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Málaga (CEUMA) referencia 31-2022-H

6. REFERENCIAS

- Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., y Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)*. New York: Longman.
- Domènech-Casal, J. (2021). Resignificación STEM y escuela. Escenas ABP desde el Itinerario Minerva. *Boletín Ciencia Tecnología y Sociedad*, 15, 57-65.
- Guenot, M. (2 de enero 2023). *No hay ningún GPS entre la Luna y la Tierra, y la NASA y la ESA tienen que encontrar una solución antes de que los humanos vuelvan en 2 años*. Business Insider.es. <https://www.businessinsider.es/no-hay-gps-luna-tierra-nasa-esa-intentan-solucionarlo-1178458>

LA COMPETENCIA EN ARGUMENTACIÓN EN EL MARCO DE LA EDUCACIÓN STE(A)M: UNA PROPUESTA PARA SU DESARROLLO EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE LA ESPECIALIDAD EN PROCESOS SANITARIOS

Jl CRESPO-GÓMEZ, C GARCÍA-RUIZ, T LUPIÓN-COBOS

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga, España

ncrespo@uma.es

Abstract

Dentro de un estudio más amplio, y como una primera aproximación para el desarrollo de la competencia argumentativa como enfoque para el tratamiento STE(A)M dentro de la Formación Profesional STEM de la familia de Sanidad, este estudio muestra los primeros resultados de implementar con profesorado en formación inicial de la especialidad de Procesos Sanitarios, una breve secuencia de trabajo que emplea una evaluación 360°. El análisis de los resultados tras aplicar una metodología pre/post test, muestran una mejora en la selección de pruebas y justificaciones, así como en la elaboración de conclusiones durante la elaboración de un argumento científico.

Keywords

Argumentación científica, Educación STE(A)M, profesorado en formación inicial, procesos sanitarios

1. INTRODUCCIÓN

Dado que la educación STE(A)M y el enfoque didáctico de argumentación científica buscan promover habilidades relevantes, tanto para la vida personal como profesional, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y el pensamiento múltiple (Schwarz, 2009); hay trabajos que empiezan a tener en cuenta la argumentación científica para el tratamiento STEM en el marco de programas de desarrollo profesional con profesorado en formación inicial de educación primaria y secundaria, obteniendo buenos resultados (Mathis et al., 2017). Por tanto, resulta necesario promover este enfoque desde la formación inicial, invirtiendo en programas innovadores, que permitan desarrollar y establecer las competencias profesionales necesarias para una buena práctica docente (Schleicher, 2011).

En el marco de la Educación Científica, la argumentación ha jugado un papel fundamental en el currículo para desarrollar el pensamiento científico y ciudadanos críticos, con un número creciente de publicaciones centradas en el análisis del discurso argumentativo en contextos de aprendizaje de las ciencias (Jiménez-Aleixandre y Erduran, 2008). Asimismo, la argumentación también tiene como objetivo promover el conocimiento sobre la naturaleza de la Ciencia, acercando contextos sociocientíficos a los estudiantes y conectando las preocupaciones sociales con su vida cotidiana (Simonneaux, 2008).

Si nos centramos en las enseñanzas de Formación Profesional, también es importante el tratamiento de la educación STE(A)M dentro de las familias profesionales STEM, como los ciclos formativos de la familia profesional sanitaria. Por ello, con el objetivo de promover las habilidades de argumentación científica en los estudiantes de la especialidad de Procesos Sanitarios como enfoque para el tratamiento de la Educación STE(A)M, se ha diseñado una propuesta formativa, que permite establecer a través de un comparativo pre/post test el desarrollo de esta competencia, tal y como se muestra a continuación.

2. METODOLOGÍA

2.1. Participantes

En este estudio han participado 11 PFI (8 mujeres y 3 hombres) entre los 22 y los 40 años de edad, que cursaban la asignatura de Diseño y Desarrollo de Programaciones y Actividades Formativas dentro del Master en Profesorado de la Universidad de Málaga. La mayoría son graduados en Fisioterapia (55%), mientras que el resto cursaron los grados en Enfermería (27%), Terapia Ocupacional (9%) y Logopedia (9%).

2.2. Diseño de la propuesta

Como una primera aproximación para el desarrollo de la competencia argumentativa como enfoque para el tratamiento STE(A)M en la Formación Profesional Sanitaria, la Fig. 1 muestra la propuesta diseñada para su desarrollo adaptada de Cebrian et al. (2021), Hierrezuelo et al., (2019) y Palma et al., (2021). En concreto, la propuesta (Fig.1) está compuesta por 7 sesiones, que incluyen una secuencia de trabajo de 5 tareas (T1-5) que emplea la evaluación 360°, un cuestionario de valoración (C) y una reflexión (R). En lo que se refiere a las tareas como objeto de estudio en este trabajo, la primera (“pretest”), consiste en la elaboración de un argumento durante una actividad de argumentación. En una segunda tarea se les da una breve instrucción sobre la definición de argumentación científica, los elementos de un argumento siguiendo versión simplificada del modelo de Toulmin propuesta por Jiménez-Aleixandre (2010), así como ejemplificaciones sobre cómo identificarlos dentro de un argumento y su evaluación mediante el uso de rúbricas digitales. En una tercera tarea, el profesorado en formación participante se autoevalúa su propio argumento, utilizando una rúbrica diseñada por el docente (primer autor de este trabajo) para valorar los niveles de logro obtenidos en cada uno de los elementos de un argumento (conclusión, pruebas y justificación). En la cuarta tarea se usa la misma rúbrica, pero para una evaluación entre pares, valorando el argumento de otros dos estudiantes de manera aleatoria. Finalmente, en la quinta (“postest”) y última tarea, el profesorado en formación participante debe volver a elaborar su argumento para la actividad de argumentación planteada en la primera tarea.

S1	PRETEST (T1)	Resolución actividad de argumentación
S2	INSTRUCCIÓN (T2)	Explicación sobre argumentación, sus elementos, ejemplos y evaluaciones con rúbrica
S3	AUTOEVALUACION (T3)	Evaluación de los argumentos propios elaborados para la actividad
S4	COEVALUACION (T4)	Evaluación de dos argumentos elaborados para la actividad asignados de manera aleatoria
S5	POSTEST (T5)	Resolución actividad de argumentación
S6	CUESTIONARIO (C)	Valoración de la propuesta
S7	REFLEXIÓN (R)	Reflexión de la propuesta sobre la profesionalidad docente

Figura 1. Esquema de la secuencia didáctica para el desarrollo de la competencia en argumentación.

2.3. Instrumentos de toma de datos y análisis

Para la evaluación 360° de los argumentos elaborados en la actividad de argumentación se elabora una rúbrica específica para ella. En este caso, la actividad que se propone es una adaptación de una de las pruebas PISA liberadas del área de ciencias en el año 2003, denominada “chocolate”. En ella, se plantea una situación dentro del contexto de la salud, la enfermedad y la nutrición, sobre la posibilidad de obtener la energía necesaria para vivir, siguiendo una dieta basada fundamentalmente en el consumo de una tableta de chocolate diaria. Partiendo de la etiqueta con el contenido nutritivo de la tableta de chocolate, los estudiantes tienen que argumentar si la totalidad de la energía de la tableta de chocolate se obtiene de las grasas. Así, la Tabla 1 muestra la rúbrica diseñada por el docente mediante la plataforma “CoRubric” (Cebrián-Robles, 2016) partiendo de la rúbrica base publicada por Cebrián et al., (2018). En ella, se muestran distintos niveles de logro para cada elemento de un argumento, en una escala de 1 a 3-4, donde el nivel 3 para la conclusión (C) y el nivel 4 para las pruebas (P) y la justificación (J) son los más deseables. De este modo, una vez elaborados los argumentos para la tarea 1, los estudiantes recibieron la instrucción indicada (tarea 2) y procedieron a autoevaluar (tarea 3) su propio argumento, coevaluar los argumentos de dos compañeros asignados de forma aleatoria (tarea 4) y terminaron la secuencia de tareas con la elaboración de un nuevo argumento durante la tarea 5.

La propuesta también dispone de un cuestionario de valoración y una reflexión como instrumentos para la toma de datos, cuyos resultados están pendientes de análisis. Asimismo, en este trabajo no se incluyen los resultados de la evaluación 360°, que también están pendientes de análisis.

Tabla 1. Rúbrica diseñada para la evaluación 360° de los argumentos de la prueba adaptada de PISA “chocolate”.

CONCLUSIONES (C)			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
No se plantea conclusión alguna	Conclusión inadecuada para la cuestión planteada. No indica que NO solo de las grasas se obtiene energía, o algo similar	Conclusión adecuada. Indica que NO solo de las grasas se obtiene energía de los 100 gramos de chocolate o similar	
PRUEBAS (P)			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
No proporciona prueba alguna	Solo proporciona pruebas inapropiadas (que no apoyan la conclusión)	Proporciona pruebas apropiadas, pero solo una de ellas (proteínas o hidratos de carbono como fuentes de energía junto a las grasas). Puede haber pruebas inapropiadas (como indicar que las vitaminas y/o minerales son fuente de energía)	Proporciona todas las pruebas suficientes. Esto es, los 5 gramos de proteínas y los 51 gramos de hidratos de carbono como fuentes de energía, junto con los 32 gramos de grasas. No puede haber pruebas inapropiadas.
JUSTIFICACIÓN (J)			
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4
No hace ninguna justificación	Hace una justificación que no relaciona las pruebas con la conclusión	Proporciona una justificación que relaciona las pruebas con la conclusión, pero solo usando una prueba (proteínas o hidratos de carbono). Puede haber justificaciones inapropiadas	Proporciona todas las pruebas suficientes y apropiadas. Esto es, los 5 gramos de proteínas y los 51 gramos de hidratos de carbono como fuentes de energía, junto con los 32 gramos. No puede haber pruebas inapropiadas

3. RESULTADOS

Para este trabajo, se muestran los resultados obtenidos mediante la comparativa pre/post test, tal y como queda reflejado en la Fig. 2. En ella, se muestran los niveles alcanzados en la elaboración de los distintos elementos de un argumento (1-3 C; 1-4 P y J) expresados en forma de porcentaje (%). En general, los niveles obtenidos por el PFI en el “posttest” (tarea 5) muestran una mejora con respecto a los niveles de partida mostrados durante el “pretest” (tarea 1). En concreto, la aplicación de la rúbrica sobre los argumentos elaborados indicó un nivel 4 para las conclusiones elaboradas durante el “posttest” para el 100% del PFI con respecto al 81,8% obtenido en el “pretest”, repartiendo el resto del porcentaje del PFI por igual, en los niveles 2 y 1 con un 9,1%.

En lo que se refiere al uso de pruebas y las justificaciones elaboradas, la aplicación de la rúbrica en los argumentos elaborados durante la tarea 5 (“posttest”), indica un nivel 4 para el 90,9% del PFI con respecto al 81,8% obtenido en la tarea 1 (“pretest”), mientras que el 18,2 y el 9,1% restante alcanzaron un nivel 3 durante el “post” y el “pretest”, respectivamente.

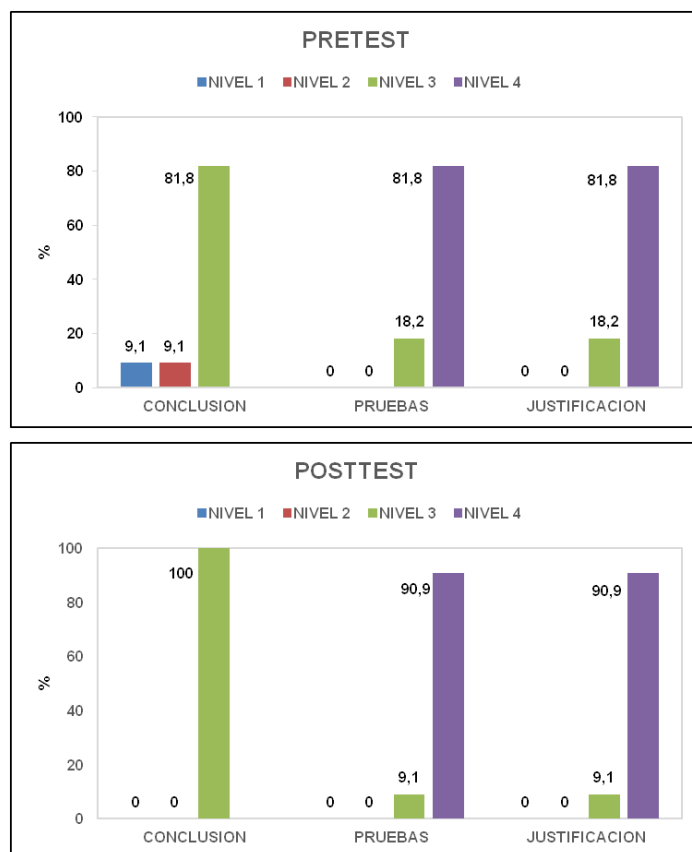


Figura 2. Comparativo pre/post test para el nivel alcanzado en cada elemento de un argumento.

4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FUTURAS

Para el desarrollo de la competencia argumentativa como enfoque para el tratamiento STE(A)M en la Formación Profesional Sanitaria, este trabajo muestra una propuesta formativa como primera aproximación para el desarrollo de esta práctica científica. En este sentido, el análisis mediante la comparativa pre/post test sugieren una mejora en la elaboración de argumentos científicos para la situación de argumentación planteada. Sin embargo, es necesario terminar el análisis de los resultados que revele la evaluación 360°, para profundizar en las dificultades que presentan los PFI en la identificación de los distintos elementos de un argumento. Asimismo, los resultados que se obtengan, tanto del cuestionario de valoración, como de la reflexión propuesta, permitirá conocer otros aspectos relacionados con el diseño y puesta en práctica de la propuesta, así como el papel de la argumentación como enfoque para la Educación STEAM para el desarrollo profesional del profesorado de los estudios de formación profesional STEM de la familia profesional en sanidad.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i “Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias” (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y del proyecto de innovación educativa GpIE 22-115 financiado por la Universidad de Málaga. La Dra. García-Ruiz agradece al programa RYC2020, financiado por la Agencia Estatal de Investigación y el Fondo Social Europeo (referencia: RYC2020-029033-I/AEI/10.13039/501100011033).

6. REFERENCIAS

- Aleixandre, M. P. J. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó.
- Cebrián-Robles, D. (2016). CoRubric. Retrieved from: <http://corubic.com>
- Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A. J., y Blanco-López, Á. (2018). Preservice elementary science teachers' argumentation competence: impact of a training programme. *Instructional Science*, 46(5), 789-817.
- Hierrezuelo Osorio, J. M., García Ruíz, C., y Lupión-Cobos, T. (2019). Applying argumentation in primary pre-service teacher education—a teaching-learning sequence using collaborative video annotations.

- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: an overview. En S. Erduran y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 3–27). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Jiménez, M. P., Robles, D. C., y López, Á. B. (2021). Controversias asociadas a la lactancia como contexto para desarrollar la capacidad de argumentar científicamente del profesorado de infantil y primaria en formación inicial. In *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía* (pp. 207-222). Graó.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W., y Moore, T. J. (2017). Teachers' incorporation of argumentation to support engineering learning in STEM integration curricula. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 7(1), 76–89.
- Robles, D. C., Mariscal, A. J. F., y López, Á. B. (2021). Secuencia de tareas para enseñar argumentación en ciencias a profesorado en formación inicial a través de CoRubric. Ejemplificación en una actividad sobre una central salina. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (40), 149-168
- Schleicher, A. (2011). *Building a high-quality teaching profession. Lessons from around the world*. OECD.
- Schwarz, B. B. (2009). Argumentation and learning. In *Argumentation and education: theoretical foundations and practices* (pp. 91–126). Boston, MA: Springer US.
- Simonneaux, L. (2008). Argumentation in socio-scientific contexts. En S. Erduran y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research* (pp. 179–199). Springer.

LA COMPETENCIA DIGITAL DOCENTE DEL PROFESORADO DE LAS ÁREAS STEAM

JF ÁLVAREZ-HERRERO

Universidad de Alicante. Facultad de Educación, San Vicente del Raspeig, Alicante, España

juanfran.alvarez@ua.es

Abstract

La pandemia del coronavirus puso en tela de juicio la competencia digital tanto de docentes como de estudiantes. De ahí que en la actualidad se estén promoviendo acciones formativas conducentes a tener docentes competentes digitalmente. Desde el ámbito de las áreas STEAM, se puede llegar a un desarrollo de esta competencia y hacerlo de forma más contextualizada y directa. Se proponen acciones y se ejemplifican los criterios de las seis áreas de la competencia digital docente, con el fin de servir de orientación a planes formativos para atender al desarrollo de la competencia digital de docentes de las áreas STEAM.

Keywords

Competencia Digital Docente, competencias profesionales, formación docente, tecnologías digitales

1. INTRODUCCIÓN

La Competencia Digital Docente (CDD) a raíz de la pandemia del coronavirus y más concretamente del confinamiento domiciliario ocurrido entre marzo y junio de 2020 en España, se ha puesto en entredicho, ya que esta situación provocó que para seguir llevando los procesos de enseñanza-aprendizaje con una relativa normalidad, los docentes tuviesen que servirse de las tecnologías digitales en una educación que pasó de ser presencial a ser eminentemente online (Hernández-Ortega y Álvarez-Herrero, 2021).

Una vez pasada la pandemia, se hace patente que los docentes de cualquier etapa educativa deben de ser competentes digitalmente, ya no solo porque les reporta un mejor desempeño de su labor formativa, sino porque su alumnado debe desarrollar también su competencia digital y difícilmente lo hará si sus docentes no lo son. De ahí que la CDD es una necesidad que va más allá de situaciones excepcionales como la vivida o de modas como se ha creído antaño (Larraz et al., 2019). Se trata de una prioridad para el presente y el futuro. La unión europea, a través del programa *Next Generation*, ha dispuesto numerosos fondos para dotar de recursos tecnológicos a todos los centros educativos, así como para formar a los docentes y hacer que estos sean competentes digitalmente.

2. LA CDD Y LOS DOCENTES STEAM

Como cualquier otro docente, los docentes que imparten áreas STEAM deben de tener desarrollada su competencia digital. Esto pasa por además de servirse de las tecnologías digitales en el desarrollo de sus competencias personales, profesionales y pedagógicas, también intervenir y propiciar el desarrollo de las competencias digitales de sus estudiantes. Y precisamente las áreas STEAM son áreas que se prestan, en gran medida y con excelentes resultados, a ello.

Pero para no caer en el error de otros años, esta CDD de los docentes STEAM, no ha de basarse en formaciones centradas en el conocimiento de determinadas herramientas, sino que debe hacerlo en conocer de que manera podemos implementar estas tecnologías en las aulas, siempre que aporten un valor añadido en la mejora del aprendizaje de estas áreas entre el alumnado. De ahí, que además de conocer herramientas que puedan aportar beneficios en los procesos de enseñanza aprendizaje, también está el conocer buenas prácticas, el uso de las redes sociales, pero sobre todo el cómo aprovechar las posibilidades que nos ofrecen estas tecnologías para al servicio de la metodología, mejorar la tarea docente y con ello el aprendizaje del discente (Álvarez-Herrero, 2020).

Dentro de la última actualización del marco común de referencia de la CDD, se establecen 23 competencias divididas en 6 áreas y que a su vez resultan de la intersección de 3 tipos de competencias: las competencias profesionales, las competencias pedagógicas y las competencias de los estudiantes. Las 6 áreas resultantes son:

1. Compromiso profesional
2. Recursos digitales
3. Enseñanza y aprendizaje
4. Evaluación y retroalimentación
5. Empoderar a los estudiantes
6. Facilitar la competencia digital de los estudiantes

Y para cada una de estas áreas, así como para cada una de las 23 competencias resultantes; podríamos establecer una serie de acciones y criterios a seguir para que el docente STEAM sea competente digitalmente.

A modo de orientación, y dado que no es objeto de esta contribución desglosar todas y cada una de las competencias, así como de las competencias, en el siguiente apartado se abordan algunas sugerencias de acciones y criterios a seguir para desde el ámbito STEAM cubrir las 6 áreas del marco común de la CDD.

3. ¿CÓMO ABORDAR LAS 6 ÁREAS COMPETENCIALES DE LA CDD DESDE EL ÁMBITO STEAM?

Para cada una de las áreas se ofrecen una serie de acciones y criterios que pueden ayudar a conseguir un nivel competencial suficiente en el ámbito STEAM para ser un docente competente digitalmente.

3.1. Compromiso profesional

El compromiso profesional del docente STEAM se debe abordar desde una comunicación organizativa, tanto entre los miembros de un mismo centro educativo como con terceros y hacerlo a través de los medios y recursos que se establezcan para ello. Estos pueden ser desde el correo electrónico, las redes sociales (Álvarez-Herrero, 2023) o herramientas de mensajería instantánea procurando que esta sea más respetuosa y atenta con la protección de datos (de ahí que sea más aconsejable Telegram a WhatsApp).

Por otro lado, también se fomentará la participación, la colaboración, la coordinación profesional y la práctica reflexiva (Angulo y Campoverde, 2021). Todo ello se puede conseguir desde las diferentes comunidades de docentes existentes en redes sociales (Álvarez-Herrero, 2021) y otros canales de comunicación que permiten todas estas acciones.

Así mismo, el docente velará tanto por su desarrollo profesional, realizando de forma continua actividades formativas (Berrón-Ruiz, 2023; Roig-Vila et al., 2021); como por la protección de sus datos personales, atendiendo a que se respete su identidad digital y reputación online.

3.2. Recursos digitales

El docente STEAM ha de ser capaz de saber buscar y seleccionar contenidos digitales de entre los muchos existentes, así como crear y modificar los propios o ajenos (Del Moral et al., 2023), y tener muy presente los criterios que rigen la protección, la gestión y la compartición de dichos contenidos. En este último aspecto, se deben tener muy presentes las licencias creative commons, muy indicadas para la protección y compartición de recursos digitales.

3.3. Enseñanza y aprendizaje

En los procesos de enseñanza-aprendizaje del alumnado, el docente debe ser capaz de integrar los recursos digitales de una forma planificada y que sirvan de apoyo y orientación al alumnado. El docente STEAM ha de desarrollar habilidades y estrategias que le permitan implementar las tecnologías digitales en el desempeño de su labor docente y hacerlo en conjunción con las metodologías más apropiadas para cada intervención. En este sentido hay que tener presente las llamadas metodologías activas que focalizan la atención en el estudiante como verdadero protagonista del aprendizaje (Álvarez-Herrero, 2022; Fuentes y González, 2017). Esto a su vez le permitirá promover el aprendizaje entre iguales y el aprendizaje autorregulado (aquel en el que el alumnado es capaz de realizar una metacognición o una reflexión sobre su propio aprendizaje).

3.4. Evaluación y retroalimentación

Existen numerosos recursos digitales que facilitan el proceso, que no suceso, de la evaluación y la retroalimentación del alumnado desde una perspectiva STEAM (Fuentes-Hurtado y González, 2019). Las tecnologías digitales posibilitan la evaluación, tanto en el diagnóstico, la gestión, como la tutela de las acciones y procedimientos utilizados por los estudiantes (Álvarez-Herrero y Hernández-Ortega, 2020). Y ello a su vez

debe ir acompañado de una retroalimentación que permita seguir orientando al alumnado en su proceso de enseñanza-aprendizaje, con informaciones y orientaciones que permitan al estudiante seguir encaminando sus progresos e ir rectificando y mejorando sus déficits.

3.5. Empoderar a los estudiantes

En este caso, el docente STEAM ha de ser capaz de utilizando las tecnologías digitales lograr la accesibilidad a las mismas por parte de todos (Kerexeta, 2021), de manera que también pueda atender a las necesidades individuales de cada estudiante, rompiendo las brechas que de cualquier índole puedan existir (Hernández y Espuny, 2022) y de esta manera lograr un compromiso activo del alumnado en su propio aprendizaje.

3.6. Facilitar la competencia digital de los estudiantes

El docente debe guiar y facilitar el desarrollo de la competencia digital de su alumnado. Y ello debe hacerlo desde las siguientes áreas o ámbitos de acción: alfabetización mediática y tratamiento de la información; comunicación, colaboración y ciudadanía digital; creación de contenidos digitales; uso responsable y bienestar digital; y resolución de problemas (Iglesias et al., 2023; Martínez-Piñeiro et al., 2019; Paredes-Labra et al., 2019; Sánchez, 2021).

4. CONCLUSIONES

Desde el ámbito de las áreas STEAM, y sea cual sea la etapa educativa en la que trabaje un docente de estas áreas, existe una necesidad que a la vez debe suponer un compromiso por parte de este, de más pronto que tarde, ser competente digitalmente. Ciertamente es que esto es tarea de todo docente, sea de áreas STEAM o de otras áreas, pero en el ámbito que nos ocupa y como acabamos de ver, los docentes STEAM tienen para cada una de las áreas competenciales del marco común de la CDD, una serie de acciones y criterios específicos que aquí se han detallado y ejemplificado con investigaciones precedentes. Todo ello debe servir de orientación y guía para que los docentes STEAM velen por su CDD y lo puedan hacer desde su especialidad o área de acción.

Estas orientaciones deberían llegar y ser tenidas en cuenta a la hora de realizar planes de acciones formativas encaminadas al desarrollo y a la actualización de la CDD de los docentes STEAM, pero siempre desde la perspectiva de que todo ello exige una actualización constante, ya que las tecnologías digitales día a día presentan novedades y recursos que facilitan y mejoran los procesos y las actuaciones de los docentes.

5. REFERENCIAS

- Álvarez-Herrero, J. F. (2020). Kit básico de herramientas, habilidades y destrezas para ser un/a docente competente digitalmente. En A. I. Allueva y J. L. Alejandre (Coords.), *Actas del Congreso Internacional Virtual USATIC 2020* (pp. 145). Servicio de publicaciones de la Universidad de Zaragoza. Retrieved from: <http://bit.ly/virtualTIC02>
- Álvarez-Herrero, J. F. (2021). Canales de Telegram en el ámbito STEM de las ciencias. Un camino innovador en la autoformación docente. En M. A. Martín y C. Soria (Coords.), *Cuestiones transversales en la innovación de la docencia y la investigación de las ciencias sociales y jurídicas* (pp. 734-756). Dykinson. Retrieved from: <https://bit.ly/telegramSTEM>
- Álvarez-Herrero, J. F. (2022). Metodologías activas entre el profesorado STEM de secundaria: Uso y percepciones. *HUMAN REVIEW. International Humanities Review / Revista Internacional De Humanidades*, 11(Monográfico), 1–9. <https://doi.org/10.37467/revhuman.v11.3860>
- Álvarez-Herrero, J. F. (2023). Redes sociales en la mejora del aprendizaje de las áreas STEM en educación secundaria. Cambiando las percepciones del docente sobre el uso de las redes sociales. *TECHNO REVIEW. International Technology, Science and Society Review / Revista Internacional De Tecnología, Ciencia Y Sociedad*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.37467/revtechno.v14.4818>
- Álvarez-Herrero, J. F. y Hernández-Ortega, J. (2020). Formación online versus formación presencial: evaluación y rendimiento académico del alumnado universitario. En E. Sánchez, E. Colomo, J. Ruiz y J. Sánchez (Coord.), *Tecnologías educativas y estrategias didácticas* (pp. 847-854). UMA Editorial. Retrieved from: <http://bit.ly/presenVOnline>
- Angulo Camacho, R. y Campoverde Díaz, J. (2021). Fortalecer la figura profesional a través de la educación STEM. [Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/2620>

- Berrón-Ruiz, E. (2023). Impulso de la competencia digital educativa a través de proyectos formativos. *Transformar*, 3(4), 19–33. Retrieved from: <https://revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/75>
- Del Moral Pérez, M. E., Neira-Piñero, M. R., Castañeda Fernández, J., y López-Bouzas, N. (2023). Competencias docentes implicadas en el diseño de Entornos Literarios Inmersivos: conjugando proyectos STEAM y cultura maker. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), pp. 59-82. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33839>
- Fuentes Hurtado, M. y González Martínez, J. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 17(54). Retrieved from: <https://revistas.um.es/red/article/view/298881>
- Fuentes-Hurtado, M. y González Martínez, J. (2019). Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 70, 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.70.1469>
- Hernández Sempere, I. y Espuny Vidal, C. (2022). Estudios STEM y la brecha digital de género en bachillerato. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 81, 55-71. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.81.2601>
- Hernández-Ortega, J. y Álvarez-Herrero, J. F. (2021). Gestión educativa del confinamiento por COVID-19: percepción del docente en España. *Revista Española de Educación Comparada*, 38, 129-150. <https://doi.org/10.5944/reec.38.2021.29017>
- Iglesias Rodríguez, A., Martín González, Y., y Hernández Martín, A. (2023). Evaluación de la competencia digital del alumnado de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 41(1), 33–50. <https://doi.org/10.6018/rie.520091>
- Kerexeta, I. (2021). Competencia digital docente e inclusión educativa del alumnado desde la perspectiva del profesorado en escuelas de América Latina y de Euskadi. Estudio del caso conectandoescuelas.org. [Tesis doctoral. Universidad del País Vasco]. <http://hdl.handle.net/10810/59248>
- Larraz Rada, V., Álvarez-Herrero, J. F., Espuny Vidal, C., y González-Martínez, J. (2019). La evaluación de la competencia digital y de la competencia digital docente. En M. Gisbert Cervera, V. Esteve-González y J.L. Lázaro Cantabrana (eds.), *¿Cómo abordar la educación del futuro? Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente* (pp. 169-182). Octaedro, Colección Universidad.
- Martínez-Piñero, E., Gewerc, A., y Rodríguez-Groba, A. (2019). Nivel de competencia digital del alumnado de educación primaria en Galicia. La influencia sociofamiliar. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 19(61). <https://doi.org/10.6018/red/61/01>
- Paredes-Labra, J., Freitas, A., y Sánchez-Antolín, P. (2019). De la iniciación al manejo tolerado de tecnologías. La competencia digital de los estudiantes madrileños antes de la educación secundaria. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 19(61). <https://doi.org/10.6018/red/61/03>
- Roig-Vila, R., Álvarez-Herrero, J. F., y Urrea-Solano, M. (2021). Formación docente para la innovación en la enseñanza de las STEM. En M. P. Prendes, I. M. Soriano y M. d. M. Sánchez (Coords.), *Tecnologías y pedagogía para la enseñanza STEM* (pp. 111-122). Pirámide.
- Sanchez Vera, M. del M. (2021). El desarrollo de la Competencia Digital en el alumnado de Educación Infantil. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 76, 126-143. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.76.2081>

FOMENTO DE LA COMPETENCIA DIGITAL Y EL PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE LAS FAKE NEWS

E LÓPEZ-IÑESTA¹, MÁ QUEIRUGA-DIOS², MT SANZ¹, A FORTE¹, D GARCÍA-COSTA¹, D HERREROS, . BOTELLA-MASCARELL¹, S RUEDA, L. MONSALVE-LORENTE¹, E ÁLVAREZ-GARCÍA¹, F GRIMALDO¹

¹Universitat de València, España

²Universidad de Burgos, España

emilia.lopez@uv.es

Abstract

El alumnado universitario como parte de una ciudadanía activa, debe comprender la información que le llega y saber filtrar los contenidos de las noticias recibidas a través de internet, televisión, redes sociales, etc. En este trabajo se presenta el diseño de un proyecto que emplea las noticias falsas y la competencia digital para estudiar qué es la desinformación y aprender herramientas de pensamiento crítico. En particular, se pretende que el alumnado aprenda a buscar información contrastada y a reflexionar sobre el grado de las competencias de pensamiento crítico y digital que tienen adquiridas y los canales que utilizan para informarse.

Keywords

Competencias, Competencia digital, Innovación, Noticias falsas, Pensamiento Crítico

1. INTRODUCCIÓN

Las competencias son la orientación fundamental que articula proyectos de educación como los de la OCDE y la Unión Europea. La OCDE, por ejemplo, con el Proyecto de Definición y Selección de Competencias conocido como DeSeCo (OCDE, 2001). Por su parte, la Unión Europea parte llevó a cabo el proyecto Tuning que como señala Montero-Curiel (2010) responde a un intento de fijar puntos de referencia y de convergencia de las estructuras educativas europeas para la consecución de los objetivos de la declaración de Bolonia del Espacio Europeo de Educación Superior. La adquisición de las competencias es el punto más importante de ese proceso de convergencia, ya que, todas las titulaciones universitarias están equiparadas en las competencias que debe adquirir cualquier estudiante de la Unión Europea independientemente de los años que duren los estudios.

Se puede definir competencia como la capacidad de aplicar los resultados del aprendizaje en la práctica en distintos contextos (CEDEFOP, 2008). Por ello, una competencia va más allá de la aplicación de la teoría y el conocimiento y abarca actitudes, habilidades sociales u organizativas y valores éticos.

Las competencias a desarrollar en los grados universitarios reúnen aspectos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 2018. Entre ellas que se encuentra la competencia digital que implica el uso seguro, saludable, sostenible, crítico y responsable de las tecnologías digitales para el aprendizaje, en el trabajo y para la participación en la sociedad, así como la interacción con dichas tecnologías.

Así, la competencia digital incluye varios aspectos de las denominadas habilidades del Siglo XXI (Maggio, 2018). En particular, habilidades vinculadas a la información, los medios de comunicación y la tecnología que se caracterizan por el uso de distintas herramientas tecnológicas y el acceso a información abundante donde resulta esencial disponer de una correcta alfabetización digital, pero también de una capacidad entrenada de pensamiento crítico. A este respecto, tal y como indican Bezanilla-Albisua et al. (2018), el desarrollo del aprendizaje basado en competencias ha producido un gran interés en los últimos años por el pensamiento crítico en la educación superior. En concreto, estos autores señalan que el pensamiento crítico y la resolución de problemas son competencias marcadas como esenciales en el currículum de las y los futuros profesionales por informes como el del Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2016).

En este sentido, las *fake news* son un material educativo ideal con el que trabajar fuera y dentro del aula. Un ejemplo de trabajo que usa las *fake news* como recurso para la divulgación científica y estudiar la

necesidad de alfabetización mediática e informacional de la ciudadanía se tiene en Manfra y Holmes (2020). Por otro lado, las noticias falsas se han utilizado como material formal en las aulas para dotar al alumnado de herramientas contra la desinformación en distintos trabajos (Hodgin y Kahne, 2018; Kaufman, 2021).

En este trabajo se presenta un Proyecto de Innovación Docente (PID) diseñado en los cursos 2021/2022 y 2022/2023 que tiene por objetivo desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento crítico y la competencia digital en estudiantes universitarios. Para ello se utilizan las denominadas *fake news* o noticias falsas como recurso con el que trabajar. La competencia digital como elemento central para estudiar qué es la desinformación, aprender herramientas de pensamiento crítico para evaluar la información recibida, distinguir la información falsa de la verdadera y aplicar métodos que permitan verificar gráficos, imágenes o textos de noticias de internet y redes sociales. Por otro lado, se trata de potenciar que el alumnado argumente sus opiniones basándolas en dicha información contrastada que ha de ser obtenida de fuentes fiables.

2. DISEÑO Y APORTACIONES DEL PROYECTO

Este PID aporta una serie de actividades con las que es posible desarrollar una metodología para capacitar a las y los estudiantes de grados y másters universitarios de distintas titulaciones para que sean mejores consumidores de información y apliquen en su vida diaria destrezas de la competencia digital y el pensamiento crítico más allá del aula.

El diseño del PID se ha realizado en el marco de un grupo de innovación docente estable en el que colabora profesorado de distintos departamentos de tres universidades españolas (Dpto. de Didáctica de la Matemática, Dpto. de Estadística e Investigación Operativa, Dpto. de Informática, Dpto. de Didáctica y Organización Escolar y Dpto. de Didácticas Específicas área de Didáctica de las Ciencias Experimentales). En particular, se trata de una colaboración entre la Facultad de Magisterio, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Facultad de Física, Facultad de Matemáticas y Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la Universitat de València y Facultades de educación de la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de Burgos.

Se trata de un equipo estable que ha colaborado en otros proyectos de innovación educativa relacionados con la comprensión de gráficos estadísticos o el uso de datos obtenidos de plataformas docentes para estudiar patrones del alumnado y el profesorado derivados de los procesos de enseñanza-aprendizaje (López-Iñesta y Sanz, 2021; Queiruga-Dios et al., 2021; Sanz et al., 2021).

Además, resulta interesante la conexión del alumnado de Facultades de Magisterio y Educación con el alumnado de niveles como Educación Infantil y Primaria. Este PID tiene en cuenta la necesidad de dotar al futuro profesorado de Infantil y Primaria de conocimientos relacionados con el pensamiento crítico y la competencia digital como parte de una ciudadanía capaz de entender la información disponible y como transmisores de conocimiento.

3. PUNTO DE PARTIDA DEL PROYECTO

El análisis de los datos, la gestión de la información y su tratamiento está presente en las competencias clave vinculadas a los objetivos definidos para la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en España en la reciente Ley Orgánica 3/2020 y afectan a materias del ámbito científico, de ciencias sociales, humanísticas o artísticas. Sin embargo, se observa que el alumnado universitario tiene carencias en su formación en cuanto a pensamiento crítico.

La reciente pandemia de la COVID-19 supuso un punto de partida para este proyecto. En concreto, las declaraciones del director general de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la conferencia de seguridad en Múnich en febrero de 2020 que ponían de manifiesto que “no solo estamos luchando contra una epidemia; estamos luchando contra una infodemia. Las noticias falsas se propagan más rápido y más fácilmente que este virus, y son igualmente peligrosas” (Ghebreyesus, 2020).

Se planteó una actividad utilizando la infografía de la Fig. 1 que hace referencia al concepto de infodemia con el trasfondo de la COVID-19. Ante la avalancha de información que llega a diario, se busca que el alumnado reflexione sobre la importancia de tomar decisiones basadas en información contrastada. Se trata de pensar en la importancia de filtrar la información recibida y no propagar noticias falsas, incompletas o bulos.

Como conclusión de esta actividad, se pide al alumnado que piense en otros ámbitos y contextos en los que es importante usar datos para obtener evidencias y tomar decisiones informadas. Dado el perfil de las y los participantes se hace hincapié en que surjan ejemplos del campo de la educación.



Figura 1. Declaraciones del director general OMS de febrero 2020. Fuente: <https://twitter.com/Eleccionesymas/status/1266180860207722496?s=20>

4. ACTIVIDADES

Se diseñan actividades para realizarse de manera individual, en parejas o en grupo.

Una primera actividad después del análisis de la infografía sería analizar en el aula qué se entiende por información falsa y desinformación planteando un debate en pequeños grupos de estudiantes y después realizando una puesta en común. Después del debate, se da al alumnado distintas definiciones relacionadas con la información que consume a diario de autores relevantes en el área de la comunicación y el periodismo en el estudio de la desinformación. Algunos de estos autores son Allcott y Gentzkow (2017) o Fallis (2015).

En una segunda actividad, se pregunta al alumnado si piensan si todas las personas nos preocupamos por igual ante la veracidad de las noticias que circulan por Internet. Se trata de una actividad que requiere de una reflexión individual para después hacer una puesta en común. Como material se aportan distintas infografías y el informe Digital 2021: Global Overview Report sobre internet, redes sociales y comercio electrónico (<https://datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report>).

Una tercera actividad, tendría el objetivo de que el alumnado adquiriera habilidades y hábitos que puedan aplicar a diario para valorar las noticias recibidas. Por un lado, se proporciona una batería de preguntas sobre pensamiento crítico basadas en la guía de Elder y Paul (2019).

Para poner en práctica el uso de estas baterías de preguntas, se propone al alumnado que busquen noticias en grupos de cuatro personas que han resultado falsas. A continuación, las han de intercambiar con otros grupos de la clase y utilizando las preguntas de pensamiento crítico deben tratar de averiguar si son noticias falsas. Se pueden encontrar noticias falsas en secciones concretas de periódicos en línea (por ejemplo, El País) o agencias de información como la BBC.

Como complemento a la actividad anterior, se propone en una cuarta actividad que el alumnado utilice buscadores o portales de Internet *fact-check* (Maldita, Newtral) para realizar las verificaciones de las noticias encontradas. Estos buscadores utilizan herramientas para verificar hechos con los que detectar noticias falsas en los medios de comunicación o en redes sociales. Se pide al alumnado que haga una lista de buscadores o páginas de *fact-check* y que explique cuáles son sus características o la metodología que emplean. Como buscadores o portales de Internet *fact-check* se puede usar el buscador de Google (<https://toolbox.google.com/factcheck/explorer>) que ofrece una clasificación en función de si la noticia es engañosa o es falsa

5. CONCLUSIONES

En este trabajo muestra el diseño de un Proyecto de Innovación Docente (PID) enmarcado en el ámbito de la educación por competencias que se puede extrapolar a otros niveles educativos o países que trabajen por competencias. Los materiales empleados y las sesiones preparadas hacen que sea un PID sostenible en el tiempo en términos de dedicación del profesorado y actualidad de la temática tratada y que, además, se pueda

exportar a otras licenciaturas o grados universitarios de distintos países. A la luz de las referencias empleadas, se expone la importancia del pensamiento crítico y la competencia digital y surge una necesidad de asegurar la alfabetización mediática e informacional a la ciudadanía en general y a las y los futuros docentes en particular.

6. AGRADECIMIENTOS

Trabajo enmarcado en el proyecto de la Universitat de València código SFPIE_PID-2080297 y el proyecto REMISS código PLEC2021-007850 del Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MICINN), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Next Generation EU (NGEU).

7. REFERENCIAS

- Allcott, H. y Gentzkow, M. (2017). Social media and fake news in the 2016 election. *Journal of economic perspectives*, 31(2), 211-36. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.211>
- Bezanilla-Albisua, M. J., Poblete-Ruiz, M., Fernández-Nogueira, D., Arranz-Turnes, S., y Campo-Carrasco, L. (2018). El pensamiento crítico desde la perspectiva de los docentes universitarios. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 89-113. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000100089>
- CEDEFOP (2008). *Terminology of European education and training policy: A selection of 100 key terms*. Office for Official Publications of the European Communities. <http://www.cedefop.europa.eu/EN/publications/13125.aspx>
- Elder, L. y Paul, R. (2019). *The art of asking essential questions: Based on critical thinking concepts and Socratic principles*. Rowman & Littlefield.
- Fallis, D. (2015). What is disinformation? *Library trends*, 63(3), 401-426. <https://doi.org/10.1353/lib.2015.0014>
- Gelfert, A. (2018). Fake news: A definition. *Informal logic*, 38(1), 84-117. <https://doi.org/10.22329/il.v38i1.5068>
- Ghebreyesus, T.A. (2020). Conferencia de Seguridad de Múnich. <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/munich-security-conference>
- Hodgin, E. y Kahne, J. (2018). Misinformation in the information age: What teachers can do to support students. *Social Education*, 82(4), 208-212. <https://www.socialstudies.org/social-education/82/4/misinformation-information-age-what-teachers-can-do-support-students>
- Kaufman, C. (2021). Civic education in a fake news era: Lessons for the methods classroom. *Journal of Political Science Education*, 17(2), 326-331. <https://doi.org/10.1080/15512169.2020.1764366>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. seq. 1, p. 122868-122953, 30 dic. 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- López-Iñesta, E. y Sanz, M. T. (2021). Estudio de dos modelos de aprendizaje semipresencial en educación superior. *Latin-American Journal of Physics Education*, 15(1), 17. http://www.lajpe.org/mar21/15_1_17.pdf
- Maggio, M. (2018). Habilidades del siglo XXI: Cuando el futuro es hoy. Fundación Santillana. <https://bit.ly/3NMelgC>
- Montero Curiel, M. (2010). El Proceso de Bolonia y las nuevas competencias / The Bologna Process and the new skills. *TEJUELO. Didáctica De La Lengua Y La Literatura. Educación / TEJUELO. Didactics of Language and Literature. Education*, 9, 19-37. <https://tejuelo.unex.es/article/view/2451>
- OCDE (2001). Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations (DeSeCo). Background paper. <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/41529556.pdf>
- Queiruga-Dios, M. A., Vázquez-Dorrío, J. B., Sáiz-Manzanares, M. C., López-Iñesta, E., y Díez-Ojeda, M. (2021). Assessment of the virtualised self-regulated learning ecology for the Didactics of Natural Sciences during the COVID-19 crisis. *PUBLICACIONES*, 51(3), 375-420. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/publicaciones/article/view/18046>
- Sanz, M.T., López-Iñesta, E., Garcia-Costa, D., y Grimaldo, F. (2020). Measuring Arithmetic Word Problem Complexity through Reading Comprehension and Learning Analytics. *Mathematics*, 8(9), 1556. <https://doi.org/10.3390/math8091556>
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Global Challenge Insight Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.

TEACHING STEAM BY EXAMPLE. INTEGRATING THE TEACHERS TO INTEGRATE THE DISCIPLINES

B PALOP¹, M.A. LÓPEZ-LUENGO²

¹UCM, Madrid y Uva, Segovia, España

²Uva, Segovia, España

b.palop@ucm.es

Abstract

This work arises from the need of solid theoretical frameworks that help teachers develop and implement high-quality project proposals for STEAM education. As education researchers, we have spent the last 7 years establishing strong connections between the theoretical and the applied research on the topic. We summarize in this paper the outputs of our working group, composed by kindergarden, school, highschool and university teachers, among which we find experts from all five letters of the acronym. We have produced and validated a didactical model, an assessment rubric and more than 40 proposals of STEAM-projects aimed at K-10 levels.

Keywords

STEAM, Interdisciplinarity, Project-Based Learning, Teacher training.

1. INTRODUCTION

For the last two decades, various organisations (see e.g. Eurydice report, 2012) have insisted on the importance of promoting the integrated learning of mathematics and science. There is widespread agreement in the literature on the role of interdisciplinarity for effective mathematics teaching (Alsina and Salgado, 2018) and the new Spanish curriculum (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022) insists on the need to develop the “STEM competence”.

The acronyms STEM and STEAM are used both inside and outside of the school-setting, having a different interpretation and meaning even within the educational community (Perignat and Katz-Buonincontro, 2019). It is interesting to note in the literature how words such as “integrative” or “integrated” are added before the acronym, or sometimes “education” after it, in order to distinguish the simple juxtaposition of the disciplines as in “the STEM job-market” from its interpretation in the educational setting, which is closer to Sanders and Wells’ seminal definition from 2006, as appears in Sanders (2012):

“Integrative STEM education refers to technological/engineering design-based learning approaches that intentionally integrate the concepts and practices of science and/or mathematics education with the concepts and practices of technology and engineering education. Integrative STEM education may be enhanced through further integration with other school subjects, such as language arts, social studies, art, etc.”

Let us emphasize the value of the above mentioned “other school subjects”, including them as the capital A in the acronym, and referring from this point on to STEAM Education, which has been a subject of research since 2010 (see Marín-Marín et al. 2021 for a bibliometric analysis on the issue). From an academic perspective, Zamorano-Escalona et al. (2018) claimed that the goal of STEAM Education is to integrate science, technology, mathematics, arts, and engineering in an interdisciplinary manner, which links the contents with the students’ life experiences, thus promoting the fulfillment of the objectives set out in harmony with the science curricula.

Integrated STEAM (i-STEAM) Education responds to the social needs of both professionals in the scientific and technological fields and the competences necessary for citizenship to address the major environmental and social challenges of the 21st century. The i-STEAM education offers more opportunities to engage the students by the transdisciplinary or interdisciplinary teaching processes (Hong et al., 2020; Knochel 2019; Ng and Fergusson; 2020; Oliveros-Ruiz 2019).

As noted, STEAM Education is an established research trend from which new lines of research are emerging, for example, the relationship with the development of Computational Thinking (Bati et al., 2018; Juskeviciene et al., 2020). However, there is yet little work on STEAM teacher training. As Ortiz-Revilla et al. (2021) point out, there are still few robust theoretical frameworks needed to support teachers in implementing STEAM education.

For non-university teachers to be able to develop STEAM Education and obtain in their classrooms the benefits of this educational approach that research has shown, more theoretical development is of course needed. Additionally, the academic community has to be able transfer these developments and provide teachers with practical resources to tackle this new approach successfully.

In this paper we summarize how the research group UVaSTEAM, from the University of Valladolid, has tried to help schoolteachers to overcome or, at least, diminish these difficulties and bring STEAM Education to the actual classroom from Early Childhood education up to University levels.

2. WORKGROUP IN ACTION

To successfully include STEAM Education in the Spanish schools, we should first integrate the parts of the curriculum (understood as the combination of the skills and the knowledge) where the natural and social sciences (S), mathematics (M), and art (A) intersect making the boundaries between one subject and the other are no longer discernible for the learner. With this fundamental idea in mind, students should be able to use engineering (E) techniques to undertake realistic challenges with the help of technological (T) tools, which methodologically, links us to Project Based Learning.

If we want students to work under this approach, we need as teachers to cooperate and integrate the subjects ourselves. Having a shared topic with an engaging context where each subject tries to approach is only the beginning. Our goal is to ask students, when they are immersed in a STEAM project, what subject they are learning and obtain a blank face. Real i-STEAM Education makes the boundaries between disciplines melt and both teachers and students feel a continuum of practices where their vocabulary, ideas and methods merge all subjects.

The ideas behind are attractive but conflicts arise when we try to bring it into practice, growing as children move on to higher grade levels due to:

- Schools' organization and subject-oriented schedules
- Few coordination moments due to high load of in-class hours plus with free schedule outside these (no organized collaboration times in teacher's schedules)
- Subject oriented curriculum, where content does not necessarily happen in the correct chronological order.
- Tendency to have specialized teachers even in first grades (mandatory in Spain for Music, PE & English). This generates in teachers' feelings of lack of general content knowledge.
- Lack of Project Based Learning experiences from the part of the teachers when they were students.

2.1. A didactical model is generated

One of the issues that arise when STEAM Education is faced for the first time in a school is how to design a proposal that covers all the didactical requirements that STEAM Education brings, which we have tried to summarize in our model STEAM2Learn (see Fig. 1, in Spanish).



Figure 1. STEAM2Learn didactical model.

2.2. Developing STEAM proposals

An interdisciplinary-international-interlevel group is formed for each project proposal and the main challenge is debated. Ideas range from broad contexts like “Helping people” (see Walking friend <https://www.steam-ct.org/p12-15-helping-people> and Helping people <https://www.steam-ct.org/p6-9-hp>) to classical didactical challenges like developing a Measuring tool (see <https://stem4math.eu/measuring-tool>). Once the challenge has been agreed on, the sequence of challenges that students are going to face are discussed. What do children need to learn in order to solve the main challenge? How can we promote the learning of the curricular aspects from all disciplines? How can we integrate them in a meaningful way? Whichever is the main topic where the challenge arises, each designer is asked to approach the issue with their own curriculum in mind.

The question they are encouraged to answer is “how can my curriculum be of help for a student who needs to solve this challenge?” or even, “how can this challenge be more interesting by the inclusion of my curriculum?” As an example, while building a Greenhouse (see <https://stem4math.eu/greenhouse>) students are asked to find the perfect location for it... and write a formal letter to the headmaster asking for the use of that space. Our goal is that students find that their curriculum, where formal letters need to be written, has an intrinsic value. The letter is thus an answer to the problem they face (e.g., we need to make use of a common space), and not to a question that we pose (e.g., write 500 words on greenhouses).

Once the project has been planned, we take them to the real classroom setting. Usually, each project is tested in the country where it has been developed as well as in a second country. Sometimes the classroom teacher is part of the developing team, but this is not always the case. In these cases, UVaSTEAM tries to provide a coach from the university who follows the implementation and helps the teacher make the necessary adjustments for the project to land in a real setting. When the project has been implemented in, at least, two different schools, lead teachers meet with each other and, together with the development team, a careful analysis of the proposal is made. The feedback is integrated into a revised version, which is then uploaded to our website.

3. RESULTS

After seven years and two international Erasmus+ projects, from two individuals that belonged to different areas (Science Education and Mathematics Education), we are now a group of 10 university professors, we have a Postgraduate course on STEAM Ed, collaborate regularly with different countries and have published more than 40 school projects that have been put into practice in 8 countries, each one of them carefully designed and reviewed following the process that we have described above. The projects that have been developed range the main focus from Music Education (see Math to the rhythm <https://stem4math.eu/math-rhythm>) to Physical Education (see Our solidarity race <https://stem4math.eu/our-solidarity-race>), Technology (see Mission to Mars <https://stem4math.eu/mission-mars>), Social Studies (see Travel expo <https://www.steam-ct.org/p9-12-traveling>), Health (see The beverage factory <https://stem4math.eu/beverage-factory>) or Art (see Do we all see the same colors? <https://www.steam-ct.org/p9-12-colours>).

Looking back at the main tensions that arise when STEAM teaching is introduced into a real school environment, we argue that a small collection of validated practices will make new teachers feel comfortable. Of course, the presence of closed topics limits student choice, but the assignments have been tested to be attractive to the target students, and in our experience the benefits outweigh the drawbacks. First of all, coordination time is reduced because you are already given a task sequence that only requires assigning the most appropriate person to each session, depending on the subject being taught. This sequence makes teachers feel more comfortable while students are working in the project, since they are expected to give support to the whole process but work specifically from their own discipline in their assigned sessions. Additionally, since the projects have already been thought to adjust to the curriculum, there is a lower risk of having to work on non-curricular tasks, for which we barely have enough time. Given that the project is a mean to make the learning happen, it is through the making that students acquire both the skills and knowledge expected in the curriculum.

Considering the teachers' own lack of experience as project developers, our approach has been to start introducing STEM education into the practice of university teaching (by now, in science and mathematics courses). This way, future teachers are faced with project-based learning, encouraged to find connections between disciplines, to reflect on their experiences as future teachers, and to understand why and how each step of learning took place.

4. CONCLUSION

Our experience so far is that, once teachers are accompanied and coached in their first year of STEAM Education, if they have implemented a well-thought project, many of their fears disappear and the coaching is no longer needed.

Finally, we point out the essential role of Education Faculties in transferring research to the schools. If teachers are enforced to implement STEAM Education in their classroom, the least that Academia can do is to help them learn how to do it and provide schools with good practice examples. As Beltrán Meneu et al. (2018) point out, it is only through changes in teacher training that new results will be obtained in the classroom.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This work was funded by the Erasmus+ European projects “STEM4Math” and “STEAM-CT”, and Universidad de Valladolid Teaching Innovation Project “PENSACIENCIA. Repensar la ciencia escolar. 2021-22 y 2022-23.

6. REFERENCES

- Alsina, A. & Salgado, M. (2018). Land Art Math: una actividad STEAM para fomentar la competencia matemática en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2018.1-11>
- Bati, K., Yetişir, M. I., Çalışkan, I., Gunes, G., & Saçan, E. G. (2018). Teaching the concept of time: a steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education*, 5(1), 1–16 <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1507306>.
- Beltrán Meneu, M.J.; Hurtado Soler, D. Ferrando Palomares, I. (2018). Formación STEM en el grado de maestro: una experiencia docente”. *@tic Revista d’innovació educativa*, 20, 35-42. <http://doi.org/10.7203/attic.20.10946>
- European Commission/EACEA/Eurydice (2012) *Developing Key Competences at School in Europe: Challenges and Opportunities for Policy-2011/12. Eurydice Report*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Hong, J. C., Ye, J. H., Ho, Y. J., & Ho, H. Y. (2020). Developing inquiry and hands-on learning model to guide STEAM lesson planning for kindergarten children. *Journal of Baltic Science Education*, 19(6), 908–922 <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.908>.
- Juskeviciene, A., Stupurienė, G., & Jevsikova, T. (2020). Computational thinking development through physical computing activities in STEAM education. *Computer Applications in Engineering Education*, 29, 175–190 <https://doi.org/10.1002/cae.22365>.
- Knochel, A. (2019). STEAM It Up. Digital fabrication, transdisciplinary zones, and art education. In A. Wexler, & V. Sabbaghi (Eds.), *Bridging Communities through Socially Engaged Art*, (pp. 131–136). New York: Routledge
- Marín-Marín, J.A., Moreno-Guerrero, A.J., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2021). STEAM in education: a bibliometric analysis of performance and co-words in Web of Science. *International Journal of STEM Education* 8, 41. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00296-x>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2022). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Ng, W., & Fergusson, J. (2020). Engaging high school girls in interdisciplinary STEAM. *Science Education International*, 31(3), 283–294. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i3.7>.
- Oliveros-Ruiz, M. A. (2019). STEAM as a tool to encourage engineering studies. *Revista Científica*, 35(2), 158–166 <https://doi.org/10.14483/23448350.14526>.
- Ortiz-Revilla, J.; Sanz-Camarero, M. & Greca, I.M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking skills and creativity*, 31, 31-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>

- Sanders, M. E. (2012). *Integrative STEM education as "best practice"*. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia.
- Zamorano-Escalona, T.; García-Cartagena, Y.; Reyes-González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: Principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, 41, 1–21. <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

EVOLUCIÓN DE VARIABLES COGNITIVAS Y AFECTIVAS DE MAESTROS EN FORMACIÓN: DISEÑO DE TALLERES PRÁCTICOS BASADOS EN LA INTEGRACIÓN STEM

M MATEOS NÚÑEZ, G MARTÍNEZ BORREGUERO, FL NARANJO CORREA
Universidad de Extremadura, España
milagrosmateos@unex.es

Abstract

Entre las necesidades formativas más demandadas para mejorar las competencias docentes, expertos destacan las relacionadas con la metodología. A ello se suma la necesidad de fomentar la alfabetización científica de la población. Para asegurarse de que los estudiantes sean enseñados por profesores bien cualificados en ciencia y tecnología, las instituciones educativas han comenzado a lanzar planes de estudio dirigidos a la integración STEM. Con este precedente, el objetivo del trabajo ha sido analizar la evolución cognitiva y emocional de maestros en formación tras el diseño y desarrollo de talleres prácticos basados en la integración de contenidos STEM. Concretamente, han participado 230 alumnos del grado de Educación Primaria. Para analizar las variables señaladas anteriormente se diseñaron un pretest y un post-test implementados antes y después del desarrollo de los talleres STEM. Los resultados manifiestan que los participantes partían con un nivel de conocimientos, unas percepciones de autoeficacia docente y unas emociones hacia la enseñanza científica poco favorables. Sin embargo, tras la elaboración y diseño de talleres didácticos, basados en metodología STEM, se observó una significativa ($\text{Sig.} < 0,05$) mejora de las variables de estudio. Los participantes manifestaron sentirse más capacitados para la impartición e integración de conceptos científico-tecnológicos a su futuro alumnado.

Keywords

Dominio cognitivo, Dominio Afectivo, Educación STEM, Maestros en formación.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de conocimiento científico-tecnológico útil para que los estudiantes y futuros ciudadanos comprendan y transformen la realidad que les rodea es parte de una problemática mayor llamada bajo nivel de alfabetización científica (Cajas, 2001). La enseñanza es una de las claves para el logro de buenos aprendizajes, pero muchos maestros y profesores están mal preparados para la tarea (Vaillant, 2007). Otros no se conciben a sí mismos como profesionales que puedan y deban tomar decisiones acerca de las finalidades educativas, la naturaleza de los contenidos escolares, los modelos metodológicos y los sistemas de evaluación (Porlán, 2002).

La mayoría de los futuros docentes han planteado su concepto de ciencia y de cómo enseñarla observando a sus profesores a lo largo de sus años de escolaridad e interpretando las clases recibidas (Bonil y Márquez-Márquez-Bargalló, 2011). A ello se suma que, en muchos casos, la formación del profesorado, tanto la inicial como la permanente, no promueve un conocimiento práctico profesional que integre de manera satisfactoria conocimientos teóricos y modelos de enseñanza alternativos e innovadores (Jeong et al., 2016).

A tenor de lo anterior, las instituciones gubernamentales han pedido que se haga más hincapié en los campos científico-tecnológicos y que se mejore la calidad de los planes de estudio y su instrucción en estas áreas. En consecuencia, la educación integrada en STEM ha recibido una atención creciente en los últimos años. Desde siempre, la educación científica-tecnológica de la mayoría de los países se ha centrado en las materias individuales, en particular la ciencia y las matemáticas. Los esfuerzos de reforma, incluyendo el desarrollo de estándares de aprendizaje y, más recientemente, las evaluaciones a gran escala también han tratado las materias STEM en su mayoría de forma aislada (Honey et al., 2014). Sin embargo, la introducción reciente de la ingeniería en algunas aulas de secundaria y en entornos extraescolares han elevado la idea de la interdisciplinariedad como un componente potencial de la educación STEM (Honey et al., 2014). En respuesta, están surgiendo numerosos programas y escuelas especializadas en una enseñanza integrada en STEM.

Sin embargo, un cambio en el enfoque del programa de estudios debe comenzar con profesores bien capacitados y dispuestos (Borrego y Henderson, 2014). Es crucial que la formación de los maestros se centre en la riqueza y profundidad del conocimiento teórico del contenido, los fundamentos, las pedagogías, el plan de estudios, la investigación y las cuestiones más específicas de las disciplinas STEM (Sanders, 2009). En base a ello, el desarrollo profesional en STEM de los futuros profesores puede facilitarse haciendo que los programas de formación de profesores se centren en fomentar la capacidad pedagógica de interrelacionar conocimientos teóricos científico-tecnológico-matemáticos y las actitudes positivas y disposición hacia estas disciplinas (Lee y Nason, 2012). En definitiva, es necesario fomentar la capacidad pedagógica y la interdisciplinariedad para que los profesores puedan planificar eficazmente actividades de aprendizaje que impliquen la integración de las disciplinas STEM en un contexto determinado.

2. METODOLOGÍA

El objetivo del trabajo ha sido analizar la evolución cognitiva y emocional de maestros en formación tras el diseño y desarrollo de talleres prácticos basados en la integración de contenidos STEM.

El diseño de la investigación desarrollada ha seguido de tipo cuasi experimental con pre-test y post-test, llevando a cabo un análisis de datos cualitativo y cuantitativo en función de las diferentes variables objeto de estudio. La muestra participante fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico de conveniencia debido a la facilidad de acceso a la misma, al ser nuestros alumnos del área de didáctica de las ciencias experimentales. En concreto, han participado 230 alumnos que están formándose para ser futuros maestros de Educación Primaria.

Se ha recabado información antes y después de la elaboración de los talleres mediante un pre-test y un post-test. Específicamente ambos cuestionarios estaban compuestos por tres apartados: un primer apartado compuesto por varias preguntas teórico-competenciales para valorar el nivel de conocimientos; un segundo apartado configurado por 17 enunciados para evaluar la autoeficacia docente mostrada ante la enseñanza de contenidos científico-tecnológicos, mediante escala Likert que iba de 0 (Nada competente) a 4 (Totalmente competente). La última sección iba dirigida a analizar las emociones manifestadas hacia la enseñanza-aprendizaje de las áreas STEM (5 emociones positivas y 5 emociones negativas).

La Fig. 1 muestra ejemplos de talleres STEM realizados por los maestros en formación.

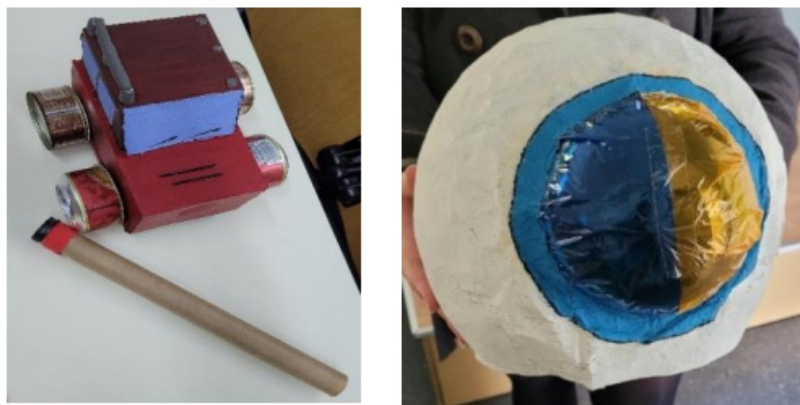


Figura 1. Fotografías de algunos Proyectos STEM.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados sobre el nivel de conocimientos

El análisis descriptivo realizado revela una mejora en el nivel de conocimiento de los futuros maestros tras la intervención didáctica desarrollada basada en el diseño y elaboración de talleres STEM para la etapa primaria. Concretamente, los sujetos han alcanzado una puntuación media de 6,42 puntos en el post-test, frente a la puntuación de 2,69 puntos obtenida en el pre-test. Asimismo, el análisis inferencial realizado pone de manifiesto que, tras las intervenciones, los resultados en el nivel de conocimientos son significativamente más altos que antes de ella, ya que se obtiene una significatividad menor a 0,05. Estos resultados sugieren que la implicación del futuro profesorado en el diseño de los talleres STEM ha favorecido en gran medida el aprendi-

zaje de conceptos STEM. Además, coincidimos con Radloff y Guzey (2016) en que el desarrollo de proyectos STEM no sólo ayudará a los maestros a enseñar mediante la integración STEM, sino que les ayudará a sentirse más cómodos a la hora de enseñar ciencias en el futuro ejercicio profesional.

3.2. Resultados sobre la autoeficacia docente

Al analizar los enunciados dirigidos a valorar la autoeficacia docente percibida, se comprobó que la muestra participante seleccionaba mayoritariamente los ítems *Nada competente* y *Poco competente* antes de la intervención. Es decir, en un inicio, los futuros maestros se percibían poco competentes ante la enseñanza de contenidos relacionados con las áreas STEM. Por el contrario, tras el diseño y construcción de los talleres STEM y la realización de los informes necesarios, los maestros en formación mejoraron su percepción en relación a su propia autoeficacia docente. Los valores porcentuales obtenidos en el pos-test para dicha variable indicaron que la muestra participante seleccionaba mayoritariamente los ítems *Bastante competente* y *Totalmente competente* para enunciados como “Explicar las partes que componen un circuito eléctrico y sus funciones”, “Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos” o “Explicar los efectos del calor en el aumento de temperatura y dilatación de algunos materiales”. Estos resultados sugieren nuevamente que la educación STEM mejora no solo del nivel de conocimientos sino también de las creencias y percepciones de autoeficacia ante la enseñanza de contenidos de ciencia y tecnología. Por consiguiente, se asume que el desarrollo profesional de los maestros en ciencias debería realizarse mediante la participación activa de los mismos en actividades prácticas que les permitan examinar tanto el contenido como el proceso de la ciencia (Duran et al, 2009).

3.3. Resultados sobre las emociones

Los datos emocionales revelan que los futuros maestros mostraban cierto rechazo hacia la enseñanza-aprendizaje de las áreas STEM antes de llevar a cabo la intervención. Concretamente, se observó una alta manifestación de emociones negativas como tensión, preocupación y aburrimiento. Asimismo, en un inicio, la manifestación de emociones positivas como confianza o diversión fue baja o incluso nula en algunos casos.

Cuando se analizaron los datos emocionales tras las intervenciones se verificó un aumento estadísticamente significativo (Sig. < 0,05) de las emociones positivas y un descenso estadísticamente significativo (Sig. < 0,05) de las negativas. Estos resultados están en la línea de otros estudios que indican que las experiencias prácticas son una manera de aprender y motivar a los estudiantes (Martínez-Borreguero et al., 2018) ya que la variable emocional mejora cuando las sesiones expositivas se complementan con actividades indagatorias y manipulativas (Mateos-Núñez et al., 2019).

4. CONCLUSIÓN

El potencial educativo de los entornos de aprendizaje basados en la interdisciplinariedad permite a los estudiantes rendir a niveles cognitivos más altos, apoyan el aprendizaje constructivo y promueven la investigación científica y el cambio conceptual. Asimismo, teniendo en cuenta que las actitudes y las emociones de los estudiantes de primaria y secundaria mejoran cuando las sesiones expositivas se complementan con actividades experimentales (Mateos-Núñez et al., 2019), se cree necesario mejorar la formación docente en metodologías integradas en STEM para promover no sólo el interés y el fomento de vocaciones científicas en su futuro alumnado sino también mejorar sus propias actitudes ante la práctica educativa relacionada con las áreas STEM, pues si los docentes exhiben una valoración negativa de su práctica docente, los futuros alumnos también tendrán una valoración desfavorable.

5. AGRADECIMIENTOS

Proyecto PID2020-115214RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

6. REFERENCIAS

- Bonil, J. y Márquez-Bargalló, C. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, (354), 447–472.
- Borrego, M. y Henderson, C. (2014). Increasing the use of evidence-based teaching in STEM higher education: A comparison of eight change strategies. *Journal of Engineering Education*, 103(2), 220-252. <https://doi.org/10.1002/jee.20040>

- Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. Enseñanza de las ciencias: *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(2), 243-254.
- Duran, E., Ballone-Duran, L., Haney, J., y Belyukova, S. (2009). The impact of a professional development program integrating informal science education on early childhood teachers' self-efficacy and beliefs about inquiry-based science teaching. *Journal of elementary science education*, 21(4), 53-70. <https://doi.org/10.1007/BF03182357>
- Honey, M., Pearson, G., y Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research* (Vol. 500). National Academies Press
- Jeong, J. S., González-Gómez, D., y Cañada, F. (2016). Students' perceptions and emotions toward learning in a flipped general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 747-758. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9630-8>
- Lee, K. y Nason, R. (2012). Reforming the Preparation of Future STEM Teachers. In Y. (Ed. . Shengquan (Ed.), *2nd International STEM in Education Conference* (pp. 33-39). Beijing: Normal University.
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F. L., Mateos-Núñez, M., y Sánchez-Martín, J. (2018). Recreational experiences for teaching basic scientific concepts in primary education: The case of density and pressure. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), em1616. <https://doi.org/10.29333/ejmste/94571>
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., y Naranjo-Correa, F. L. (2019). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 251-267.
- Porlán, R. (2002). La formación del profesorado en un contexto constructivista. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 271-281.
- Radloff, J. y Guzey, S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 759- 774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMAnia. *Technology Teacher*, 68(4), 20-27
- Vaillant, D. (2007). Mejorando la formación y el desarrollo profesional docente en Latinoamérica. *Revista Pensamiento Educativo*, 41(2), 1-16.

INNOVATION IN TEACHER TRAINING IN ITALY: THE INNOVAMENTI INITIATIVE

MIRKO LABBRI

EASE -EuropeAn Network of STEAM Educators

mirkolabbri@gmail.com

Abstract

The Innovamenti initiative (II), launched by the Italian Ministry of Education, aims to innovate and modernize the educational system by introducing new teaching methodologies and digital technologies throughout training on a large scale. The project focuses on enhancing the quality of education and fostering students' critical thinking and problem-solving skills. To deploy this project effectively, the Ministry has established the *Équipe formative territoriali* (EFT), Territorial training teams (TTT), a body of trainers 220-units strong, which plays a crucial role in coordinating the implementation of the initiative at the regional and national level. The TTT provides training, support, and guidance to teachers and school staff, promoting collaboration and knowledge-sharing. The Innovamenti initiative, together with the TTT, is a significant step towards a more inclusive and modern educational system in Italy.

Keywords

Teacher Training, Innovamenti project, *Équipe formative territoriali*, Territorial Training Teams, Digital innovation in pedagogy.

1. INTRODUCTION

Professional development is an essential mean to improve student achievement (Supovitz & Berne, 2000). The II, a multi annual group of projects, aims to promote innovative teaching practices in Italian schools by providing teachers with training, resources, and support to implement new approaches to teaching and learning. All projects were developed and managed by the territorial training teams (TTT), originally set up in 2019 as body of 120 full time trainers. They created to ensure the dissemination of the actions linked to the National Plan for a Digital School, and were enlarged to 220 part-time trainers in 2021 to support digital innovation in schools as part of the National Recovery and Resilience Plan as well as to promote actions to train teaching staff and enhance students' skills on innovative teaching methodologies.

2. TERRITORIAL TRAINING TEAMS

The TTT are made up of:

- 200 teachers in a semi-detached position from teaching activities, for fifty per cent of their working hours;
- 20 teachers on secondment at the Regional School Offices and at the Central Administration.

The Mission Unit of the National Recovery and Resilience Plan, in collaboration with the respective Regional School Offices, coordinates and monitors the TTT in order to guarantee an effective dissemination of the PNRR actions on the territory.

The support and accompanying actions carried out by the members of the teams in favor of the schools are divided into four areas.

2.1. Creation of Digital Environments

Support and accompaniment within the territory's educational institutions for the development and dissemination of solutions for the creation of digital environments with innovative and sustainable methodologies.

2.2. Experimentation of Organizational Models

Promotion and support for the experimentation of new organizational models, aimed at implementing methodological-didactic innovation, and the development of projects in digital didactics, digital citizenship, digital economy, media education.

2.3. Design of Training Courses

Support and accompaniment for the design and implementation of workshop training courses for teachers on didactic and digital innovation in the area's educational institutions, also in order to encourage the animation and participation of school communities, through the organization of workshops and/or training laboratories.

2.4. Documentation of Experimentations

Documentation of ongoing experimentation in school institutions, in the field of innovative teaching methodologies, monitoring and evaluation of the training actions adopted.

3. THE INNOVAMENTI INITIATIVE

During the 2021-2023 period, the II has developed a number of projects.

3.1. The First Innovamenti Project

The II started as a project of the same name, which aimed to promote the use of innovative methodologies, through short learning experiences, specifically dedicated to gamification, inquiry-based learning (IBL), storytelling, tinkering and hackathons. It offered one or more classroom experimentation paths, launched on a monthly basis, to interested teachers from preschool, primary, secondary schools and centers for adult education. These methodologies relate to specific pedagogies such as design-base science (Fortus et al., 2004) or action for inclusion (Darling-Hammond et al., 2014).

The project included sharing instructional design materials. Consistent with the theme of innovation methodology, the project made use of an educational game-inspired set-up: activities to exploration of each methodology proposed, in accordance with the curricular programming of the teacher and the class, as educational challenges for the achievement of symbolic badges to classes participating in each methodology (Fig. 1).



Figure 1. The First innovaMenti Project Methodologies.

Educational institutions could choose to participate in one or more of the methodologies and were able to count on the constant accompaniment of the territorial training teams, coordinated by the regional school office of reference, which had prepared a series of initiatives and support materials, such as a series of accompanying webinars, offered both nationally and regionally, an educational kit available upon request with the activity plans, sitography, regional help desks, and dedicated social accounts.

Schools were able to register their classes by filling out the appropriate form which could be accessed by headmasters or delegates.

3.2. Italia Code to Code

The Code Week, the week to promote computational thinking through coding, in its 10th edition in 2022, is an initiative promoted and supported by the European Commission as part of the European Digital Education Action Plan 2021-2027.

With EU Code Week 2022, schools of all levels were invited to join the national initiative “Italy-CodeToCode” (Equipe formative territoriali, 2022), a coding relay race between classes and institutes to tell the beauty and history of the territory and the school with visual programming languages. Organized by TTT with innovative teaching methodologies, to inspire the design and implementation of educational activities and, to promote digital education.

The platform “Scuola Futura,” was used for making a relay within the school and contained various printable materials and worksheets dedicated to different age groups, from preschool to secondary, useful to teachers to translate local traditions, customs and stories into code.

Once the coding activity was completed, groups of students or classes participated in relays and were able to pass a virtual baton to classes from other schools involved in the initiative, through a paper and digital torch with the CodeWeek symbol.

Schools participating in the initiative were invited to post the activity carried out on the map of CodeWeek by filling out the available form, logging into the appropriate section of the website for the purpose of obtaining the certificate of European Excellence.

On the map posted on the Italy-CodeToCode page on the “Scuola Futura” platform, it was possible to visualize the passage of the virtual torch between the schools involved, representing thus ideally the universal language of coding spreading throughout the country.

3.3. InnovaMenti Plus

The training project curated by the Territorial Training Teams dedicated to the dissemination of active methodologies, was enriched with a “plus”: an additional TECH-themed course, while landing on “Scuola Futura”, the platform for training school personnel, as part of the PNRR actions.

3.3.1. *METHODOLOGIES pathway.*

The activities of the Innovamenti project were transformed into a MOOC: An introductory course to five active teaching methodologies. Structured as a MOOC, usable in fully asynchronous online mode. The course is divided into five modules, organized into three units, to be enjoyed in the order preferred by the trainee:

1. pedagogical foundations;
2. the methodological toolbox;
3. the accompaniment to design.

Available on the platform: interactive videos, in-depth materials, worksheets for classroom experimentation. Available modules: Gamification, Inquiry, Storytelling, Tinkering, Hackathon.

3.3.2. *TECH Pathway*

An introductory course on four technology topics, contextualized in different teaching scenarios, paired with the implementation of some active methodologies. Available modules were developed around four topics: Robotics, Making&Coding, Artificial Intelligence, Metaverse: Augmented&Virtual Reality. They were delivered synchronously online, punctuated by 4 monthly webinars. Webinar recordings, worksheets for designing teaching activities, tips for configuring learning spaces and for formative reflection are available on the platform.

3.3.3. *STEM Pathway*

A short experiential course inspired by great female scientists, dedicated to all but designed specially to inspire female students/pupils and support them in pursuing science studies and careers (Fig. 2).

The teaching proposal is centered on the life of a female scientist, chosen by the whole school or individual class, a starting point for the design of an open-ended lesson. Among the course materials are tens of sample lesson plans to facilitate teachers in organizing lessons inspired by female scientists, both well and little known.

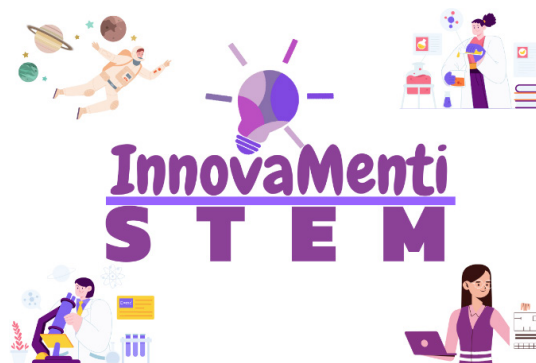


Figure 2. The TechPathway.

4. CRITICALITIES

Some criticalities in the development of the Innovamenti projects include:

Teacher participation: Ensuring that teachers are willing to participate in the project and adopt new teaching practices. Resistance to change is common, and some teachers may be hesitant to adopt new teaching methods, especially if they are not familiar with them. Specific to the projects of the II were the lack of completion of the full sequence of activities in order to receive the related badge at the end, by a significant percentage of teachers.

Sustainability: Ensuring the long-term sustainability of the project is also critical. Once the project funding ends, it is essential to ensure that the schools and teachers can continue to implement the new teaching practices that were introduced during the project, and that they have access to the available materials and MOOC.

Evaluation: It is critical to evaluate the impact of the II regularly. This involves collecting and analyzing data on various aspects of the II, such as teacher feedback, student performance, and resource utilization, to assess the project's effectiveness and identify areas for improvement.

Integration with the curriculum: Integrating the new teaching practices into the existing curriculum can be challenging. It is essential to ensure that the new practices align with the curriculum and are relevant to the students' needs.

5. CONCLUSIONS

Although the second year of the II is still in progress, the results of the first year and the large participation in the second year is encouraging, should structured data be made available by the Ministry of Education and research follow-up action are setup, there is the possibility of in depth analysis of the fallout. Further evolution of project should benefit from the insertion of researcher and specialists in the different areas of technologies and science to work alongside teachers as trainers (Wilson & Berne, 1999).

6. REFERENCES (AND NOTES)

- Darling-Hammond, L., Zieleski, M., & Goldman, S. (2014). Using technology to support at-risk students' learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(2), 127-141.
- Equipe formative territoriali, (2022), ItaliaCODEtoCODE, available at: <https://scuolafutura.pubblica.istruzione.it/en/codeweek22>
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning: A model of teacher professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Supovitz, J. A., & Turner, H. M. (2000). The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 963-980.
- Wilson, S. M., & Berne, J. (1999). Teacher learning and the acquisition of professional knowledge: An examination of research on contemporary professional development. *Review of Research in Education*, 24(1), 173-209.

COMPETENCIAS STEAM PARA UNA SOCIEDAD TECNOLÓGICAMENTE AVANZADA: UNA VISIÓN DESDE CASTILLA Y LEÓN

R BAELO ÁLVAREZ¹, MÁ TURRADO SEVILLA², E GÓMEZ MUÑOZ¹, R CAÑÓN RODRÍGUEZ¹, S GARCÍA MARTÍN¹,
RE VALLE FLÓREZ¹, M GRANDE DE PRADO¹, A NATAL DELGADO², D VÁZQUEZ BLANCO²,
LM LORENZANA GARCÍA², J FERRERO GONZÁLEZ², FM GARCÍA RODRÍGUEZ³,
J MARRODÁN GIRONÉS⁴, JM CAMINERO MELERO⁵

¹Universidad de León, España

²Inspección de Educación, León, España

³Inspección de Educación, Salamanca, España

⁴Inspección de Educación, Valladolid, España

⁵Inspección de Educación, Palencia, España

rbaea@unileon.es

Abstract

Los retos que existen en una sociedad con un alto componente tecnológico exigen de una ciudadanía formada y capaz de desenvolverse en estos entornos y contextos. El presente trabajo presenta algunos factores clave para fomentar el interés en las competencias STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) entre los estudiantes. Se reflexiona sobre estrategias pedagógicas, el rol del docente y las actividades llevadas a cabo en la región de Castilla y León, España, con el objetivo de mejorar la educación en STEAM.

Keywords

STEAM, motivación, formación docente, actividades STEM.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente nos enfrentamos, como sociedad, a grandes desafíos que requieren de una ciudadanía con habilidades y competencias que han llevado a un cambio en la concepción de nuestro modelo educativo. En esta línea las competencias se han asentado en el centro de este modelo y se ha rediseñado el mismo con la finalidad de que los estudiantes adquieran una serie de ellas consideradas como esenciales para desarrollarse personal y profesionalmente. Entre estas competencias clave encontramos las relacionadas con la matemática, la ciencia, la tecnología y la ingeniería. Estas competencias se agrupan bajo el acrónimo STEM (por sus siglas en inglés) y han cobrado un gran protagonismo en estas primeras décadas del siglo XXI. En la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) las competencias STEM están presentes, al igual que lo están otras de corte más social, humanístico o artístico y que permiten el abordaje de enfoques globales, más amplios como el STEAM. Este enfoque incluye cuestiones vinculadas con las humanidades, el arte o las ciencias sociales y, de esta forma, se promueve el desarrollo de habilidades creativas y críticas, así como la comprensión de la interconexión entre las disciplinas STEM y su impacto en la sociedad y el medio ambiente. El desarrollo de habilidades y competencias STEAM favorecen el desarrollo profesional y personal de la ciudadanía dentro de un mundo cada vez más globalizado y competitivo, permitiéndonos afrontar los retos tecnológicos y sociales existentes. A pesar de la relevancia de estas competencias, el número de estudiantes interesados en enfocar su desarrollo profesional en los campos STEM es cada vez menor (DigitalES, 2019). Se ha generado un desequilibrio entre las demandas de perfiles profesionales del ámbito STEM que tiene el actual mercado laboral y el número de titulados o profesionales existentes. Esta situación, además, augura un futuro difuso, ya que las previsiones señalan que en las próximas décadas habrá un importante incremento en la demanda de profesionales STEM (Leal Martín, 2023).

2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELECCIÓN DE UNA TITULACIÓN O PROFESIÓN STEM

Nos encontramos ante una situación en la que la demanda de perfiles profesionales STEM va al alza en el mercado laboral internacional, al mismo tiempo que somos testigos de una crisis en las vocaciones STEM

(Ayuso et al., 2022; Baelo et al., 2018). Los motivos por los que estamos ante esta situación son variados. El primero se relaciona con la importante presencia de la tecnología en todos los ámbitos de nuestra vida y que ha potenciado la necesidad de personal competente en los ámbitos STEM en cualquier ámbito profesional. El segundo podría relacionarse con los motivos que llevan a los estudiantes a escoger, rechazar o abandonar estudios vinculados con las profesiones STEM.

En este segundo grupo, de mayor interés desde una perspectiva educativa, encontramos variadas explicaciones y motivaciones, aunque los elementos esenciales que tienen una mayor incidencia en la toma de decisiones de los estudiantes para decantarse por una titulación o profesión STEM se pueden agrupar en torno a las siguientes categorías:

- El interés personal hacia la temática STEM. Se trata de una cuestión esencial, disponer de referentes, conocer el ámbito, estar interesado en las disciplinas, prácticas o temáticas que se abordan es una cuestión esencial a la hora de formarse en este campo.
- Las habilidades y capacidades que tienen los estudiantes en torno a las áreas STEM. Estas son una clave fundamental para tener éxito en el desarrollo de una profesión STEM.
- La autopercepción del estudiante sobre su capacidad para formarse y desarrollarse en el ámbito STEM. Las creencias que los estudiantes tienen sobre sus posibilidades de éxito, sus opciones de finalizar una titulación, desarrollar una tarea o un trabajo en el ámbito STEM, sus creencias actitudinales en relación con su autoeficacia tienen un gran peso a la hora de decantarse por una u otra titulación.
- El contexto social también es un elemento determinante. El apoyo de la familia, así como las aspiraciones que presenta el estudiante en relación con su futuro profesional condicionan la elección. Este elemento tiene un claro reflejo cuando se analizan los motivos que llevan a que existan colectivos infrarrepresentados en las titulaciones y profesiones STEM.
- La imagen social, la percepción y el valor que da el entorno social a los profesionales del ámbito STEM es un elemento que influye en la toma de decisiones de los estudiantes. La percepción de retorno económico, así como la valoración social que se da a los profesionales STEM, son factores que influyen en la decisión de los estudiantes.

3. DOCENTES, ADMINISTRACIÓN Y CURRÍCULO STEM

En Castilla y León desde el curso 2015-2016 se han puesto en funcionamiento diferentes iniciativas amparadas por la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa de la Junta de Castilla y León. Estas propuestas se han desarrollado con carácter experimental y la finalidad de fomentar las competencias STEM. Entre estas acciones encontramos proyectos de innovación educativa enfocados a la utilización de técnicas de programación y robótica en las aulas y en los que las tecnologías de la información y la comunicación, así como la formación y apoyo al profesorado son elementos esenciales. Para un mayor detalle de una parte de estos recomendamos la lectura del trabajo ganador del Premio de Investigación del CES de Castilla y León, en su edición de 2017 (Baelo et al., 2018).

No podemos dejar de resaltar el papel esencial que juegan los maestros, profesores, asesores, inspectores educativos y, en general, la administración educativa en la implementación y desarrollo de prácticas que permitan desarrollar y fomentar las competencias STEM. La participación y compromiso de todos los agentes que están directamente implicados en las actuaciones que se llevan a cabo en las instituciones educativas es esencial para poder avanzar hacia la mejora educativa y en este sentido, el campo de las competencias STEM no es una excepción.

La literatura revisada señala que el docente y sus actuaciones juegan un rol fundamental para despertar el interés y favorecer el desarrollo en el campo STEM. Estas actuaciones han de formar parte de una línea de trabajo, de un proyecto que debe contar con un respaldo institucional que permita asumir como rasgo identitario el fomento de un currículum STEM (Estévez-Mauriz y Baelo, 2021).

De igual manera, el enfoque desde el que se plantea el desarrollo de las competencias STEM también influye en los resultados. A este respecto, las consecuencias a nivel internacional parecen indicar que el trabajo integrado de las materias STEM tiene un efecto positivo en los resultados académicos de los estudiantes, al igual que el trabajo colaborativo entre el alumnado y también entre los propios docentes. Además, el fomentar la realización de actividades prácticas, así como el uso de herramientas tecnológicas son cuestiones que facilitan la adquisición y desarrollo de las competencias STEAM (Becker y Park, 2011; Micari y Pazos, 2021; Niess y Gillow-Wiles, 2013; Roehrig et al., 2021; Struyf et al., 2019; Thibaut et al., 2018).

De igual forma, no se ha de pasar por alto la necesidad de disponer de una buena formación por parte de los docentes, tanto en el aspecto disciplinar como en el metodológico, que permita el desarrollo de conceptos y prácticas STEM adecuadas a los intereses y capacidades de los estudiantes (DigitalES, 2019).

4. FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA EL FOMENTO DE LAS COMPETENCIAS STEM EN CASTILLA Y LEÓN

Como se ha señalado, en Castilla y León desde el curso 2015-2016 se han puesto en marcha, en el ámbito de la educación formal, diferentes proyectos con la intención de favorecer el desarrollo de las competencias STEAM. Estas actuaciones han ido acompañadas de otras desarrolladas desde ámbitos no formales y también por iniciativas impulsadas desde instituciones de educación superior y cuyos destinatarios han sido escolares de etapas pre-universitarias.

Dada la relevancia de la formación de los docentes para el fomento de las competencias STEAM, señalamos a continuación algunos de los proyectos que han sido desarrollados por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León vinculados a la formación docente en ámbitos STEAM. En este sentido uno de los pioneros puede haber sido el Proyecto de Innovación Educativa “Ingenia” cuya finalidad era la formación del profesorado mediante la utilización de lenguajes de programación, así como su aplicación posterior sobre kits de robótica para fomentar las competencias STEAM entre el alumnado. Este proyecto ha estado funcionando hasta el curso 2022-2023 y ha contado con dos modalidades, una para Primaria y otra para Secundaria.

El programa “Ingenia Primaria” ha tenido como destinatarios docentes de educación infantil y primaria o servicios de apoyo que se han formado, con el apoyo de la empresa Abacus Innova/ Robotix, en técnicas de programación y robótica utilizando kits LEGO WeDo 2.0. En cuanto al programa “Ingenia Secundaria” la finalidad de este ha sido la de formar al profesorado de Educación Secundaria, con el apoyo de Microsoft y Possible Lab, en técnicas de programación y su aplicación a la robótica, haciendo uso de placas Arduino.

Además del Proyecto Ingenia, también se han desarrollado otros como Conecta, que busca la formación del profesorado en técnicas de Internet de las cosas para fomentar las competencias STEAM; el APPLICA que ha buscado la formación del docente en técnicas de programación que les permitan la creación de APPs de uso didáctico para ser integradas en el currículo, ambas desarrolladas con la participación de zTraining; [EspaCyaL.es](#), en el que colabora la Oficina Europea de Recursos para la Educación Especial en España, y que pretende acercar el espacio al aula y proporcionar recursos para mejorar su alfabetización y competencias en materias STEM; o el proyecto Crea vinculado con la formación del profesorado en técnicas de impresión 3D utilizando proyectos multidisciplinares que ha sido desarrollado con la colaboración de León 3D.

Estos proyectos han contribuido a la formación del docente, buscando que éstos puedan hacer llevar al aula los avances tecnológicos y didácticos existentes, despertando el interés y desarrollando las competencias relacionadas con el ámbito STEAM.

5. CONCLUSIONES

La amplia demanda existente, tanto a nivel nacional como internacional de profesionales del ámbito STEM parece coincidir con una crisis vocacional o motivacional hacia estos campos. Ante esta situación los sistemas educativos de los países más avanzados han comenzado a poner en marcha diferentes actuaciones con la finalidad de fomentar desde las primeras edades el interés por los campos STEM (Baelo et al., 2018).

A nivel regional y desde mediados de la segunda década del nuevo siglo se han iniciado programas con la intención de desarrollar el interés y la motivación hacia el ámbito STEM. Gran parte de los programas institucionales han tenido el acierto de dirigirse hacia la formación de los docentes, un aspecto de gran relevancia, ya que éstos juegan un papel esencial a la hora de despertar el interés y favorecer el desarrollo de las competencias STEAM de su alumnado.

Sin embargo, a pesar de la idoneidad de estas medidas se echa en falta la evaluación y conocimiento del impacto real que están teniendo estas actuaciones. A este respecto, sería recomendable que la Administración educativa conformase un grupo de trabajo multidisciplinar que permitiera la puesta en marcha de un plan institucional, que impulse el desarrollo de las competencias STEAM en los centros de la Comunidad.

Este programa debería definir cómo se pretende trabajar el desarrollo de las competencias STEAM en los centros, precisar el programa formativo de los docentes, las inversiones materiales en los centros, los planes de actuaciones y realizar una evaluación de resultados de cada uno de ellos. Este último elemento, la evaluación,

es fundamental para conocer si los resultados de las inversiones que se están desarrollando se encuentran en la línea de lo esperado o si por el contrario el programa o la planificación diseñada requiere de modificaciones.

6. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido desarrollado dentro del Proyecto de Investigación Educativa “Asesoramiento de la inspección educativa en la implementación de prácticas educativas innovadoras en el ámbito de la competencia científica en centros de Castilla y León” para el que se ha obtenido financiación por Resolución de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación de Castilla y León a la convocatoria de selección de proyectos de investigación educativa a desarrollar por equipos de profesores y equipos de inspectores que presten servicios en centros docentes no universitarios sostenidos con fondos públicos o en servicios educativos de la comunidad de Castilla y León durante los cursos 2022/2023 y 2023/2024 articulada a través de la ORDEN EDU/322/2022, de 1 de abril.

7. REFERENCIAS

- Ayuso, A., Merayo, N., Ruiz, I. y Fernández, P. (2022). Challenges of STEM Vocations in Secondary Education. *IEEE Transactions on Education*, 65(4), 713-724. <https://doi.org/10.1109/TE.2022.3172993>
- Baelo Álvarez, R., Valle Florez, R. E. y Fernández Raga, M. (2018). *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*. Valladolid: CESCyL. <http://www.cescyl.es/es/publicaciones/premios/hacia-sociedad-4-0-efectividad-medidas-educativas-impulsada.ficheros/67192-premio%20CES%20-%20competencias%20stem.pdf>
- Becker, K. H. y Park, K. (2011). Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subjects on Students’ Learning: A Meta-Analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5). <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/1509>
- DigitalES. Asociación Española para la Digitalización. (2019). *El desafío de las vocaciones STEM. Por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y tecnología* (p. 46). DigitalES. Asociación Española para la Digitalización. <https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LAS-VOCACIONES-STEM-DIGITAL-AF-1.pdf>
- Estévez-Mauriz, L. y Baelo, R. (2021). How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain? *Mathematics*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/math9030236>
- Leal Martín, S. (2023, marzo). Metaverso y chatbots: ¿nuevas herramientas contra el desempleo? *Cuadernos del mercado de trabajo*, 9, 12. <https://www.sepe.es/HomeSepe/que-es-el-sepe/que-es-observatorio/Revista-cuadernos-del-mercado-de-trabajo/detalle-articulo?folder=/cuartarevolucionindustrialysuimpactoenel-mercadolaboralylaformacion/metaversoychatbotsnuevasherramientascontraeldesempleo>
- Micari, M. y Pazos, P. (2021). Beyond grades: Improving college students’ social-cognitive outcomes in STEM through a collaborative learning environment. *Learning Environments Research*, 24(1), 123-136. <https://doi.org/10.1007/s10984-020-09325-y>
- Niess, M. y Gillow-Wiles, H. (2013). Advancing K-8 Teachers’ STEM Education for Teaching Interdisciplinary Science and Mathematics with Technologies. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 32(2), 219-245. <https://www.learnlib.org/primary/p/39518/>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E. y Wieselmann, J. R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J. y Van Petegem, P. (2019). Students’ engagement in different STEM learning environments: Integrated STEM education as promising practice? *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. y Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1). <https://eric.ed.gov/?id=EJ1178347>

ENSEÑANZA MAYÉUTICA Y ENSEÑANZA BANCARIA: ¿DÓNDE SE SITÚA LA ENSEÑANZA STEAM?

S LÓPEZ-PÉREZ

Universidad Isabel I, Burgos, España

sheila.lopez@ui1.es

Abstract

El presente texto se encamina a rescatar la educación mayéutica y ponerla en diálogo con las nuevas enseñanzas tecnopedagógicas, de modo que puedan construir un modelo de enseñanza acorde a los nuevos tiempos.

Keywords

Educación mayéutica, educación STEAM, pensamiento crítico, pensamiento unidimensional.

1. INTRODUCCIÓN

El término “mayéutica” proviene del griego y significa “dar a luz”, haciendo referencia al proceso mediante el cual la mente de un estudiante es guiada para que descubra las ideas por sí mismo y no las asuma de manera impostada e impersonal. En la educación mayéutica, el profesor actúa como un facilitador del proceso de aprendizaje, haciendo preguntas y llevando al estudiante a descubrir las respuestas por sí mismo. El estudiante es considerado un agente activo de su propio aprendizaje y no simplemente un receptor pasivo de información. Este enfoque fomenta el pensamiento crítico, la creatividad y la búsqueda de alternativas para resolver problemas, así como ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades tanto para la vida como para su profesión.

Si la educación mayéutica se basa en el diálogo, la búsqueda de la verdad y el cuestionamiento constante de las ideas preconcebidas, en el extremo contrario se encuentra una educación basada en la transmisión pasiva de información, en la ausencia de reflexión crítica y en la falta de diálogo entre el maestro y el alumno. Esta forma de enseñanza se podría llamar *educación bancaria*, siguiendo la expresión del educador brasileño Paulo Freire (1975).

La educación bancaria refiere a un modelo de enseñanza en el que el conocimiento es considerado como un depósito en la mente del estudiante, reduciéndose el papel del maestro a *mero transactor* de dicho depósito. En este modelo, no se anima a los estudiantes a cuestionar o desafiar las ideas establecidas y a llegar a las conclusiones por sí mismos, ni tampoco se les trata como sujetos activos y autónomos. Podríamos definir la diferencia entre estos dos tipos de educación con la siguiente frase, atribuida a Sócrates: “La educación es el encendido de una llama, no el llenado de un recipiente” (Díaz-Tenz, s.f.).

La educación mayéutica y la educación bancaria son los dos modelos educativos que han estado en pugna siglo tras siglo. Veamos ahora en qué consiste la educación STEAM. La educación STEAM es un método pedagógico que busca integrar las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas (de ahí sus siglas en inglés, STEM + Art). El objetivo principal de esta educación es fomentar la capacidad para resolver problemas de manera interdisciplinaria, así como impulsar la creatividad y la innovación de nuevos métodos y herramientas capaces de resolver nuevas necesidades.

La educación STEAM se basa en la idea de que las disciplinas arriba mentadas no deben enseñarse de forma aislada, sino que deben integrarse y abordarse de manera transversal para que puedan alumbrar las conexiones entre las cosas, así como para que los estudiantes puedan hacer uso de ellas en el mundo real.

La educación STEAM enfatiza el uso de la tecnología y el aprendizaje basado en proyectos, de modo que los estudiantes adquieran también habilidades relevantes para el mundo laboral. Asimismo pone énfasis en la exploración, el descubrimiento y el juego como herramientas de aprendizaje.

Partiendo de estas tres definiciones -educación mayéutica, educación bancaria y educación STEAM-, cabría preguntarse: ¿la educación STEAM es compatible con la educación mayéutica o tiene un enfoque inevitablemente instrumental, es decir, el enfoque de una educación bancaria?

2. LÍMITES DE LA EDUCACIÓN STEAM

Partiendo del hecho de que la educación STEAM tiene muchos beneficios para el mundo actual, nos encontramos con algunas desventajas que surgen en su puesta en práctica y que deben ser consideradas:

1. Falta de énfasis en las humanidades y las ciencias sociales: La educación STEAM proclama estar compuesta por las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas; sin embargo, a menudo descuida las humanidades y las ciencias sociales. Esto lleva a una falta de comprensión de la cultura y la sociedad en la que se vive, y lo que es más importante, desemboca en la incapacidad de desarrollar un pensamiento crítico que pueda alumbrarnos una realidad que está interconectada a más niveles que el puramente instrumental-tecnológico. Tal y como indica la UNESCO: “Para lograr la Agenda 2030 es necesaria la Educación STEAM+H para cultivar un pensamiento y habilidades transformadoras, innovadoras y creativas para avanzar hacia un desarrollo sostenible, además de forjar las habilidades para convertir a los estudiantes en ciudadanos empoderados que participen en la atención de los problemas que hoy en día afectan a las localidades, los países y las regiones de todo el planeta” (UNESCO, 2019).
2. Precio de los equipos y materiales: Para implementar la educación STEAM a nivel mundial se necesitan equipos y materiales especializados, lo que puede desembocar en que las escuelas y los estudiantes de países con menor poder adquisitivo queden relegados.
3. Brecha de género: La educación STEAM ha sido reiteradamente criticada por su falta de inclusión y diversidad, especialmente en lo que respecta a las mujeres. Las mujeres y las niñas están subrepresentadas en estas áreas, lo que puede llevar a una desigualdad en el acceso a oportunidades de trabajo y formación (MEFP, 2022).
4. Formación insuficiente de los docentes: Muchos profesores no están instruidos en la educación STEAM, lo que repercute en la transmisión de estas competencias transdisciplinares y, por consiguiente, en una brecha entre alumnos con profesores actualizados y alumnos con profesores desactualizados.
5. Enfoque excesivo en la tecnología: Quizá este sea el mayor peligro de la educación STEAM. A menudo se pone demasiado énfasis en el uso de la tecnología, lo que puede llevar a una falta de atención a las habilidades que se pretenden desarrollar por medio de aquella, tales como la comprensión crítica del mundo que nos rodea o la colaboración interdisciplinaria para resolver problemas sociales.

3. ¿QUÉ DEBERÍA SER LA EDUCACIÓN?

Ante estos factores cabe preguntarse, ¿qué es la educación? O de manera más concreta, ¿qué es un individuo educado? La educación, podemos aventurar, es la capacidad de comprender un mundo compuesto por innumerables niveles interrelacionados. Niveles que van desde lo más rudimentario y material -ruedas, chupetes, botellas- a lo más simbólico e inmaterial -lenguaje, religiones, pensamientos-.

Una de las características de una mala educación es la ausencia de sentido de lo multidimensional, así como de sus posibles conexiones. El *pensamiento unidimensional*, además de falsear la realidad, es poco efectivo: descontextualiza y distorsiona lo que es complejo y está en constante evolución.

El pensamiento unidimensional, tal y como señaló Herbert Marcuse (2016), se limita a constatar una única perspectiva o dimensión de la realidad, sin considerar otros niveles, interpretaciones o aspectos relevantes. De esta manera crea una disonancia entre lo que se está interpretando y el interpretador, pues los puentes tendidos entre ellos no son eficientes.

Este tipo de pensamiento puede ser útil en situaciones en las que se requiere una respuesta rápida o una solución simple a un problema igualmente simple, pero resulta insuficiente en contextos más complejos y multifacéticos. El pensamiento unidimensional puede llevar a conclusiones erróneas o incompletas y puede obstaculizar el desarrollo de soluciones más ajustadas a la realidad.

Es importante tener en cuenta que el pensamiento unidimensional no es negativo en sí mismo, pero es importante reconocer sus limitaciones y estar atentos a otros métodos y enfoques para abordar problemas que desbordan lo unidimensional.

4. HACIA UN MODELO HÍBRIDO ENTRE LA EDUCACIÓN MAYÉUTICA Y LA EDUCACIÓN STEAM

Podemos afirmar que la educación mayéutica es compatible con las nuevas tecnologías. La pregunta es si, en la actualidad, se está logrando ensamblar dicha compatibilidad.

Dijimos que la educación mayéutica es un enfoque pedagógico que se basa en el diálogo y el cuestionamiento crítico para ayudar a los estudiantes a desarrollar su propio pensamiento. También dijimos que este enfoque, al contrario que el pensamiento bancario o unidimensional, se adapta a diferentes contextos haciendo uso de diversas herramientas, de modo que es capaz de perseguir el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en sociedades en constante transformación.

Las nuevas tecnologías, tales como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, las redes sociales o la realidad virtual, ofrecen innumerables oportunidades para el aprendizaje mayéutico. Por ejemplo, las herramientas de aprendizaje en línea pueden proporcionar a los estudiantes acceso a una amplia gama de recursos, fuentes y conocimientos, lo que les permite explorar diferentes temas desde perspectivas cada vez más amplias. Las nuevas tecnologías también pueden facilitar la colaboración y la participación en el diálogo mayéutico a través de foros de discusión en línea, chatbots que ayuden a los estudiantes a plantear preguntas y discutir temas y herramientas de videoconferencias que permitan la interacción en tiempo real entre los estudiantes y los profesores.

En resumidas cuentas, las herramientas tecnopedagógicas pueden enriquecer el proceso de aprendizaje y el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes, pero somos nosotros los que debemos lograr enfocarlas a este objetivo y alejarlas de su versión puramente instrumental.

5. CONCLUSIONES

La educación STEAM, si es fiel a sus propósitos, puede evitar reducirse a una educación bancaria o unidimensional. La educación STEAM puede enfocarse a la integración *real* de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las artes y las matemáticas, pero para ello debe comprender que el aprendizaje no puede reducirse a fomentar habilidades sin contenidos -esto es imposible, pues no es posible aprender a sumar sin utilizar los números, o aprender a memorizar sin memorizar datos-. Los contenidos son tan necesarios como las habilidades para lograr un aprendizaje real. Contenidos sin habilidades desembocan en estudiantes incapaces de aplicar lo aprendido; habilidades sin contenidos, en estudiantes-máquinas.

Debemos recordar que el objetivo de la educación es construir ciudadanos, personas capaces de manejarse tanto en el ámbito profesional como en el extraprofesional. La única manera de construir un ciudadano completo y complejo es construir una visión completa y compleja del mundo desde los centros educativos, de modo que los estudiantes sean capaces de abordar los problemas sociales desde diferentes niveles y perspectivas.

Si la educación STEAM quiere desarrollar esta capacidad en los estudiantes, deberá emprender un enfoque holístico y multidisciplinario que parta, inevitablemente, de los saberes humanísticos. De esta forma, la educación STEAM no se limitará a una sola dimensión -la tecnológico-instrumental- ni al pensamiento bancario, sino que fomentará una comprensión amplia y profunda de los temas y problemas que emergen constantemente en la realidad. Tal y como indicaron los compañeros de *La República STEAM*: “El objetivo principal de un enfoque educativo STEAM es la integración entre disciplinas. Con esto se apunta a conseguir la transdisciplinariedad como nivel de integración máximo. Esto significa que, a través de problemas reales, los estudiantes aplican conocimiento y habilidades desde dos o más disciplinas, lo que ayuda a darle forma a la experiencia de aprendizaje” (La República STEAM, 2019). Y darle forma a la experiencia de aprendizaje es, desde los tiempos de Sócrates y la mayéutica, el objetivo principal de la educación de calidad.

6. REFERENCIAS

- Díaz-Tenz, P.J. (s.f.). Sócrates y la educación: el arte de dialogar con tu alumnado. EDUCACIÓN 3.0. <https://www.educaciontrespuntocero.com/opinion/socrates-y-la-educacion/>
- Freire, P. (1975). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI. Disponible en: <https://www.servicioskoinonia.org/biblioteca/general/FreirePedagogiadelOprimido.pdf>

- La República STEAM (2019). *Sócrates en el aula del siglo XXI*. Disponible en: <https://medium.com/la-repblica-steam/s%C3%B3crates-en-el-aula-del-siglo-xxi-6ad1f43e6805>
- Marcuse, H. (2016). *El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. Editorial Planeta. Disponible en: https://monoskop.org/images/9/92/Marcuse_Herbert_El_hombre_unidimensional.pdf
- MEFP, Equipo de la Unidad de Igualdad (2022). Radiografía de la brecha de género en la formación STEAM. Disponible en: https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=23024
- UNESCO (2019). *Necesaria la educación STEAM+H para cultivar un pensamiento y habilidades transformadoras, innovadoras y creativas para avanzar hacia un desarrollo sostenible*. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articulos/necesaria-la-educacion-steamh-para-cultivar-un-pensamiento-y-habilidades-transformadoras-innovadoras>

LA INSPECCIÓN EDUCATIVA COMO FACTOR CLAVE EN LA PUESTA EN MARCHA DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS INNOVADORAS PARA LA ENSEÑANZA STEAM EN LOS CENTROS EDUCATIVOS

MÁ TURRADO SEVILLA¹, R BAELO ÁLVAREZ², A NATAL DELGADO¹, D VÁZQUEZ BLANCO¹,
LM LORENZANA GARCÍA¹, J FERRERO GONZÁLEZ¹, FM GARCÍA RODRÍGUEZ³, J MARRODÁN GIRONÉS⁴,
JM CAMINERO MELERO⁵, E GÓMEZ MUÑOZ², R CAÑÓN RODRÍGUEZ², S GARCÍA MARTÍN², RE VALLE FLÓREZ²,
M GRANDE DE PRADO²,

¹*Inspección de Educación, León, España*

²*Universidad de León. León, España*

³*Inspección de Educación, Salamanca, España*

⁴*Inspección de Educación, Valladolid, España*

⁵*Inspección de Educación, Palencia, España*

tursevma@jcy.l.es

Abstract

Nuestra sociedad, y con ella, nuestro sistema educativo, se encuentran en profunda transformación, por lo que resulta conveniente analizar el ajuste que se produce entre formación y empleabilidad. Destaca la brecha importante que se genera entre la amplia demanda de profesionales en el ámbito STEAM y el descenso de alumnado interesado en desarrollarse profesionalmente en este campo de conocimiento. Para intentar corregir dicho desajuste, son muchos los agentes que pueden verse implicados. Se realiza un recorrido exploratorio sobre el asesoramiento de la Inspección de educación entendido como factor esencial para impulsar procesos de innovación en competencias STEAM en los centros educativos.

Keywords

STEAM, Inspección educativa, asesoramiento, innovación educativa, centros educativos.

1. INTRODUCCIÓN

La educación STEAM se ha popularizado en muchos países gracias a la combinación de las artes con la ciencia, la tecnología, la matemática y la ingeniería: lo cual, genera innovación y motivación, a la vez que asocia el pensamiento lógico con la creatividad, haciendo más atractivas las ciencias para el alumnado (Meza y Duarte, 2020). La Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), incluye a la competencia denominada STEM como uno de los 8 desempeños que se consideran imprescindibles para que el alumnado pueda progresar con garantías de éxito en su itinerario formativo, y afrontar los principales retos y desafíos globales y locales (LOMLOE, 2020). Y, sin embargo, a pesar de que nadie duda de su relevancia hoy en día, el número de estudiantes interesados en enfocar su desarrollo profesional en los campos STEM es cada vez menor (DigitalES, 2019). De hecho, en la actualidad existe una amplia demanda de profesionales en este ámbito que hace necesario que desde los sistemas educativos se pongan en marcha actuaciones que fomenten, desde las primeras edades, el interés por la competencia STEAM (Baelo et al., 2018).

Tradicionalmente, en nuestro sistema educativo se ha trabajado parte de estos ámbitos de manera segmentada, diferenciada y muchos de los conocimientos que se promovían desde los mismos adolecían de interés para gran parte de los estudiantes, por motivos diversos. En la actualidad, desde las Administraciones educativas, se está produciendo un aumento de las políticas encaminadas a mejorar el rendimiento académico de todos los estudiantes, alentando y apoyando el desarrollo de prácticas educativas innovadoras y modelos escolares. Es por ello, que nos parece imprescindible considerar el papel que juega la Inspección educativa para reducir la brecha entre formación y empleabilidad. Porque el núcleo de las actuaciones de la Inspección son los centros

educativos y la calidad de la formación del alumnado va a depender en gran parte de su buen funcionamiento y del éxito de las actuaciones que se emprenden en ellos.

Hoy en día, la mayoría de los autores coinciden en señalar que las funciones de la Inspección de educación deben ir más allá de la supervisión y el control y, sin dejarlas de lado, realizar una aproximación mayor a las de asesoramiento y apoyo. (Alcalá Ibáñez, 2016; Bravo et al, 2021; y López Menéndez, 2014;). Existen, además, diferentes estudios e investigaciones que destacan una clara tendencia de las Administraciones educativas por mejorar el funcionamiento del colectivo profesional que ejerce la Inspección educativa. Sin embargo, se encuentran muy pocas investigaciones sobre la necesidad de impulsar estrategias organizativas desde este colectivo que contribuyan a mejorar los resultados académicos. Este hecho contrasta con las recomendaciones de los expertos respecto a la necesidad de realizar averiguaciones acerca de los agentes que intervienen directamente en los centros educativos y fomentar la investigación en este campo (MEC-CIDE, 2000; Gairín y Antúnez, 2008; y Manzanares, 2010).

Esta investigación se presenta como una propuesta de análisis de la realidad educativa que permitirá valorar la relevancia de la Inspección de educación en los procesos derivados de las experiencias en competencia STEAM, que permita la toma de decisiones en consonancia con los resultados, aportando objetividad y sistematicidad a todo el proceso.

2. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta todo lo anterior, en la presente comunicación se establecen los siguientes objetivos:

Objetivo general:

1. Realizar una revisión bibliográfica de los estudios relacionados con la competencia STEAM y la importancia de la función de asesoramiento de la inspección educativa

Objetivos específicos:

1. Analizar los estudios, proyectos y artículos de investigación de carácter nacional e internacional que se centran en la función de asesoramiento de la Inspección educativa.
2. Analizar los estudios, proyectos y artículos de investigación de carácter nacional e internacional que se centran en el desarrollo de la competencia STEAM.
3. Identificar los principales beneficios que podrían derivarse del incremento de la participación de la Inspección educativa en la puesta en marcha de estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza STEAM.

3. METODOLOGÍA

Se realiza una revisión bibliográfica sobre la literatura existente en relación con la importancia de la función del asesoramiento en la Inspección educativa y la competencia STEAM. Para ello, se han establecido una serie de palabras clave relacionadas con la Inspección, el asesoramiento, la innovación y la competencia STEAM.

Para acotar la búsqueda se seleccionaron palabras como, por ejemplo: Inspección educativa, STEAM, asesoramiento... Dichas palabras se tradujeron al inglés para realizar una búsqueda amplia en diferentes bases de datos como WOS, ERIC, Dialnet, Scopus y Google Académico. A raíz de las búsquedas se comenzaron a leer las publicaciones encontradas al respecto.

Tras tener la selección de las palabras clave se utilizó la cadena de búsqueda en la cual relacionamos las palabras con los conectores lógicos “AND” y “OR”. Se consideró apropiado elaborar la cadena de búsqueda en inglés y en español, con el objetivo de garantizar la máxima obtención de documentos posibles y así incrementar la calidad del trabajo. Así, las frases completas utilizadas en la revisión bibliográfica fueron las siguientes:

Frase en español: (Inspección educativa) AND (función de asesoramiento OR apoyo) AND (STEAM OR ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas).

Frase en inglés: (School inspectors OR educational inspectorates) AND (supporting OR advising) AND (STEAM OR Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics).

Una vez introducidas estas frases en las bases de datos, como límite de búsqueda se especificó que los documentos debían haber sido publicados a partir de 2010. Este límite se instauró con el objetivo de centrarnos en las publicaciones más recientes y evitar un número excesivo de resultados. Una vez excluidos los artículos no considerados relevantes para la *investigación* se obtuvieron un total de 130 artículos. De la selección final,

se descartaron 8 que no resultaron válidos para el trabajo, por lo que el resultado final fueron 122 artículos científicos y referencias legislativas, todos ellos procedentes de una gran variedad de revistas, la mayoría relacionadas con el campo de la educación, indexados en diferentes revistas la mayoría de ellas de impacto. De cada uno de los artículos se completaron los datos a través de una tabla de Excel para su posterior análisis, comparación y extracción de conclusiones.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los artículos revisados ponen en alza la necesaria implicación de toda la comunidad educativa ante la tarea de mejorar la conexión entre la formación recibida y los conocimientos demandados en el mercado laboral, para poder ajustar la oferta y la demanda, y desarrollar, por tanto, estrategias que motiven a los/as jóvenes hacia las vocaciones STEAM.

A su vez, numerosos estudios coinciden en evidenciar que el apoyo y la colaboración de los/as inspectores/as de educación resulta esencial para impulsar procesos de innovación en los centros educativos, de manera que, si se mejora la coordinación con los equipos directivos, el impulso de acciones de mejora avanza de manera significativa. Si bien es importante tener en cuenta también que, esta importante tarea que se le encomienda a la Inspección debería ser respaldada y apoyada por otros agentes, tales como los asesores de formación o los Equipos de Orientación Educativa y Psicopedagógica y Departamentos de Orientación de los centros.

Se hace necesario por tanto que, en el marco del aprendizaje competencial actual, se produzca una modernización de la Inspección de educación y se evidencie la necesidad de enfocarla hacia la mejora del sistema educativo, y, por tanto, de los centros y de los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como replantear las funciones de supervisión y control, y hacer prevalecer la función de asesoramiento sobre el resto de las funciones.

Las claves para la innovación que evidencia la Inspección de educación para poder actuar como factor esencial que impulse procesos de innovación en competencia STEAM en los centros educativos, se puede concretar en actuaciones como las siguientes:

- Redefinición de sus actuaciones, reduciendo la carga burocrática, e impulsando las de asesoramiento a los centros.
- Fomento de la evaluación del desempeño del asesoramiento de la propia Inspección.
- Realización de planes para mejorar su formación en asesoramiento, en innovación, en competencias STEAM.
- Creación de grupos de trabajo multidisciplinares de la Inspección junto con otros agentes, que permita el desarrollo que un plan institucional, que impulse el desarrollo de competencias STEAM.
- Colaboración de la Inspección en el intercambio y difusión de buenas prácticas educativas, aprovechando la ventaja que tiene este colectivo como concedora de diferentes centros.
- Participación de la Inspección en los órganos consultivos de los centros, con el objetivo de hacer llegar su conocimiento y propuestas, además de recibir la necesaria retroalimentación y ser nexo de unión para que sus actuaciones tengan una repercusión positiva en la comunidad educativa.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido desarrollado dentro del Proyecto de Investigación Educativa “Asesoramiento de la Inspección educativa en la implementación de prácticas educativas innovadoras en el ámbito de la competencia científica en centros de Castilla y León” para el que se ha obtenido financiación por Resolución de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación de Castilla y León a la convocatoria de selección de proyectos de investigación educativa a desarrollar por equipos de profesores y equipos de inspectores que presten servicios en centros docentes no universitarios sostenidos con fondos públicos o en servicios educativos de la comunidad de Castilla y León durante los cursos 2022/2023 y 2023/2024 articulada a través de la ORDEN EDU/322/2022, de 1 de abril.

6. REFERENCIAS

- Alcalá Ibáñez, M. L. (2016). ¿Debe ser la Inspección impulsora de la innovación en los centros educativos?. *Avances En Supervisión Educativa*, (26). <https://doi.org/10.23824/ase.v0i26.578>
- Baelo Álvarez, R., Valle Florez, R. E., y Fernández Raga, M. (2018). *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*. Valladolid:

- CESCyL. <http://www.cescyl.es/es/publicaciones/premios/hacia-sociedad-4-0-efectividad-medidas-educativas-impulsada.ficheros/67192-premio%20CES%20-%20competencias%20stem.pdf>
- Bravo, M. F. R., Ibáñez, M. L. A., Pérez, V. M., Alcaide, A. M., Prats, A. C., Mangas, J. G., y Cuesta, F. T. (2021): Marco para el buen desempeño de la inspección educativa. *Supervisión 21: revista de educación e inspección*, 62, 11.
- Gairín Sallán, J. y Antúnez Marcos, S. (Eds.). (2008). *Organizaciones educativas al servicio de la sociedad*. Madrid: Wolters Kluwer.
- Manzanares Moya, M. A. (Ed.). (2010). *Organizar y dirigir en la complejidad: Instituciones educativas en evolución*. Madrid: Wolters Kluwer.
- DigitalES. Asociación Española para la Digitalización. (2019). *El desafío de las vocaciones STEM. Por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y tecnología* (p. 46). DigitalES. Asociación Española para la Digitalización. <https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LAS-VOCACIONES-STEM-DIGITAL-AF-1.pdf>
- López Menéndez, L. (2014). La participación de la inspección educativa en los procesos de cambio en los centros educativos. *Avances En Supervisión Educativa*, (22). <https://doi.org/10.23824/ase.v0i22.71>
- MEC - CIDE (2000). *La inspección educativa en España y la Unión Europea*. Boletín CIDE. MEC.
- Meza, H. y Duarte, E. (2020). La metodología STEAM en el desarrollo de competencias y la resolución de problemas. [Conference]. *Il Congreso Internacional de Educación: Una nueva mirada en la mediación pedagógica*. Costa Rica. <https://bit.ly/3foQulz>
- Silva García, P. (2013). El papel de la inspección escolar en la mejora de los resultados educativos. *Educación*, 49(1), 0067-082

PRINCIPALES DESAFÍOS IDENTIFICADOS POR EL PROFESORADO EN LA PUESTA EN PRÁCTICA DE PROYECTOS STEAM

RE VALLE FLÓREZ¹, MÁ TURRADO SEVILLA², R BAELO ÁLVAREZ¹, E GÓMEZ MUÑOZ¹, R CAÑÓN RODRÍGUEZ¹, S GARCÍA MARTÍN¹, M GRANDE DE PRADO¹, A NATAL DELGADO², D VÁZQUEZ BLANCO², LM LORENZANA GARCÍA², J FERRERO GONZÁLEZ², FM GARCÍA RODRÍGUEZ³, J MARRODÁN GIRONÉS⁴, JM CAMINERO MELERO⁵

¹Universidad de León. León, España.

²Inspección de Educación, León, España.

³Inspección de Educación, Salamanca, España.

⁴Inspección de Educación, Valladolid, España.

⁵Inspección de Educación, Palencia, España.

rosa-eva.valle@unileon.es

Abstract

Los proyectos STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) son una herramienta pedagógica cada vez más utilizada en la educación secundaria. Estos proyectos buscan desarrollar habilidades y conocimientos en los estudiantes en áreas de gran importancia para la sociedad. Sin embargo, para el profesorado, la implementación de proyectos STEAM puede presentar varios desafíos. En este trabajo se realiza una revisión exploratoria de la literatura sobre el tema y se analizan algunos de los desafíos a los que se enfrenta el profesorado al desarrollar proyectos STEAM en la educación formal. Finalmente, se proponen algunas estrategias para superarlos.

Keywords

STEAM, necesidades de formación, integración curricular, enseñanza obligatoria, metodologías activas.

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más interconectado e impulsado por la tecnología, es fundamental que el alumnado desarrolle habilidades y conocimientos en las áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) para estar preparados para afrontar los desafíos del futuro. En este sentido, la mayoría de los países e instituciones han desarrollado numerosos proyectos con el objetivo de promover el aprendizaje y el desarrollo de las competencias vinculadas a estas áreas como son el pensamiento crítico, la creatividad, el trabajo en equipo, la comunicación, la capacidad de razonamiento y análisis, la concentración, la toma de decisiones etc. necesarias para la resolución de los problemas del siglo XXI. La normativa española y las directrices políticas europeas enfatizan la necesidad de desarrollar las áreas STEM para la mejora de la calidad educativa, la empleabilidad y el desarrollo futuro de los países miembros de la Unión Europea. El proyecto ELITE (Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries, 2019) en el que participan diversos países europeos, indaga en los requisitos necesarios para identificar y desarrollar las competencias docentes necesarias para apoyar el aprendizaje profesional del profesorado STEM. Estos requerimientos recogen las directrices políticas, los programas de formación de los docentes en ejercicio y los currículos necesarios para la formación inicial del futuro profesorado. Es necesario complementar este marco teórico con las aportaciones del punto de vista de sus principales protagonistas, por lo que concretamos la pregunta de investigación de nuestra aportación en ¿qué obstáculos identifica el profesorado de enseñanza obligatoria en el desarrollo de proyectos STEAM?

2. OBJETIVOS

Para responder a nuestro interrogante de investigación, el objetivo general perseguido es realizar una revisión de la literatura relacionada con la implementación de proyectos STEAM para detectar las dificultades percibidas por el profesorado en ejercicio en su puesta en práctica.

Los objetivos específicos son:

1. Recopilar las investigaciones y experiencias centradas en los obstáculos encontrados en el desarrollo de proyectos en la educación formal.
2. Identificar las necesidades percibidas por el profesorado implicado en la realización práctica de los mencionados proyectos.
3. Proponer estrategias de mejora que faciliten la diseminación de los proyectos STEAM.

3. PROCEDIMIENTO

Se realizó una búsqueda de artículos de revista e informes de investigación en las bases de datos de WOS y Dialnet de los últimos seis años. Se usaron los operadores booleanos de búsqueda AND/OR de los principales términos y sinónimos de la temática objeto de estudio (necesidades de formación, profesorado no universitario, competencias y enseñanza STEM) en las palabras clave, títulos y resumen. Se devuelven 159 registros a los que se aplican diversos filtros y que tras la lectura del resumen conforman un corpus de 23 documentos sobre los que se realiza el análisis.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A pesar de los beneficios constatados de los proyectos STEM revisados, los resultados de los estudios consultados ponen de manifiesto que existen algunos desafíos importantes que deben abordarse: ¿cuál es el formato más adecuado para capacitar los docentes en contenidos emergentes, metodologías activas y habilidades en el uso de herramientas tecnológicas que permitan la adquisición de las competencias esenciales?; ¿cómo paliar la falta de recursos y de tiempo disponible para el diseño, implementación y evaluación de estos proyectos?; ¿cuál es la vía más adecuada para lograr la integración de los contenidos STEAM en proyectos interdisciplinarios dentro de las programaciones de curso?; ¿cómo realizar la evaluación de competencias adquiridas por el alumnado de forma grupal e individual?; ¿cómo garantizar la accesibilidad e igualdad de oportunidades para todos los estudiantes en la adquisición de las competencias básicas STEAM? y finalmente ¿cómo potenciar una cultura colaborativa en los centros que implique a toda la comunidad educativa?.

Uno de los principales obstáculos que señala el profesorado al desarrollar proyectos STEM es la falta de formación en estas áreas. A pesar de los esfuerzos sin duda realizados por las diferentes administraciones educativas centrales, autonómicas y otras empresas (Baelo et al. 2018), el profesorado demanda una **mayor capacitación** para poder desarrollar proyectos STEM de calidad.

Muchos docentes no tienen una formación previa en estos enfoques y pueden sentirse abrumados por la cantidad de recursos, tecnologías y herramientas que deben movilizar para poner en marcha estos proyectos. Según Flores, López y Fuentes (2021), la formación continua y la actualización en estas áreas son esenciales para la implementación de proyectos STEM de calidad. La falta de confianza y conocimiento en estas áreas puede impedir que los profesores se impliquen en proyectos STEM y se limite la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Uno de los temas estrella en los campos STEM sobre los que se demanda formación, ha sido la robótica educativa. González, González y Muñoz (2021) revisaron 105 investigaciones e intervenciones educativas publicadas entre 2005 y 2019, referidas a este tópico y el aprendizaje de competencias STEM. Clasificaron los trabajos según el nivel educativo, el tipo de estudio, el tiempo de duración de la intervención, la tecnología empleada y el país en que se realizaron. Los resultados de su revisión indican que las competencias más implicadas en estos proyectos son: la comunicación, trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas.

Las metodologías didácticas más empleadas (González, González y Muñoz, 2021) son el aprendizaje basado en problemas (ABP), proyectos y aprendizaje colaborativo, vivencial y lúdico, relacionado con las teorías constructivistas. Muestran que estos proyectos son efectivos en la integración de diferentes disciplinas y habilidades, la aplicación práctica de conceptos teóricos y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y creativo. Además, se evidenció que la robótica educativa puede ser utilizada en diferentes niveles educativos, desde la educación primaria hasta la educación superior, y en diferentes contextos, como el aula de clase, los clubes de robótica y los eventos de competición. Los principales desafíos identificados por el profesorado son la necesidad de recursos financieros y tecnológicos, la capacitación de los docentes y la adaptación de los currículos educativos.

Calavia, Mazas y Bravo (2022) recomiendan la necesidad de trabajar contenidos emergentes y transversales y que son poco abordados en los proyectos STEM como la bioética y en el que los docentes necesitan más

formación. Realizaron un estudio descriptivo en el que analizaron los libros de texto de la materia de Cultura Científica del Bachillerato. Los instrumentos utilizados fueron una rejilla de análisis de contenido y una encuesta con 6 ítems abiertos. Los participantes fueron 26 profesores de diferentes comunidades autónomas de España que facilitaron información sobre los contenidos de bioética que trabajan en el aula y la metodología empleada. Los resultados mostraron que los contenidos de bioética están poco presentes en los textos de aula y de forma muy heterogénea y que es un tema que el profesorado reconoce trabajar en menor medida de lo deseable. Para el aprendizaje de los temas de bioética el profesorado utiliza diferentes metodologías, siendo el debate la estrategia más utilizada a través de dilemas bioéticos. En conclusión, el estudio identificó la necesidad de una mayor formación del profesorado para poder incluir más contenidos de bioética en las aulas y fomentar su inclusión través de metodología activas y participativas.

Domènech, Lope y Mora (2019) por su parte, realizaron un estudio para determinar los tipos de proyectos que el profesorado de secundaria diseña/desarrolla y las dificultades que el profesorado encuentra en la implementación del método ABP. Se consideró específicamente el estudio del APB por ser una de las metodologías más apropiadas para la puesta en escena de los proyectos interdisciplinarios STEAM. Los autores recabaron datos a través de una encuesta a 82 profesores de ciencias de diferentes comunidades autónomas que implementaron la metodología de ABP y realizaron entrevistas en profundidad con algunos de ellos para concretar con mayor especificidad en los resultados. Analizaron, además, 87 proyectos mediante una rúbrica y sus correspondientes portfolios docentes en los que se anotaban las dificultades en la gestión de los proyectos. Los resultados destacan que la evaluación, la logística (horarios/equipamiento), la falta de espacios de coordinación y la colaboración de otros profesores fueron los aspectos más puntuados como dificultades en la aplicación del ABP. Los resultados de las encuestas apuntan la misma tendencia referenciada, destacando la necesidad de más tiempo y recursos para su implementación y más formación. Las estrategias de formación y apoyo más valoradas por los docentes han sido las vinculadas a la práctica (conocer ejemplos, aplicar propuestas y disponer de mentores en la práctica), ofrecer repositorios de plantillas y otros materiales. Los participantes han destacado además la importancia de conocer proyectos reales que propongan situaciones de aprendizaje auténticas, vinculadas a contextos reales.

En un mundo hiperconectado marcado por la desafiante “era de la posverdad” se hace cada vez más necesario ayudar a los estudiantes a desarrollar estrategias de **pensamiento crítico**. En este sentido, destacamos la importancia del trabajo de investigación cualitativa de Vila, Márquez y Oliveras (2023) y la utilización de dos herramientas, el MOPC (Mapa Operativo del Pensamiento Crítico) y el EDAPC (Esquema de Diseño de Actividades de Pensamiento Crítico) como ejemplos para que el profesorado conciencie al alumnado de la importancia de esta competencia. En similar sintonía, encontramos la investigación llevada a cabo por Ferrada, Díaz y Puraivan (2022) que inciden en la importancia del desarrollo de habilidades para fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas y proporcionan ejemplos para ayudar a que el profesorado las ponga en práctica.

Además, **la falta de tiempo y recursos** también puede ser una barrera, ya que los proyectos STEM a menudo requieren de **materiales y equipos costosos**, así como de tiempo adicional para planificar y ejecutar. En muchos casos, los proyectos STEM requieren un tiempo que aumenta la carga de trabajo del profesorado, a menudo se requiere más tiempo para la planificación y la ejecución que otras actividades de enseñanza más tradicionales. Por lo tanto, los profesores pueden sentirse abrumados por la cantidad de trabajo adicional necesaria para implementar dichos proyectos. Muchas escuelas no tienen acceso a equipos y materiales específicos para la enseñanza de las áreas STEM, lo que puede limitar la creatividad y la innovación en los proyectos. Además, algunos recursos pueden ser costosos, lo que puede afectar a la viabilidad de los proyectos. García, Fernández y Díaz (2019) señalan la importancia de contar con equipamiento y materiales para la implementación de proyectos STEM, así como la necesidad de buscar recursos en línea y herramientas educativas gratuitas. Y no sólo es cuestión de contar con recursos tecnológicos y saber manejarlos, es necesaria una mayor **integración de las tecnologías** en la enseñanza de las áreas STEAM, lo que implica actuar desde un modelo consolidado basado en la evidencia de buenas prácticas que se muestren eficaces.

Otro desafío es la dificultad para **integrar los proyectos STEM en el plan de estudios**. En muchos casos, los proyectos STEM se plantean como innovaciones puntuales y aisladas que requieren tiempo adicional fuera del plan de estudios existente, aumentan la carga de trabajo del profesorado y su preocupación por abordar todos los contenidos de los currículos oficiales. Por lo tanto, es necesario que los proyectos STEM se integren en el plan de estudios de manera coherente y efectiva. Aragón, Llorente y Pérez (2020), destacan la

importancia de diseñar proyectos alineados con los objetivos y competencias de la planificación curricular de la escuela, y la importancia de la coordinación entre los docentes para una implementación efectiva.

El profesorado encuentra retos relacionados con la **evaluación del alumnado**. Es difícil medir el éxito de los proyectos STEM y determinar si se están logrando los objetivos de aprendizaje deseados a nivel grupal y especialmente de forma individual en cada alumno. En este sentido, el trabajo de Pérez Couso y Márquez (2020) tuvo como objetivo identificar las tensiones que surgen durante un proceso de investigación-acción participativa por parte de profesores y expertos en STEM en la co-construcción de una rúbrica para evaluar proyectos de estas áreas y proponer estrategias de mejora a este proceso. Los resultados indican que es un proceso complejo debido a las diferentes perspectivas y enfoques de los participantes, la falta de claridad en los criterios de evaluación y la falta de consenso en los niveles de desempeño. En concreto detectaron tensiones en los dilemas flexibilidad/apertura y concisión/claridad; entre la inclusión de múltiples dimensiones y la simplicidad, y entre la evaluación de productos y la de procesos. La misma preocupación con relación a cómo evaluar a los alumnos, conflicto entre la evaluación del grupo y la individual, y entre la evaluación del proceso o del producto final se extrae del trabajo de Domènech, Lope y Mora (2019). Pérez Couso y Márquez (2020) identifican tres recomendaciones para mejorar la práctica en la evaluación de proyectos STEM: (1) involucrar a los estudiantes en la evaluación, (2) incluir diferentes tipos de evaluación y (3) ofrecer capacitación y apoyo a los profesores para la evaluación de proyectos STEM.

La falta de colaboración y apoyo en el aula y la escuela pueden ser obstáculos para la implementación de proyectos STEM. Los proyectos STEM a menudo requieren la colaboración de otros profesores y personal de la escuela, así como la participación de los estudiantes en el trabajo en equipo y la solución de problemas. La falta de colaboración con otros profesionales puede ser un problema, ya que la implementación de proyectos STEM puede requerir otras habilidades y conocimientos interdisciplinarios (Shernoff et al. 2017).

Por ello es importante reconocer la importancia **del apoyo institucional**. Los proyectos STEM a menudo implican cambios en la forma de enseñar y aprender, y el profesorado suele sentirse desalentado por la falta de apoyo de las estructuras administrativas (Inspectorate of the Department of Education, 2020). La implementación de proyectos STEM requiere de la colaboración y apoyo de diversos actores dentro del sistema educativo. La inspección educativa tiene la tarea de supervisar y evaluar el trabajo de docentes y escuelas, garantizando que se cumplan los objetivos establecidos por los gobiernos por lo que puede desempeñar un papel fundamental en la promoción y apoyo a la implementación de proyectos STEM. Para que la colaboración entre el profesorado y la inspección sea efectiva, es necesario un cambio en el enfoque y el rol de la inspección, debe asumir un papel más activo en la promoción y apoyo a la innovación y la mejora educativa. La colaboración de la inspección educativa no debe ser vista como una forma de imponer una agenda y aumentar la presión sobre docentes y escuelas, sino como una forma de apoyar y trabajar junto a los docentes para promover una educación de calidad (European Commission, 2019; Sánchez-Gómez y Sánchez-Martínez, 2020; Rodríguez-Fuentes et al. 2021).

5. CONCLUSIONES

La amplia demanda existente, tanto a nivel nacional como internacional de profesionales del ámbito STEM parece coincidir con una crisis vocacional o motivacional hacia estos campos. Ante esta situación los sistemas educativos de los países más avanzados han comenzado a poner en marcha diferentes actuaciones con la finalidad de fomentar desde las primeras edades el interés por los campos STEM (Baelo et al., 2018).

A nivel regional y desde mediados de la segunda década del nuevo siglo se han iniciado éstos juegan un papel esencial a la hora de despertar el interés y favorecer el desarrollo de las competencias STEAM de su alumnado.

Sin embargo, a pesar de la idoneidad de estas medidas se echa en falta la evaluación y de las competencias STEAM en los centros de la Comunidad.

Este programa debería definir cómo se pretende trabajar el desarrollo de las competencias STEAM en los centros, precisar el programa formativo de los docentes, las inversiones materiales en los centros, los planes de actuaciones y realizar una evaluación de resultados de cada uno de ellos. Este último elemento, la evaluación, es fundamental para conocer si los resultados de las inversiones que se están desarrollando se encuentran en la línea de los esperado o si por el contrario el programa o la planificación diseñada requiere de modificaciones.

6. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido desarrollado dentro del Proyecto de Investigación Educativa “Asesoramiento de la inspección educativa en la implementación de prácticas educativas innovadoras en el ámbito de la competencia científica en centros de Castilla y León” para el que se ha obtenido financiación por Resolución de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación de Castilla y León a la convocatoria de selección de proyectos de investigación educativa a desarrollar por equipos de profesores y equipos de inspectores que presten servicios en centros docentes no universitarios sostenidos con fondos públicos o en servicios educativos de la comunidad de Castilla y León durante los cursos 2022/2023 y 2023/2024 articulada a través de la ORDEN EDU/322/2022, de 1 de abril.

7. REFERENCIAS

- Akerson, V.L., Burgess, A., Gerber, A., y Guo, M. (2018) Disentangling the meaning of STEM: Implications for Science Education and Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8.
- Arabit-García J. y Prendes-Espinosa, M^a. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 57, 107-128. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- Baelo Álvarez, R., Valle Florez, R. E., y Fernández Raga, M. (2018). *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*. Valladolid: CESCyL. <http://www.cescyl.es/es/publicaciones/premios/hacia-sociedad-4-0-efectividad-medidas-educativas-impulsada.ficheros/67192-premio%20CES%20-%20competencias%20stem.pdf>
- Calavia Lombardo, S., Mazas Gil, B., y Bravo Torija, B. (2022). ¿Qué contenidos de bioética se abordan en los libros de Cultura Científica de 1º de bachillerato? ¿Cuáles y cómo los trabajan los docentes en sus aulas?. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 19, 2, 2103-2103. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2103
- Comisión Europea. (2019). Apoyo a las profesiones docentes para obtener mejores resultados de aprendizaje. https://ec.europa.eu/education/sites/default/files/supporting-teaching-professionals_en.pdf
- Domènech, J., Lope, S., y Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16, 2, 2203. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D., y Puraivan, E. (2022). Aula en un ambiente STEM: una oportunidad para la innovación. *Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 8, 40, <https://raco.cat/index.php/DIM/article/view/402812>.
- ELITE_Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (2019). *Handbook with guidelines for STEM teachers' inquiry and reflective practice*. <http://www.learning-in-teaching.eu/index.php/en/intellectual-outputs/io6>
- ELITE_Enhancing Learning in Teaching via e-inquiries (2019). *Policy visions and requirements for STEM teachers' competence development: the case of Greece, Netherlands, Bulgaria and Spain*. <http://www.learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO1/IO1.pdf>
- Inspectorate of the Department of Education (2020). *STEM Education 2020: Reporting on Practice in Early Learning and Care, Primary and Post-Primary Contexts*. <https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/86096/a71d71e8-6ea1-4c62-9cc5-a2a38cffdd6f.pdf#page=null>
- Pérez Torres, M., Couso, D., y Márquez, C. (2020) ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 18(1), 1301. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1301
- Rodríguez-Fuentes, A., González-Gómez, D., y Navarro-Laboulais, J. (2021). The role of educational inspection in supporting STEM education: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(1), 1-16.
- Sánchez-Gómez, M. C., y Sánchez-Martínez, L. M. (2020). La formación continua de los docentes en el ámbito STEM y la labor de la inspección educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22(1), 1-12.
- Shernoff, D.J., Sinha, S., Bressler, D.M. et Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4, 13. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>

- Toma, R., Greca, I., y Meneses-Villagrà, J. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), 441-457.
- Wang H.H., Moore T.J., Roehrig G.H., Park M.S. (2011) STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2) 1–13.



ISBN 978-84-18465-94-9



9 788418 465949



UNIVERSIDAD DE BURGOS

Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional