

INNOVACIÓN DOCENTE E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS, INGENIERÍA Y ARQUITECTURA: EXPERIENCIAS DE CAMBIO EN LA METODOLOGÍA DOCENTE

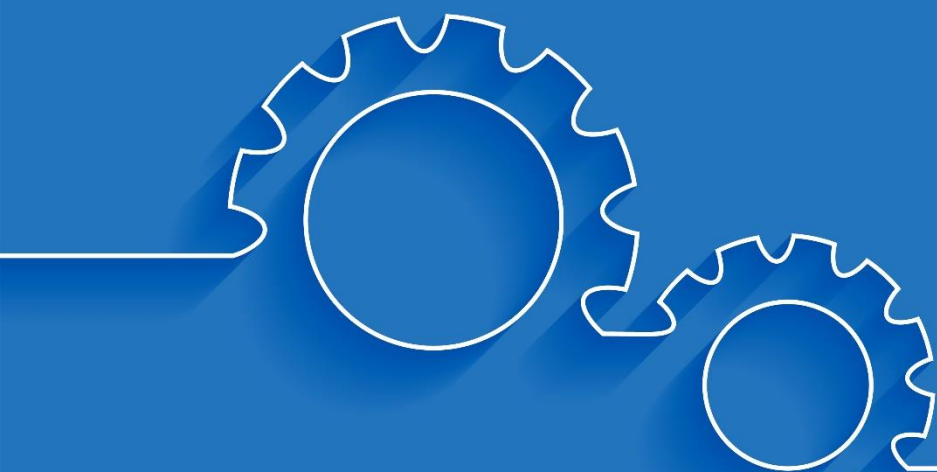
COMPS.

María del Mar Simón Márquez

José Jesús Gázquez Linares

Ana Belén Barragán Martín

África Martos Martínez



Dykinson, S.L.

Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura: Experiencias de cambio en la Metodología Docente

Comps.

María del Mar Simón Márquez

José Jesús Gázquez Linares

Ana Belén Barragán Martín

África Martos Martínez

© Los autores. NOTA EDITORIAL: Las opiniones y contenidos de los textos publicados en el libro “Innovación Docente e Investigación en Ciencias, Ingeniería y Arquitectura: Experiencias de cambio en la Metodología Docente”, son responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado en otro lugar, así como los referentes a su investigación.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid
Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69
e-mail: info@dykinson.com
<http://www.dykinson.es>
<http://www.dykinson.com>
Consejo Editorial véase www.dykinson.com/quienessomos
Madrid, 2022

ISBN: 978-84-1122-865-7

Preimpresión realizada por los autores

CAPÍTULO 1

GAMIFICACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DOCENTES REALIZADAS CON METODOLOGÍAS DE TRABAJO COLABORATIVO

ELENA ORTEGA MORENTE, FÁTIMA AGUILERA PADILLA, LUIS RUIZ VALENZUELA, GRACIA LIÉBANAS TORRES, Y FRANCISCO JOSÉ MÁRQUEZ JIMÉNEZ 13

CAPÍTULO 2

PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA EN LA ENSEÑANZA DE LA ORDENACIÓN URBANA

ESTHER GONZÁLEZ GONZÁLEZ, RUBÉN CORDERA PIÑERA, Y SOLEDAD NOGUÉS LINARES 23

CAPÍTULO 3

MODELO DE INVESTIGACIÓN-ACCIÓN QUE SE CENTRA EN LA INNOVACIÓN Y EL APRENDIZAJE ACTIVO MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS ACTIVAS

CYNTHIA LÓPEZ VALERIO 37

CAPÍTULO 4

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: EVALUANDO SU APLICABILIDAD EN LA ENSEÑANZA PRÁCTICA DE BOTÁNICA PARA EL GRADO DE BIOLOGÍA

LUIS RUIZ VALENZUELA, FÁTIMA AGUILERA PADILLA, Y ELENA ORTEGA MORENTE 45

CAPÍTULO 5

UTILIZACIÓN DE LABORATORIOS VIRTUALES PARA LA DOCENCIA EN CIENCIAS DE LA SALUD E INGENIERÍA INFORMÁTICA

SANDRA RODRÍGUEZ ARRIBAS, MARÍA CONSUELO SÁIZ MANZANARES, GONZALO ANDRÉS LÓPEZ, CARLOS HUGO SORIA CÁCERES, Y DAVID CHECA 55

CAPÍTULO 6

MICROAPRENDIZAJE COMO AYUDA TRANSVERSAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: APLICACIÓN AL CÁLCULO DE LA INERCIA EN FIGURAS CONSTRUIDAS CON LADRILLOS HUECOS

GASTÓN SANGLIER CONTRERAS, ROBERTO ALONSO GONZÁLEZ-LEZCANO, EDUARDO JOSÉ LÓPEZ FERNÁNDEZ, CARLOS MIGUEL IGLESIAS SANZ, Y FRANCISCO ALONSO PERALTA 63

CAPÍTULO 5

UTILIZACIÓN DE LABORATORIOS VIRTUALES PARA LA DOCENCIA EN CIENCIAS DE LA SALUD E INGENIERÍA INFORMÁTICA

SANDRA RODRÍGUEZ ARRIBAS, MARÍA CONSUELO SÁIZ MANZANARES,
GONZALO ANDRÉS LÓPEZ, CARLOS HUGO SORIA CÁCERES, Y DAVID CHECA
Universidad de Burgos

INTRODUCCIÓN

Situación actual del estado de la cuestión (estado del arte) y del propio tema o asignatura para la que se plantea el proyecto. Fundamentada con referencias

Las metodologías activas de aprendizaje se definen como procesos interactivos de enseñanza-aprendizaje fundamentados en la comunicación activa y en la interconexión entre el profesorado, los estudiantes y el material didáctico. Su uso facilita el acercamiento del estudiantado hacia el objeto de aprendizaje. En la metodología Flipped Learning (FL) el estudiante es el centro del propio aprendizaje ya que promueve la resolución autónoma de tareas con la guía del docente que tiene un papel facilitador del aprendizaje, contextualizando los conocimientos a situaciones reales del mundo actual y reorientando las necesidades de los alumnos a lo largo del proceso. Esta metodología, además, posibilita el desarrollo del pensamiento crítico. Zimmerman (2013) afirma que el empleo de estas prácticas aumenta la motivación de los estudiantes porque se fundamenta en la práctica. Además, recientes estudios manifiestan que el empleo de estas metodologías aumenta los resultados de aprendizaje de los y las estudiantes siempre que estén diseñadas adecuadamente para el grupo con el que se van a utilizar (Sáiz-Manzanares et al., 2021a; Tatal y Yazar, 2020;). Todo ello, también influye directamente en el nivel de satisfacción del propio profesorado ya que ayuda al éxito y compromiso del estudiante con el proceso de enseñanza-aprendizaje (Hew, Hu, Qiao, y Tang, 2020; Sáiz-Manzanares et al., 2021b; Singh y Narain, 2021).

Cada vez con más frecuencia la docencia se realiza en entornos e-Learning o b-Learning donde es importante remarcar la figura del estudiante como eje del proceso de enseñanza-aprendizaje. La razón es que éste debe autogestionar su propio aprendizaje y participar activamente en la construcción del conocimiento (Leidl, Ritchie, y Moslemi, 2020). El uso de estos entornos de aprendizaje se ha visto incrementado durante la pandemia por COVID-19 (Sáiz-Manzanares et al., 2021b; Vasiladou, 2020). Estos ámbitos facilitan la utilización de recursos tecnológicos aplicados al aprendizaje (Advanced Learning Technologies -ALT-). Dentro de ALT

destaca la utilización de laboratorios virtuales, que se han mostrado como un recurso didáctico muy efectivo y útil, especialmente en el periodo pandémico y post-pandémico. Sus fortalezas se relacionan con la comprensión conceptual, específicamente en la adquisición de competencias procedimentales. Asimismo, destaca su aplicabilidad en las áreas de conocimiento de Ciencias de la Salud e Ingeniería, ya que son disciplinas que precisan de una aplicación práctica de los contenidos teóricos (Farhat, Mourali, Jemni, y Ezzedine, 2020; Zaldívar-Colado, 2019).

Los laboratorios virtuales pueden disponer de diversos niveles de complejidad en función del diseño e implementación informática que decida emplearse en su desarrollo, aunque todos ellos se basan en la ejecución de una actividad práctica autorregulada por los docentes de forma presencial o remota. Se puede afirmar que los laboratorios virtuales utilizan la tecnología para poder proporcionar un alto nivel de interacción entre los estudiantes, el temario de la asignatura y los recursos pedagógicos. Los laboratorios virtuales tienen una función principalmente pedagógica que permite asimilar conceptos sin tener que esperar largos periodos e invertir en infraestructura específica. También son una herramienta para la predicción y verificación de datos para el diseño de experimentos cada vez más complejos. Varios estudios sobre el uso de esta tecnología han demostrado que su efectividad es similar a la de los laboratorios presenciales tradicionales (Ke, Dai, Pachman, y Yuan, 2021; Lynch y Ghergulescu, 2017; Massey, Zhang, y Amar, 2021; Medina, Saba, Silva, y de Guevara Durán, 2011; Reeves, Crippen, y McCray, 2021), aunque coinciden en la necesidad de una mayor investigación en este campo ya que estos recursos son una gran oportunidad para la docencia en la actualidad, y es necesario seguir investigando en las posibilidades de personalización de los laboratorios para que se adapten a las necesidades de aprendizaje de cada usuario. La mayoría de los ejemplos y estudios del uso de laboratorios virtuales se refieren a la etapa universitaria y faltan estudios en otras etapas educativas.

La docencia en entornos e-Learning genera una gran cantidad de datos, que permiten analizar el nivel de satisfacción del estudiantado con todo el proceso de enseñanza-aprendizaje empleando técnicas de Machine Learning (ML) que ayudan en la comprensión de los datos (Ho, Cheong, y Weldon, 2021; Sáiz-Manzanares et al., 2021a). Dichas técnicas consisten en aplicar algoritmos que reconocen patrones en los conjuntos de datos (Bonaccorso, 2017). En concreto, para analizar el nivel de satisfacción de los usuarios, se emplea la técnica conocida como Opinion Mining que se basa en el análisis de distintas frases (text mining) (Cunningham-Nelson, Baktashmotlagh, y Boles, 2019; Wei, Shi, Li, y Chen, 2020) catalogando los sentimientos expresados en tres tipos: positivo, negativo o neutro. La precisión de la polaridad al catalogar las distintas sentencias depende de los algoritmos empleados y el entrenamiento previo realizado.

Objetivos del proyecto

Los objetivos de este estudio son:

- Conocer si existen diferencias significativas respecto del grado de satisfacción percibida por el estudiantado en función del tipo de asignatura y del género.
- Conocer las ventajas y desventajas percibidos por los estudiantes respecto de la utilización de los laboratorios virtuales
- Conocer el tipo de sentimientos (positivos, negativos y neutros) que genera el uso de los laboratorios virtuales en los estudiantes.

MÉTODO

En el estudio se emplearon los laboratorios virtuales durante el pasado curso académico con un total de 116 alumnos, de los cuales 67 pertenecen al Grado en Enfermería y 49 al Grado en Ingeniería Informática. En la Tabla 1 puede consultarse una mayor especificación de la muestra.

Se elaboraron tres laboratorios virtuales ad-hoc aplicados al aprendizaje de actividades prácticas para estudiantes de Ciencias de la Salud y de Ingeniería informática, que se emplearon a lo largo de los dos semestres del curso académico 2021/2022. Dichos laboratorios incluyeron técnicas de aprendizaje autorregulado o Self Regulated Learning (SRL) para pautar los pasos en la resolución de las actividades prácticas dentro de las materias impartidas. Todos los laboratorios realizados seguían la misma estructura.

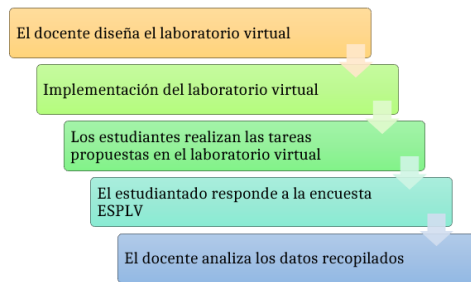
Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra

Asignatura	Descriptivos				
	N	Mujeres		Hombres	
		n	%	n	%
1	67	62	93	5	7
2	49	4	8	45	92

Al finalizar el trabajo con los laboratorios virtuales los estudiantes rellenaron la Escala de Satisfacción Percibida con el Laboratorio Virtual (ESPLV) (Sáiz-Manzanares, 2021). La ESPLV es una escala elaborada ad hoc que consta de 15 preguntas cerradas medidas en una escala tipo Likert de 1 a 5, donde 1 es “Totalmente en desacuerdo” y 5 “Totalmente de acuerdo”. Asimismo, tiene cuatro preguntas abiertas sobre las ventajas y desventajas que percibe el alumnado en el uso de los laboratorios virtuales, así como sugerencias de mejora del laboratorio.

En el diagrama de flujo (ver Figura 1) se puede ver de forma más clara y esquematizada el proceso de trabajo que se ha realizado con los laboratorios virtuales a lo largo de este estudio.

Figura 1. Diagrama de flujo de trabajo con laboratorios virtuales



Para el análisis de datos se emplearon métodos mixtos que combinan los aspectos positivos del análisis cualitativo y el cuantitativo en el mismo estudio para proporcionar una mayor profundidad al análisis realizado (Arenas, 2021; Ramírez-Montoya, y Lugo-Ocando, 2020). Además, este tipo de análisis de datos compensando los problemas que cada una de las técnicas de análisis por separado tiene. Este método de investigación tiene como debilidad que para realizar ambos tipos de análisis es difícil el trabajar con muestras amplias, ya que los análisis cualitativos precisan de una minuciosidad y seguimiento que es difícil realizar con grandes cantidades de datos. Por este motivo, es difícil la generalización de los resultados, aunque aporta mucha información sobre la efectividad de los recursos aplicados.

Se realizó un estudio cuantitativo para medir el grado de satisfacción del estudiantado donde no se hallaron diferencias significativas en la satisfacción percibida por los estudiantes respecto de la efectividad de la utilización de laboratorios virtuales en su aprendizaje. Aunque sí aparecen diferencias significativas en algunos de los ítems de evaluación de la encuesta ESPLV como el referente a la facilidad de uso de los laboratorios virtuales.

Para conocer las ventajas y desventajas percibidas por el estudiantado con el uso de los laboratorios virtuales, así como los sentimientos que genera su utilización se realiza un análisis cuantitativo de con las preguntas abiertas de la escala de satisfacción percibida con los laboratorios virtuales (Sáiz-Manzanares, 2021). Las respuestas expresadas en las preguntas abiertas se analizaron con técnicas de Machine Learning de análisis de sentimientos, que es una técnica analítica que emplea el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje automático. Cada una de las respuestas se categoriza como positiva, negativa o neutra.

RESULTADOS

Los estudiantes mostraron un nivel alto de satisfacción con la utilización de los laboratorios virtuales independientemente de la asignatura cursada. Asimismo, indicaron áreas para la mejora. Dichas recomendaciones se centraron en un

incremento del feedback automático durante la realización del propio laboratorio virtual y en una secuenciación más pautada de los pasos de resolución.

El estudiantado coincide en la amplia utilidad de los laboratorios virtuales en su aprendizaje para afianzar tanto los contenidos teóricos como prácticos. Del mismo modo, muestran interés por el uso de esta metodología ALT con otras temáticas e incluso en otras asignaturas. Por otro lado, no se hallaron diferencias significativas en la satisfacción percibida relacionada con el uso de los laboratorios virtuales respecto de la variable género aunque existe una clara brecha de género en las titulaciones en las que se han empleado los laboratorios (ver Tabla 1).

Los resultados del análisis de sentimientos pueden visualizarse en el diagrama de Sankey que aparece en la Figura 2. Se puede comprobar que el sentimiento que más predominó en las respuestas de los estudiantes de todas las asignaturas fue el neutro. Esto es debido a que los algoritmos que se aplican no son capaces de comprender todas las expresiones del lenguaje natural por lo que si las frases analizadas no tienen una clara polaridad, se suelen categorizar como neutras.

Figura 2. Diagrama de Sankey con los resultados del análisis de sentimientos



La gran mayoría del estudiantado coincide en la enorme utilidad que supone el uso del laboratorio para ayudar en la comprensión de los conceptos de la asignatura. Otra de las ventajas más mencionadas es la posibilidad de disponer de los laboratorios virtuales en cualquier momento y poder gestionar los tiempos en los que se realizan las actividades propuestas en los propios laboratorios, posibilitando al estudiantado pausar las actividades y rehacer actividades cuando los conceptos no han quedado claro. Incluso, la gran mayoría de los estudiantes ponen de manifiesto que no hay desventajas en el uso de los laboratorios virtuales aunque sí hay aspectos que mejorarían como se ha comentado con anterioridad.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el uso de prácticas de innovación docente basadas en metodologías activas tiene por delante un gran futuro. Sin embargo, la creación de materiales ALT, la monitorización de su desarrollo y el análisis de los datos exige que el profesorado disponga de competencias digitales y conocimientos de Machine Learning para el análisis de los datos. Además, la implementación de estos recursos es costosa y también requiere de conocimientos sobre diseño pedagógico e instruccional del aprendizaje.

Asimismo, para que la utilización de los laboratorios virtuales se generalice a otras etapas y ámbitos educativos es necesario aumentar la formación digital tanto del profesorado como del alumnado. Estos cambios suponen un reto que tienen que asumir los dirigentes de las instituciones educativas en colaboración con el profesorado y el estudiantado para construir una educación apoyada en la implementación de los avances digitales. Esto necesariamente implica más investigación en este ámbito de conocimiento.

Hay varias opciones de mejora relativas al diseño de los laboratorios virtuales, relacionadas con la accesibilidad de los mismos para personas con diversos niveles de competencia digital y la inclusión de un feedback en tiempo real.

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado a cargo de dos proyectos de investigación uno cofinanciado por la Unión Europea “eEarlyCare-T” Nº 2021-1-ES01-KA220-SCH-000032661 y otro proyecto I+D+i SmartLearnUni Nº: PID2020-117111RB-I00. Duración de 2021-2024 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

REFERENCIAS

- Arenas, A.C. (2021). *Métodos mixtos de investigación*. Magisterio.
- Bonaccorso, G. (2017). *Machine learning algorithms*. Packt Publishing Ltd.
- Cunningham-Nelson, S., Baktashmotlagh, M., y Boles, W. (2019). Visualizing Student Opinion Through Text Analysis. *IEEE Transactions on Education*, 62(4), 305-311. doi: 10.1109/TE.2019.2924385
- Farhat, R., Mourali, Y., Jemni, M., y Ezzedine, H. (2020, February). An overview of Machine Learning Technologies and their use in E-learning. In *2020 International Multi-Conference on: "Organization of Knowledge and Advanced Technologies"(OCTA)* (pp. 1-4). IEEE.
- Hew, K.F., Hu, X., Qiao, C., y Tang, Y. (2020). What predicts student satisfaction with MOOCs: A gradient boosting trees supervised machine learning and sentiment analysis approach. *Computers & Education*, 145, 103724. doi: 10.1016/j.compedu.2019.103724
- Ho, I.M.K., Cheong, K.Y., y Weldon, A. (2021). Predicting student satisfaction of emergency remote learning in higher education during COVID-19 using machine learning techniques. *Plos One*, 16(4), e0249423. doi: 10.1371/journal.pone.0249423

Ke, F., Dai, Z., Pachman, M., y Yuan, X. (2021). Exploring multiuser virtual teaching simulation as an alternative learning environment for student instructors. *Instructional Science*, 49(6), 831-854. doi: 10.1007/s11251-021-09555-4

Leidl, D.M., Ritchie, L., y Moslemi, N. (2020). Blended learning in undergraduate nursing education - A scoping review. *Nurse Education Today*, 86, 104318. doi: 10.1016/j.nedt.2019.104318

Lynch, T. y Ghergulescu, I. (2017, March). Review of virtual labs as the emerging technologies for teaching STEM subjects. In INTED2017 Proc. 11th Int. *Technol. Educ. Dev. Conf.*, 6(8), 6082-6091.

Massey, A., Zhang, W., y Amar, A. (2021). A comparison of non-traditional online and traditional wet-lab experiences in human anatomy and physiology: An innovative approach for pre-licensure nursing education. *Nurse Education Today*, 107, 105149. doi: 10.1016/j.nedt.2021.105149

Medina, A.P., Saba, G.H., Silva, J.H., y de Guevara Durán, E.L. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Educación en Ingeniería*, 4, 24-31.

Ramírez-Montoya, M.S. y Lugo-Ocando, J. (2020). *Revisión sistemática de métodos mixtos en el marco de la innovación educativa*.

Reeves, S.M., Crippen, K.J., y McCray, E.D. (2021). The varied experience of undergraduate students learning chemistry in virtual reality laboratories. *Computers and Education*, 175, 104320. doi: 10.1016/j.compedu.2021.104320

Sáiz-Manzanares, M.C. (2021). *Escala de satisfacción percibida con el laboratorio Virtual*. Documento sin publicar.

Sáiz-Manzanares, M.C., Marticorena-Sánchez, R., Rodríguez-Díez, J.J., Rodríguez-Arribas, S., Díez-Pastor, J.F., & Ji, Y.P. (2021a). Improve teaching with modalities and collaborative groups in an LMS: An analysis of monitoring using visualisation techniques. *Journal of Computing in Higher Education*, 33(3), 747-778. doi: 10.1007/s12528-021-09289-9

Sáiz-Manzanares, M.C., Rodríguez-Díez, J.J., Díez-Pastor, J.F., Rodríguez-Arribas, S., Marticorena-Sánchez, R., y Ji, Y.P. (2021b). Monitoring of student learning in learning management systems: An application of educational data mining techniques. *Applied Sciences*, 11(6), 2677. doi: 10.3390/app11062677

Singh, P. y Narain, B. (2021). Student Satisfaction in Educational Organization using Machine Learning. *NOVYTIMIR*, 6(8), 159-178.

Tutal, Ö. y Yazar, T. (2021). Flipped classroom improves academic achievement, learning retention and attitude towards course: a meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*, 22(4), 655-673. doi: 10.1007/s12564-021-09706-9

Vasiliadou, R. (2020). Virtual laboratories during coronavirus (COVID-19) pandemic. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 482-483.

Wei, Q., Shi, X., Li, Q., y Chen, G. (2020). *Enhancing Customer Satisfaction Analysis with a Machine Learning Approach: From a Perspective of Matching Customer Comment and Agent Note*. HICSS.

Zaldívar-Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 10(18), 9-22.

Zimmerman, B.J. (2013). From Cognitive Modeling to Self-Regulation: A Social Cognitive Career Path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135-147. doi: 10.1080/00461520.2013.794676