



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Facultad de Educación

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y
ENSEÑANZA DE IDIOMAS**

***Rompiendo estereotipos: “todos hacemos ciencia más allá
de las apariencias”***

Autora: Alondra Jiménez Pérez

Especialidad: Física y Química

Director: Miguel Ángel Queiruga Dios

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Aprendizaje significativo.....	3
2.2 Modelo 5E	3
2.3 Enfoques didácticos para el aprendizaje activo.....	5
2.3.1. Gamificación	5
2.3.2. Prácticas experimentales	5
2.3.3. Ciencia ciudadana.....	6
2.4 Actitud hacia la ciencia	6
3. METODOLOGÍA.....	8
3.1 Objetivos de la investigación.....	8
3.2 Contexto de la investigación	8
3.3 Diseño de la intervención educativa	9
3.4 Descripción de la muestra de estudio	12
3.5 Instrumentos de recogida de información.....	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1 Estudio de los estereotipos en el aula para todos los cursos	16
4.2 Estudio de los estereotipos dos meses después.....	20
4.3 Estudio pretst y posttest de la actitud hacia la ciencia del alumnado de ciencias	27
4.4 Valoración por parte de otros docentes	33
5. CONCLUSIONES.....	36
6. AGRADECIMIENTOS.....	37
7. REFERENCIAS	38
8. ANEXOS.....	42

Índice de Figuras

Figura 1. Ciclo de aprendizaje 5E	04
Figura 2. Representación del el Dr. Heinz Doofenshmirtz como villano	07
Figura 3. Agrupación de las actividades planteadas en el recurso didáctico.....	13
Figura 4. Disposición de las carpetas en la sala de archivos dentro del escape room.....	10
Figura 5. Registro de los datos obtenidos mediante las mediciones en Melgar de Fernamental.....	11
Figura 6. Imágenes sobre los estereotipos en ciencias de la Sección 1	16
Figura 7. Gráfico circular sobre las respuestas del alumnado dividido en 7 categoría	24
Figura 8. Gráfico circular sobre las respuestas del alumnado de ciencias dividido en 7 categoría	25

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de los estereotipos en la totalidad del alumnado del centro	17
Tabla 2. Análisis de los estereotipos en los alumnos que no estudian ciencia	18
Tabla 3. Análisis de los estereotipos en los alumnos que si estudian ciencia	18
Tabla 4. Agrupaciones en categorías sobre las preguntas realizadas por el alumnado del centro para la Sección 2	19
Tabla 5. Análisis de los cuestionarios pretest y posttest de los estereotipos en los alumnos de ciencia.....	21
Tabla 6. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en la totalidad del alumnado del centro	22
Tabla 7. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en los 33 alumnos que no estudian ciencia	22
Tabla 8. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en los 30 alumnos que sí estudian ciencia (pretest)	23
Tabla 9. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en los 30 alumnos que sí estudian ciencia (postest)	23
Tabla 10. Resultado de percepciones de la personalidad y proyección profesional futura de todo el alumnado	26
Tabla 11. Comparación pretest y posttest de la percepción de la personalidad y de la identificación profesional futura en el alumnado de ciencias	27
Tabla 12. Resultados de los alumnos sometidos a la implementación de los recursos	29
Tabla 13. Resultados obtenidos de los 30 alumnos que estudian ciencia	30
Tabla 14. Tamaño del efecto (d de cohen y r) de los resultados obtenidos en el pretest y posttest del alumnado que estudia ciencia	32
Tabla 15. Respuestas del profesorado del cuestionario de usabilidad del recurso	34
Tabla 16. Respuestas del profesorado del cuestionario de empleabilidad del recurso	35

Resumen

El presente TFM tiene como objetivo desarrollar y evaluar una propuesta didáctica basada en metodologías activas para reducir los estereotipos sobre la ciencia y mejorar la actitud hacia la ciencia en alumnado de Educación Secundaria. Para ello, se analizan los estereotipos sobre la ciencia y la figura del científico en el alumnado de ESO, así como el impacto de una intervención educativa orientada a reducir dichos estereotipos y mejorar la actitud hacia la ciencia. La propuesta se implementó en alumnado de 2.º, 3.º y 4.º de ESO, incluyendo un grupo de Diversificación, mediante metodologías activas como la gamificación, las prácticas de laboratorio y la ciencia ciudadana. Siguiendo el modelo 5E, se desarrollaron actividades como un escape room, prácticas experimentales y la participación en el proyecto de ciencia ciudadana. Para analizar los cambios en el alumnado se aplicaron cuestionarios pretest y postest. Los resultados muestran una percepción más amplia y menos estereotipada de la ciencia y de las profesiones científicas, junto con una mejora en la actitud del alumnado hacia esta disciplina, especialmente en lo referente a su conexión con la vida cotidiana.

Palabras clave: estereotipos en ciencia; actitud hacia la ciencia; modelo 5E; gamificación; ciencia ciudadana.

Abstract

This Master's Thesis aims to design and evaluate an educational intervention based on active learning methodologies to reduce stereotypes about science and improve secondary school students' attitudes towards science. To this end, it analyzes stereotypes about science and the role of scientists among secondary school students, as well as the impact of an educational intervention designed to reduce these stereotypes and improve attitudes toward science. The proposal was implemented with students from the 2nd, 3rd, and 4th years of ESO, including a Diversification group, through active methodologies such as gamification, laboratory practices, and citizen science. The intervention, based on the 5E model, included activities such as an escape room, experimental practices, and participation in the citizen science project. To analyze the changes produced, pre-test and post-test questionnaires were applied. The results reveal a broader and less stereotyped perception of science and scientific careers, together with a moderate improvement in students' attitudes toward this discipline, particularly regarding its connection to everyday life.

Keywords: stereotypes about science; attitudes toward science; 5E model; gamification; citizen science.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el ámbito de la educación se encuentra en un proceso de transformación constante impulsado por los cambios sociales, políticos, tecnológicos y culturales que caracterizan a la sociedad del siglo XXI. Esta evolución obliga a replantear los modelos tradicionales de enseñanza, en los que el docente actúa principalmente como transmisor de conocimientos (Chaves Maza et al., 2024), ya que el alumno actual requiere un aprendizaje significativo y relevante (López López et al., 2018), presenta intereses diversos y muestra una interacción con entornos digitales (Kalogiannakis et al., 2021). Siguiendo esta línea, la bibliografía reciente señala que cada generación demanda enfoques didácticos adaptados a la diversidad del alumnado y a los cambios sociales y tecnológicos (Aguilar-Moya et al., 2025), lo que pone de manifiesto la necesidad de metodologías activas y flexibles.

Diversos estudios muestran la problemática de la disminución del interés del alumnado por las disciplinas de ciencias (Aguilera y Perales-Palacios, 2019; Vázquez-Alonso y Mannassero-Mass, 2008), especialmente en la etapa de Educación Secundario Obligatoria (ESO). Este descenso motivacional tiende a intensificarse a medida que el alumnado avanza en su trayectoria académica, influyendo finalmente en su profesión futura. A ello se suma la presencia de estereotipos sobre la ciencia y la figura del científico (Queiruga-Dios et al., 2020), que contribuyen a consolidar una visión limitada y, en ocasiones, alejada de la realidad.

En este TFM se analiza la percepción que el alumnado tiene sobre la ciencia y la figura del científico mediante una investigación estructurada en dos líneas: una de carácter diagnóstico y otra de intervención educativa. La primera se centra en identificar los estereotipos presentes en el conjunto del alumnado del centro. La segunda consiste en el diseño e implementación de una intervención didáctica dirigida a estudiantes de 2.º, 3.º y 4.º de ESO, con el objetivo de promover una visión más realista de la ciencia y de la persona que se dedica a la ciencia, y a favorecer una actitud más positiva hacia las disciplinas científicas. La propuesta se fundamenta en el modelo 5E e incorpora metodologías activas como la gamificación, las prácticas experimentales y la ciencia ciudadana. Para la recogida de datos se aplican cuestionarios pretest a todo el alumnado participante y posttest en los grupos de intervención, con el fin de evaluar los cambios producidos tras su implementación. Finalmente, la propuesta es valorada por otros docentes mediante cuestionarios de usabilidad e interés.

2. MARCO TEÓRICO

Para fundamentar la propuesta didáctica desarrollada en este TFM, el marco teórico se organiza en cuatro apartados. En primer lugar, se aborda el aprendizaje significativo (2.1), base psicológica que justifica la necesidad de conectar nuevos contenidos con los conocimientos previos del alumnado. A continuación, se presenta el modelo 5E (2.2), un enfoque metodológico constructivista que estructura la enseñanza por indagación. Seguidamente, se describen tres enfoques didácticos activos (2.3), gamificación, prácticas experimentales y ciencia ciudadana, que se integran en el modelo 5E para favorecer la participación y el interés del alumnado. Finalmente, se define el concepto de actitud hacia la ciencia (2.4), variable dependiente de este estudio, y se analiza su relación con los estereotipos científicos presentes en los medios de comunicación.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la ESO ha sido ampliamente estudiado debido a las dificultades en la construcción de actitudes positivas hacia estas disciplinas. La bibliografía señala que las actitudes hacia la ciencia desempeñan un papel fundamental en el rendimiento académico, la elección de itinerarios formativos y el interés por continuar estudios científicos, especialmente en materias como Física y Química (Aguilera y Perales-Palacios, 2020). El interés del alumnado por las ciencias se relaciona con múltiples factores, entre los que destacan la percepción de dificultad de las materias, la falta de conexión con la realidad cotidiana y el uso predominante de metodologías tradicionales. Es por ello, que comenzaremos definiendo el concepto de aprendizaje significativo, uno de los fundamentos teóricos que sustentan la propuesta educativa. Posteriormente, definiremos el modelo de las 5E (*Engage, Explore, Explain, Elaborate y Evaluate*), ya que será el marco metodológico que dará soporte a las actividades planteadas en el aula. Finalmente, se concluye este apartado con la definición de las metodologías de gamificación, prácticas de laboratorio y ciencia ciudadana, así como la conceptualización de la actitud hacia la ciencia, un constructo complejo condicionado por múltiples factores, entre los que destacan los elementos socioculturales, especialmente los medios de comunicación y los productos culturales.

2.1 Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo puede entenderse como un proceso por el cual el alumno adquiere conocimientos, habilidades, actitudes y valores (Beltrán, 1993). Este proceso no tiene lugar de forma automática, sino que implica, como hemos comentado en el apartado anterior, mecanismos cognitivos intencionales como es la atención del alumno, la observación y la interacción con el entorno del alumnado. En este sentido, el aprendizaje se construye a partir de la relación entre los nuevos contenidos y los conocimientos previos, integrándose de forma significativa en la estructura cognitiva del alumnado (Ausubel, 2002).

La principal característica del aprendizaje significativo es favorecer que el alumnado no solo adquiera la información transmitida por el docente, sino que sea capaz de comprenderla, aplicarla y transferirla a situaciones reales de su día a día. Es por ello, que además de promover el desarrollo cognitivo, el aprendizaje significativo fomenta competencias como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Todo ello, permite que el alumnado adquiera una formación más completa (Zamora et al., 2023), que favorezca la actitud hacia la ciencia y repercuta finalmente en el rendimiento académico.

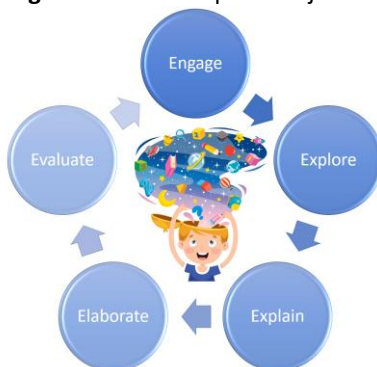
En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, promover un aprendizaje significativo requiere metodologías que hagan al alumno responsable de su propio proceso de aprendizaje. En este sentido, el modelo 5E constituye una propuesta metodológica constructivista especialmente adecuada, ya que favorece la exploración, la reflexión y la construcción activa del conocimiento mediante experiencias contextualizadas (Bybee et al., 2006).

2.2 Modelo 5E

El modelo 5E se ha consolidado como uno de los enfoques metodológicos más relevantes en la enseñanza de las ciencias por indagación, especialmente en contextos educativos que buscan promover un aprendizaje activo y significativo. Este modelo, que está basado en los ciclos de aprendizaje propuesto por Bybee et al. (2006) está formado por cinco fases secuenciales (Figura 1) que favorecen la construcción del conocimiento por parte del alumnado. Estas fases son: involucrar, explorar, explicar, elaborar y evaluar. La primera fase, que corresponde con *Engage*, tiene como objetivo despertar el interés y la curiosidad del alumnado hacia el tema o concepto que se quiera trabajar. Le sigue la fase, *Explore*, en donde los estudiantes investigan, plantean hipótesis, realizan observaciones y comparten sus ideas.

A continuación, sigue la fase *Explain*, en la que se promueve la construcción del conocimiento a partir de la discusión y la explicación de los resultados a los que ha ido llegando los alumnos. Posteriormente, *Elaborate* permite aplicar los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones y así establecer conexiones reales con otros contenidos. Finalmente, en *Evaluate*, se valora tanto el aprendizaje alcanzado como el proceso que han ido siguiendo, incluyendo las curiosidades y las dificultades que hayan ido encontrando a lo largo del proceso de indagación.

Figura 1. Ciclo de aprendizaje 5E.



Elaboración propia.

La aplicación del modelo al aula permite a los docentes estructurar la enseñanza por indagación de manera coherente, favoreciendo la participación activa del alumnado, permitiendo que comprendan los conceptos que vienen recogidos en el currículo a través de la experiencia y la reflexión, con el docente como guía constante durante todo el proceso de aprendizaje (Bybee, 2015). Asimismo, este modelo se relaciona con teorías del desarrollo cognitivo, como las propuestas de Piaget y Vygotsky, que destacan la importancia de la actividad del alumno y la interacción social en la construcción del conocimiento (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978).

El modelo 5E tiene su origen en las propuestas del *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) desarrolladas en la década de 1980, integrando aportaciones de distintos enfoques pedagógicos, como las ideas de Herbart y Dewey, así como el ciclo de aprendizaje de Atkin-Karplus (Melgarejo et al., 2014). Además, este modelo puede complementarse con metodologías activas que incrementen la participación del alumnado durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre ellas, la gamificación, las prácticas experimentales y la ciencia ciudadana destacan por incorporar dinámicas lúdicas capaces de favorecer la implicación y el interés hacia las ciencias.

2.3 Enfoques didácticos para el aprendizaje activo

Para favorecer un aprendizaje significativo y participativo, la propuesta didáctica de este TFM incorpora tres enfoques didácticos que promueven la implicación del alumnado: la gamificación, las prácticas experimentales y la ciencia ciudadana. A continuación se describen sus características principales y los beneficios que aportan al proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

2.3.1. Gamificación

La gamificación es una metodología educativa que utiliza elementos propios de los juegos, como puntos, niveles, retos o recompensas, para aumentar la participación y el interés del alumnado en el aprendizaje (Mendoza-Vega, 2025; Ábalos et al., 2024). Su finalidad no es jugar en clase, sino aplicar dinámicas lúdicas que favorezcan la implicación y el compromiso de los estudiantes. Cuando en una clase se gamifica, el alumnado suele mostrar una actitud más participativa y motivada, percibiendo las actividades de una forma más dinámica y entretenida. Esto contribuye a mejorar el interés por las asignaturas y a crear un ambiente más activo en el aula. Además, la gamificación puede influir positivamente en el aprendizaje, ya que incrementa el interés y el esfuerzo del alumnado. Para que sea efectiva, es importante diseñar adecuadamente las actividades y seleccionar elementos de juego relacionados con los objetivos educativos. Algunas herramientas y dinámicas utilizadas en el aula son *Kahoot!*, los escape rooms educativos, las búsquedas del tesoro, los cuestionarios interactivos o los sistemas de insignias y recompensas.

Junto a la gamificación, las prácticas experimentales constituyen otro de los enfoques didácticos incorporados en la propuesta, al permitir que el alumnado vincule los contenidos científicos con la manipulación directa de materiales y fenómenos observables.

2.3.2. Prácticas experimentales

Las prácticas experimentales constituyen una estrategia didáctica clave para favorecer el aprendizaje significativo en ciencias, especialmente cuando se orientan hacia enfoques constructivistas y alejados de metodologías puramente procedimentales (Pereira y Suárez, 2024). A través de su implementación, el alumno adquiere conocimientos científicos mediante la experimentación, lo que permite la formulación de hipótesis, la recogida de datos y el análisis de resultados, así como la interpretación de fenómenos. Además, este tipo de

experiencias manipulativas contribuye de manera significativa al incremento del interés hacia la ciencia. Asimismo, contribuyen a disgregar estereotipos asociados a la ciencia como una disciplina abstracta, rígida o inaccesible, mostrando su carácter dinámico y cercano, tal y como señalan Hofstein y Lunetta (2004) respecto al papel de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias. Más allá del laboratorio, la ciencia ciudadana amplía el horizonte del aprendizaje al involucrar al alumnado en investigaciones reales y contextualizadas en su entorno más cercano.

2.3.3. Ciencia ciudadana

La ciencia ciudadana, hace referencia a la colaboración todo tipo de personas, independientemente de su formación y profesión y científicos especialistas en procesos de investigación (Serrano-Sanz et al., 2014). Los participantes pueden intervenir en diferentes momentos del proceso de investigación científica y de diversas maneras (Diez-Ojeda et al., 2024): recogida y análisis de datos, formulación de hipótesis, difusión de resultados, etc. Esta metodología favorece una mayor democratización de la ciencia y fomenta el compromiso social con la investigación. Diversos estudios destacan los beneficios de esta metodología, entre ellos la mejora de la alfabetización científica, el desarrollo de actitudes más positivas hacia la ciencia y una mayor comprensión de las problemáticas ambientales (Bonney et al., 2009). Además, su potencial educativo es creciente en contextos escolares y se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), al facilitar la obtención de datos útiles para verificar ciertos indicadores de logro de los ODS (Queiruga-Dios et al., 2020). En conjunto, la ciencia ciudadana se consolida como una herramienta educativa y social que promueve la participación, el uso de tecnologías digitales y la conciencia ambiental.

Los tres enfoques didácticos presentados comparten el objetivo de situar al alumnado en el centro de su aprendizaje. La siguiente sección aborda la actitud hacia la ciencia, variable clave que estos enfoques pretenden favorecer.

2.4 Actitud hacia la ciencia

Las metodologías activas descritas persiguen, entre otros objetivos, mejorar la actitud del alumnado hacia la ciencia. A continuación, se define este constructo y se analizan los factores que lo condicionan.

La actitud hacia la ciencia (AC) hace referencia a las emociones, creencias y valoraciones que el alumnado desarrolla respecto al aprendizaje científico. Esta actitud puede ser positiva o negativa y se relaciona con el interés y la disposición que muestran los estudiantes hacia las ciencias (Newell et al., 2015; Koballa y Glynn, 2007). Se trata de un concepto complejo, ya que intervienen factores afectivos, cognitivos y conductuales que influyen en la manera en la que el alumnado percibe y afronta el aprendizaje científico. Además, esta actitud puede verse condicionada por diferentes aspectos, como la edad, el sexo, el rendimiento académico o las metodologías utilizadas en el aula (Osborne et al., 2003). Diversos estudios destacan que las estrategias de enseñanza innovadoras, participativas y cercanas a la realidad del alumnado, como la ciencia ciudadana, prácticas de laboratorio contextualizadas o la gamificación, pueden favorecer una actitud más positiva hacia las ciencias, aumentando el interés y la implicación del estudiantado en el proceso de aprendizaje (Aguilera y Perales, 2018).

La AC puede verse influenciada por factores socioculturales, entre los que destacan los medios digitales y de comunicación. Aunque suponen una oportunidad de aprendizaje, también pueden favorecer la aparición de ideas erróneas sobre la ciencia, especialmente en relación con la figura de las personas científicas. Estos estereotipos, presentes en productos culturales como series y dibujos animados, un ejemplo es Phineas and Ferb, donde personajes como el Dr. Heinz Doofenshmirtz (Figura 2) contribuyen a una visión distorsionada de la realidad científica al representar al científico como una figura excéntrica o aislada.

Figura 2. Representación del el Dr. Heinz Doofenshmirtz como villano.



Fuente: Peliplat (s. f.).

Estas representaciones pueden influir negativamente en el interés del alumno por las materias científicas, especialmente en etapas en las que comienzan a tomar decisiones académicas. Por ello, resulta necesario promover intervenciones educativas que fomenten una visión más realista, cercana e inclusiva de la ciencia. En este sentido, persisten otros estereotipos como el del “friki del ordenador”, el trabajador masculino asociado a la ingeniería o la persona

extremadamente inteligente pero poco sociable, presentes en producciones como *Big Hero 6*, *Bob el Constructor* o *Los Simpson*, respectivamente. En conjunto, estas representaciones refuerzan percepciones limitadas sobre la ciencia y pueden contribuir a una actitud menos favorable hacia ella.

3. METODOLOGÍA

3.1 Objetivos de la investigación

El objetivo principal de este trabajo se subdivide en cuatro objetivos específicos (O1-O4). Todos ellos quedan recogidos de forma esquemática en el Anexo 1.

- *Objetivos generales*

O. Desarrollar y evaluar una propuesta didáctica basada en metodologías activas para reducir los estereotipos sobre la ciencia y mejorar la actitud hacia la ciencia en alumnado de Educación Secundaria.

- *Objetivos específicos*

O1. Identificar y analizar los estereotipos sobre la ciencia y la figura del científico/a presentes en el alumnado de un centro rural de Burgos.

O2. Diseñar e implementar una intervención educativa basada en metodologías activas (gamificación, prácticas experimentales y ciencia ciudadana) orientada a reducir dichos estereotipos y a mejorar la actitud hacia la ciencia.

O3. Evaluar el impacto de la intervención en el alumnado participante mediante un diseño pretest-posttest, analizando los cambios producidos en sus estereotipos y en su actitud hacia la ciencia.

O4. Valorar la usabilidad y el interés pedagógico del recurso didáctico por parte de docentes en activo y en formación.

3.2 Contexto de la investigación

La presente investigación se desarrolló en un instituto rural de educación secundaria situado en la localidad de Melgar de Fernamental en la Provincia de Burgos, durante el periodo de prácticas del Máster de Profesorado. Durante la estancia en el centro se observó un bajo interés del alumnado hacia las materias científicas, especialmente en los cursos donde la materia de Física y Química es obligatoria. Asimismo, se detectó la presencia de estereotipos relacionados con los científicos y sus profesiones, con una visión totalmente alejada de la

realidad. Con el objetivo de abordar esta problemática, se diseñó una intervención educativa basada en metodologías activas, concretamente gamificación, prácticas experimentales y ciencia ciudadana, estructurada siguiendo el modelo de aprendizaje 5E. La propuesta pretendía favorecer una visión más inclusiva y realista de la ciencia, así como mejorar la actitud del alumnado hacia las disciplinas científicas.

La intervención se desarrolló durante aproximadamente dos meses, de manera paralela a las clases ordinarias, mediante actividades orientadas a promover la reflexión sobre la idea de que cualquier persona puede dedicarse a la ciencia y sobre la diversidad de perfiles profesionales presentes en este ámbito. La propuesta se implementó con alumnado de 2.º, 3.º y 4.º de ESO, incluyendo grupos de Diversificación Curricular, y se integró de forma complementaria en las asignaturas de Física y Química, Laboratorio y Ámbito Práctico. La duración de la intervención varió según el curso. En 4.º de ESO se llevaron a cabo 20 sesiones de 50 minutos distribuidas entre las materias de Física y Química y Laboratorio. En 2.º y 4.º de ESO de Diversificación Curricular se realizaron 15 sesiones en las asignaturas de Física y Química y Ámbito Práctico, respectivamente. Por su parte, en 3.º de ESO el número de sesiones se redujo a nueve debido a la coincidencia de varias clases con excursiones programadas por el centro educativo.

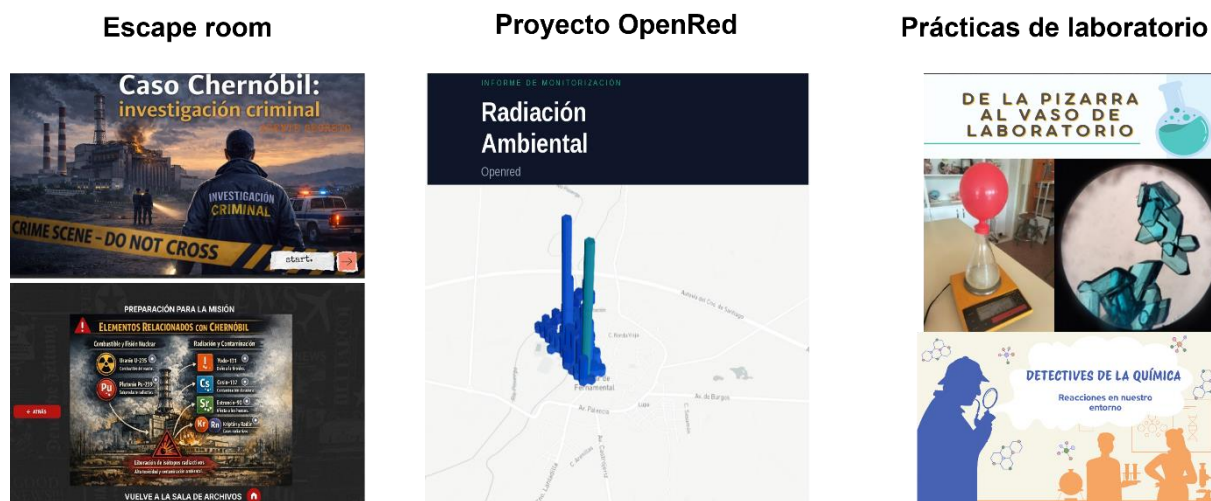
3.3 Diseño de la intervención educativa

La intervención educativa fue diseñada siguiendo el modelo 5E, incorporando metodologías activas orientadas al aprendizaje significativo. Entre ellas destacan la gamificación, las prácticas experimentales y la participación en un proyecto de ciencia ciudadana. Estas metodologías permitieron fomentar la participación activa del alumnado y favorecer una visión más cercana y accesible de la actividad científica.

La propuesta didáctica denominada “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” fue diseñada para trabajar la deconstrucción de estereotipos en ciencia y fomentar actitudes positivas hacia las disciplinas científicas en las asignatura de Física y Química, Laboratorio y Ámbito Práctico. Las actividades que se recogen en este recurso didáctico se enmarcan dentro del bloque 3 “Los cambios” y bloque 4 “La Energía” del BOCYL (EDU/362/2015). El Anexo 2 recoge los detalles sobre los objetivos, contenidos, competencias clave, metodología, recursos y las rúbricas propuestas para la evaluación de este recurso.

El recurso didáctico presentado consta de una batería de actividades que ayudará a alcanzar cada uno de los objetivos propuestos en este TFM. La Figura 3, estructura estas actividades en tres bloques: escape room, prácticas del laboratorio y el proyecto Openred (<https://open-red.es/>).

Figura 3. Agrupación de las actividades planteadas en el recurso didáctico “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias”).



Elaboración propia.

El primer grupo de actividades que recoge este recurso es el escape room científico, el cual ha sido preparado con detalle mediante la herramienta Genially (Jiménez, 2026). Es un recurso didáctico interactivo basado en el caso de Chernóbil que convierte el accidente en una investigación guiada (Anexo 3), permitiendo al alumnado analizar sus causas y consecuencias desde una perspectiva científica y crítica. El escape room tiene lugar en grupos de 3–4 alumnos y en cada grupo habrá distintos roles: líder, portavoz, medidor de radiación y experto, con el objetivo de fomentar la responsabilidad compartida y el trabajo cooperativo. Los alumnos irán avanzando por distintas “carpetas” o niveles que están bloqueados (Figura 4) mediante pruebas que deberán ir superando en equipo.

Figura 4. Disposición de las carpetas en la sala de archivos dentro del escape room.

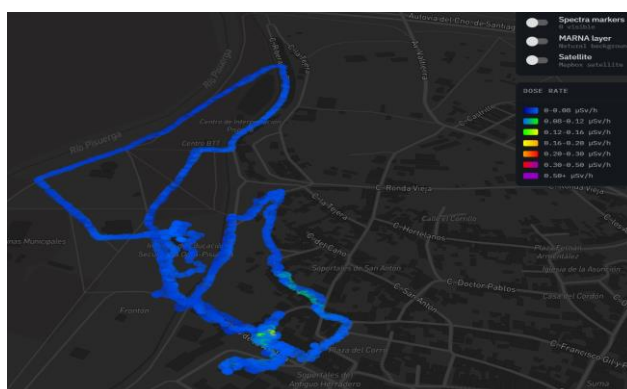


Elaboración propia.

Una de las carpetas, consistirá en la lectura del caso de Chernóbil, en el que se han escondido palabras clave que deberán identificar para resolver un crucigrama. A partir de su solución, se llegará a la conclusión de que el origen del accidente fue un error humano, lo que dará pie a reflexionar sobre el error humano en ciencia y el trabajo en el laboratorio, desbloqueando así las siguientes fases del juego. El alumnado trabajará en las cinco primeras carpetas que consistirán en la identificación de tipos de energía y sus transformaciones a través de situaciones cotidianas, elementos químicos, la radiación y sus tipos, la resolución de pequeños retos y problemas, etc. También, se realizan actividades experimentales que permiten relacionar la teoría con la práctica en el laboratorio, tareas de reflexión para comprender la importancia de la energía en la vida diaria y su impacto en el entorno. Finalmente, la carpeta 6, consistirá en la medición de radiación gamma que nuevamente se realizará en grupos de 3–4 alumnos, manteniendo los mismos equipos para ambas dinámicas, pero en esta ocasión para fomentar la conexión de grupo deberán cambiar los miembros del equipo.

La medición de radiación gamma ambiental con ayuda de un contador Geiger se realizará dentro del proyecto OpenRed, como señala Queiruga-Dios et al. (2020) es importante involucrar a los estudiantes en este tipo de proyectos de ciencia ciudadana. El alumnado asume un papel activo como “jóvenes científicos”. La actividad se desarrolla en grupos, desplazándose por distintas zonas del entorno cercano con el objetivo de recoger el mayor número posible de mediciones. Los datos obtenidos, Figura 5, se registran y se comparten en la nube de la red científica (Openred, s. f.), lo que permite al alumnado comprender que puede contribuir a la investigación científica y a mejorar la sociedad a través de pequeñas acciones con impacto real. Finalmente, se enviará vía email a cada uno de los alumnos participantes el informe de registro (Anexo 4) para que lo guarden y valoren el trabajo que han realizado por la ciencia.

Figura 5. Registro de los datos obtenidos mediante las mediciones de los alumnos en Melgar de Fernamental.



El aprendizaje que hemos planteado en el recurso, tal y como apunta Kolb et al. (2000), consta de dos procesos clave: experiencia y reflexión sobre la experiencia. Es por ello que posteriormente, el alumnado deberá realizar un trabajo final en el que investigará la vida y aportaciones de científicos y científicas como Marie Curie, Lisa Meitner, Robert Oppenheimer o Enrico Fermi. Además, deberá responder cuestiones relacionadas con el funcionamiento del contador Geiger y los valores de radiación obtenidos, y elaborar una conclusión reflexionando sobre lo aprendido y la presencia de la ciencia en su entorno (Anexo 5).

Finalmente, el recurso plantea una serie de prácticas de laboratorio (Anexo 6) de forma individual, cuya evaluación se llevará a cabo mediante la elaboración de informes de laboratorio. En 4.º de ESO se trabajarán ejercicios de disoluciones trasladados al laboratorio (Práctica 1 “de la pizarra al vaso de precipitados”), favoreciendo la conexión entre la teoría y la práctica. En 2.º, 3.º de ESO y en ambos grupos de 4.º de ESO se desarrollarán el resto de prácticas recogidas en el Anexo 6: práctica 2 hasta la 6. Estas prácticas contextualizadas como por ejemplo la práctica 6 donde convertirá al alumnado en auténticos “detectives científicos”, deberán identificar distintas reacciones químicas presentes en su entorno cotidiano y deberán exponer sus hallazgos al resto de la clase, con el objetivo de reforzar la idea de que la ciencia forma parte de nuestra vida diaria y que todas las personas, consciente o inconscientemente, están en contacto con ella.

Finalmente, esta intervención busca reforzar la idea de que la ciencia está al alcance de todo el alumnado, independientemente de su género, origen o situación personal, promoviendo la inclusión, el interés y la participación activa en el proceso educativo.

3.4 Descripción de la muestra de estudio

La muestra total del estudio está formada por 67 estudiantes del IES ubicado en Melgar de Fernamental, pertenecientes a 1.º, 2.º, 3.º y 4.º de ESO, 4.º de ESO de Diversificación Curricular, 1.º de Bachillerato de Letras y 2.º de Bachillerato de Letras. De los cuales, 30 eran chicos y 37 chicas, distribuidos por niveles educativos de la siguiente manera: 15 estudiantes de 1.º ESO (7 chicos y 8 chicas), 16 de 2.º ESO (9 chicos y 7 chicas), 8 de 3.º ESO (4 chicos y 4 chicas), 18 de 4.º ESO (7 chicos y 11 chicas), 5 de 1.º Bachillerato (1 chico y 4 chicas) y 5 de 2.º Bachillerato (2 chicos y 3 chicas).

El estudio inicial sobre estereotipos asociados a la ciencia y a la figura del científico se realizó con la totalidad del alumnado del centro con el fin de obtener una visión general de las percepciones existentes. Posteriormente, la intervención didáctica se desarrolló con un subgrupo de 34 estudiantes de 2.º, 3.º y 4.º de ESO incluyendo alumnado de Diversificación Curricular, de los cuales 19 eran chicos y 15 chicas. No obstante, cuatro estudiantes no completaron el postest (estos alumnos corresponden a los alumnos 15, 19, 30 y 33) debido a su ausencia, por lo que el análisis comparativo pretest-postest se realizó finalmente con una muestra de 30 estudiantes. Los datos de los cuatro alumnos ausentes se mantuvieron únicamente en el análisis descriptivo inicial del conjunto del centro.

Además, se contó con una segunda muestra formada por 24 profesores y futuros profesores, cuya participación estuvo destinada a la valoración de los recursos y materiales elaborados para la intervención. El 29,2% eran hombres y el 70,8% mujeres. Entre los participantes se encontraban estudiantes del Máster de Profesorado y docentes en activo pertenecientes a diferentes etapas educativas y especialidades, concretamente un 8,3% de Educación Primaria, un 54,2% de Educación Secundaria, un 29,2% de Bachillerato, un 12,5% de ámbito universitario y un 4,2% correspondientes a otros perfiles.

3.5 Instrumentos de recogida de información

Para dar respuesta a los objetivos planteados, se emplearon diferentes instrumentos de recogida de datos orientados a analizar las AC, los estereotipos asociados a la figura del científico y la valoración de la propuesta didáctica implementada.

En relación con el **O1**: “Identificar y analizar los estereotipos sobre la ciencia y la figura del científico/a presentes en el alumnado de un centro rural de Burgos”.

- Cuestionario inicial para todo el alumnado del centro sobre estereotipos asociados a la ciencia y a la figura del científico/a (Anexo 7).
- Cuestionario pretest y postest sobre actitudes e interés (Aguilera y Perales-Palacios, 2019) del alumnado hacia las asignaturas científicas en 2.º, 3.º y 4.º de ESO (Anexo 7 y 8).

El cuestionario específico sobre estereotipos científicos (Anexo 7), fue elaborado a partir de la revisión bibliográfica y de investigaciones previas relacionadas con la percepción social de la ciencia y la figura del científico. El cuestionario consta de 3 partes: en la **Sección 1**: Seleccionar

con un círculo de las 18 personas cuales creen que pueden dedicarse a la ciencia o hacer ciencia; **Sección 2:** Escribir una pregunta que les gustaría hacer a una persona que se dedique profesionalmente a la ciencia; **Sección 4:** Discernir perfiles profesionales en el siglo XXI, donde deben observar unas imágenes que proyectaremos en la pantalla y tendrán 45 segundos para completar cada fila con su primera impresión. Este instrumento permitió analizar las concepciones del alumnado acerca de quiénes hacen ciencia, cómo trabajan los científicos y qué características se asocian habitualmente a estas profesiones. En segundo lugar, se utilizó el cuestionario SSAQ (*School Science Attitude Questionnaire*) (Anexo 8), adaptado a partir de la versión propuesta por Barak et al. (2011). El cuestionario incluye cuatro dimensiones, con tres o cuatro ítems cada una, siendo uno de ellos reformulado de forma negativa (salvo la dimensión 2, D2) para asegurar que el alumnado responde correctamente el cuestionario:

- **Dimensión 1 (D1):** Importancia de la ciencia para el estudiante: 6, 9, 13; y el 5 reformulado de forma negativa.
- **Dimensión 2 (D2):** Autoeficacia: 4, 10, 14.
- **Dimensión 3 (D3):** Interés y disfrute: 1, 7, 11; y el 8 reformulado de forma negativa.
- **Dimensión 4 (D4)** - Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante: 2, 3, 12; y el 15 reformulado de forma negativa.

Para el **O3**: *“Evaluar el impacto de la intervención en el alumnado participante mediante un diseño pretest-posttest, analizando los cambios producidos en sus estereotipos y en su actitud hacia la ciencia”*. Se adoptó un diseño preexperimental basado en la aplicación de cuestionarios pretest y posttest. Ambos instrumentos se administraron antes y después de la intervención educativa con el fin de identificar posibles cambios

- Cuestionario pretest y posttest para valorar los cambios en las percepciones del alumnado tras la intervención educativa (Anexo 7).
- Registro de observación y valoración de las actividades desarrolladas durante la intervención.

Como complemento a ambos cuestionarios, se incluyó una pregunta abierta (Anexo 7) en la que el alumnado debía formular una cuestión dirigida a científicos profesionales de diferentes ámbitos. Las respuestas fueron posteriormente contestadas mediante vídeos y testimonios de un matemático, un ingeniero informático, una ingeniera electrónica industrial y mecánica,

una tecnóloga de alimentos, una química inorgánica, un químico físico y un biólogo (Anexo 9). Esta actividad tuvo como finalidad mostrar la diversidad de perfiles existentes dentro de la comunidad científica y así contribuir a la reducción de estereotipos asociados a estas profesiones.

Por último, para dar respuesta a los **O2** y **O4**: “Identificar y analizar los estereotipos sobre la ciencia y la figura del científico/a presentes en el alumnado de un centro rural de Burgos” y “Valorar la usabilidad y el interés pedagógico del recurso didáctico por parte de docentes en activo y en formación”. Para conocer la valoración del profesorado sobre la propuesta didáctica, se elaboró un cuestionario de usabilidad e interés educativa (Anexo 10).

- Cuestionario de valoración de las actividades por parte del profesorado: Usabilidad (Brooke, 1996) e interés (Martínez-Abad et al. 2017).

El cuestionario fue administrado mediante Microsoft Forms tras la visualización de un vídeo explicativo sobre la intervención didáctica (Anexo 11).

Una vez finalizada la intervención, tras un periodo aproximado de dos meses en el que se han desarrollado las distintas dinámicas, se vuelve a aplicar el cuestionario al alumnado sometido a la intervención. Este procedimiento permite analizar si las actividades implementadas han tenido un impacto significativo en la evolución de sus percepciones y actitudes hacia la ciencia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la implementación en el aula, tal y como se ha comentado anteriormente, se han evaluado tres aspectos principales: los estereotipos en ciencia en todo el alumnado del centro; la evolución del pensamiento del grupo participante en la intervención tras la realización de las distintas actividades; y, en tercer lugar, la variación de la actitud hacia la ciencia y los estereotipos en el alumnado de las materias científicas durante el periodo de dos meses. Para cada aspecto se han obtenido los siguientes resultados que van conectados con los objetivos planteados de este TFM.

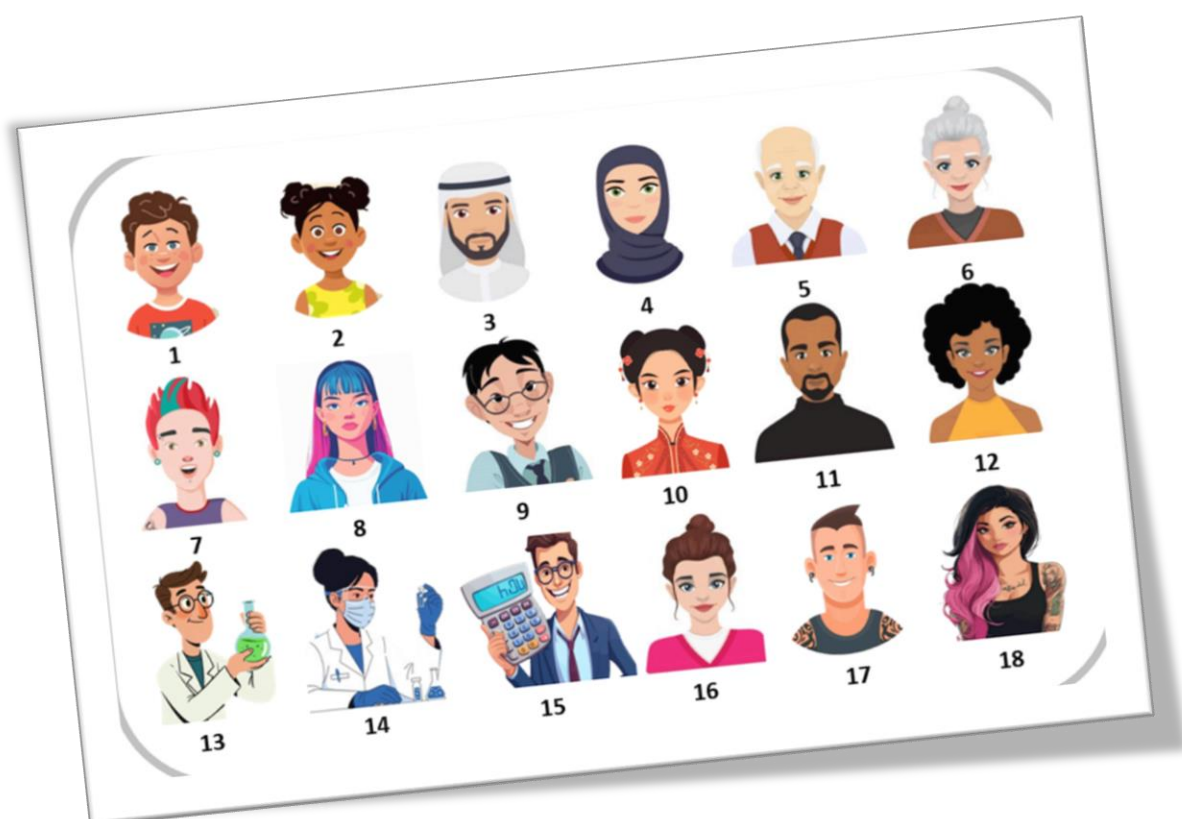
4.1 Estudio de los estereotipos en el aula para todos los cursos .

4.1.1 Análisis pretest de todo el alumnado del centro (SECCIÓN 1)

La muestra presenta una distribución equilibrada entre chicos y chicas, lo que permite realizar un análisis comparativo de las respuestas desde la perspectiva de género y etapa educativa.

Los resultados obtenidos a partir de la Figura 6, se recogen de la Tabla 1 (conjunto total del alumnado del centro), donde se observa una clara concentración de respuestas en determinados ítems, especialmente en aquellos relacionados con la figura del científico/a en el laboratorio. Destacan de forma muy significativa las imágenes 13 y 14, que son los más seleccionados tanto por chicos como por chicas, con valores prácticamente máximos en ambos casos (62–63 selecciones en total).

Figura 6. Imágenes sobre los estereotipos en ciencias de la **Sección 1** (Seleccionar con un círculo de las 18 personas cuales creen que pueden dedicarse a la ciencia o hacer ciencia). Elaboración propia.



Estos resultados indican una representación muy consolidada del científico/a como una figura asociada al laboratorio, caracterizada por la bata blanca, el uso de material experimental (tubos de ensayo) y un trabajo principalmente individual y técnico. Esta visión coincide con los estereotipos descritos por Chambers (1983), quien identificó que el alumnado suele asociar la

actividad científica con el trabajo de laboratorio y con una imagen estandarizada del científico. Asimismo, la imagen 15 también presenta una frecuencia elevada (43 selecciones por parte del alumnado), lo que refuerza la presencia de asociaciones relacionadas con la química y el trabajo experimental como elementos centrales de la ciencia.

Tabla 1. Análisis de los estereotipos en la totalidad del alumnado del centro.

Imagen	Total (67)	Chicas (37)	Chicos (30)
1	18	12	6
2	12	9	3
3	12	7	5
4	13	11	2
5	11	7	4
6	8	6	2
7	10	8	2
8	11	8	3
9	31	17	14
10	10	7	3
11	15	10	5
12	13	10	3
13	62	36	26
14	63	37	26
15	43	24	19
16	18	13	5
17	6	5	1
18	10	7	3

Diferencias entre alumnado de ciencias y no ciencias

El análisis comparativo entre el alumnado de ciencias y el alumnado de otras materias muestra patrones similares, aunque con algunas diferencias relevantes. En el grupo de no ciencias, Tabla 2, las figuras 13 y 14 siguen siendo los más seleccionados (31 y 32 alumnos respectivamente), lo que indica que el estereotipo del científico/a de laboratorio está igualmente presente en este alumnado. Además, la figura 15 también presenta una frecuencia considerable (23), lo que refuerza la idea de una visión asociada a la experimentación y al laboratorio.

Tabla 2. Análisis de los estereotipos en los alumnos que no estudian ciencia.

NO CIENCIAS			
Imagen	Total (33)	Chicas (22)	Chicos (11)
1	13	9	4
2	9	7	2
3	9	6	3
4	10	9	1
5	5	4	1
6	5	4	1
7	7	6	1
8	7	6	1
9	17	12	5
10	7	6	1
11	11	8	3
12	9	7	2
13	31	21	10
14	32	22	10
15	23	15	8
16	12	9	3
17	5	4	1
18	8	6	2

En cambio, en el alumnado de ciencias, Tabla 3, aunque los ítems 13 y 14 siguen siendo los más seleccionados (31 alumnos en ambos casos), se observa una distribución ligeramente más equilibrada en el resto de las imágenes. Destaca la figura 9 (14 selecciones), lo que podría indicar una mayor asociación de la ciencia con aspectos profesionales o académicos. También se observa una menor presencia de algunos estereotipos más extremos o simplificados en comparación con el grupo de no ciencias.

Tabla 3. Análisis de los estereotipos en los alumnos que si estudian ciencia.

CIENCIAS			
Imagen	Total (34)	Chicas (15)	Chicos (19)
1	5	3	2
2	3	2	1
3	3	2	1
4	3	2	1
5	6	3	3
6	3	2	1
7	3	2	1
8	4	2	2
9	14	5	9
10	3	1	2

Imagen	Total (34)	Chicas (15)	Chicos (19)
11	4	2	2
12	4	3	1
13	31	15	16
14	31	15	16
15	20	9	11
16	6	3	3
17	1	1	0
18	2	1	1

Análisis por género

No se observan diferencias importantes según el género: chicos y chicas comparten una imagen similar de la ciencia, principalmente ligada al laboratorio y la experimentación (Ferguson y Lezotte, 2020). No obstante, las chicas muestran una tendencia ligeramente mayor hacia la selección de imágenes relacionadas con la curiosidad científica o la figura del científico como investigador, mientras que en los chicos se observa una mayor presencia de representaciones asociadas a la ciencia aplicada o a contextos más prácticos. A pesar de estas pequeñas variaciones, el patrón general es muy similar en ambos grupos, lo que sugiere que el estereotipo científico está ampliamente compartido entre el alumnado independientemente del género.

En conjunto, los resultados evidencian una visión bastante homogénea de la ciencia en el alumnado. La representación dominante sigue siendo la del científico/a en el laboratorio, lo que indica la persistencia de un estereotipo muy arraigado en la cultura escolar (Ferguson y Lezotte, 2020). Las representaciones alternativas de la ciencia —como actividad social, tecnológica o presente en la vida cotidiana— aparecen en un segundo plano, lo que sugiere una visión limitada de la naturaleza de la ciencia. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de trabajar en el aula para diversificar las imágenes de la ciencia, mostrando no solo el trabajo experimental en laboratorio, sino también otras dimensiones del trabajo científico en contextos reales y cotidianos.

4.1.2 Análisis preguntas de todo el alumnado a los científicos (SECCIÓN 2)

La Tabla 4 recogida en el Anexo 12 muestra la clasificación de las preguntas formuladas por el alumnado en la **Sección 2**, agrupadas en distintas categorías temáticas para identificar sus intereses, concepciones y estereotipos sobre la ciencia. En general, las categorías más

representadas son las relacionadas con la motivación, vocación e intereses hacia la ciencia y la experimentación, laboratorio y seguridad científica, ambas con 13 preguntas (19% cada una), lo que indica que casi dos de cada diez preguntas del alumnado se centran en esta línea. A continuación, destacan la percepción de dificultad y trayectoria académica y el conocimiento científico, con 8 preguntas cada una (12%), reflejando dudas sobre la complejidad y contenido de la ciencia.

La categoría de imagen del científico/a y estereotipos profesionales también concentra 8 preguntas (12%), lo que refleja la persistencia de ciertas representaciones previas sobre la profesión científica. Por su parte, las preguntas de carácter más cotidiano o no estrictamente científico suponen 12 preguntas (18%), evidenciando una visión más heterogénea y, en algunos casos, alejada de la ciencia académica. Finalmente, las respuestas en blanco o “no sabe” representan 5 casos (8%), siendo el grupo menos frecuente. En conjunto, estos resultados muestran un reparto relativamente equilibrado entre las distintas categorías, aunque con un ligero predominio de las cuestiones relacionadas con la motivación y la práctica experimental.

4.2 Estudio de los estereotipos dos meses después

4.2.1 Análisis pretest y posttest de los alumnos de ciencia (SECCIÓN 1)

La Tabla 5 muestra la evolución de los estereotipos en el alumnado de ciencias dos meses después de la intervención, comparando los resultados del pretest y del posttest. En el posttest se aprecia un aumento generalizado en la selección de imágenes diversas tanto en chicos como en chicas, lo que indica una ampliación de la visión del alumnado sobre qué significa ser científico/a. En este sentido, se reduce la identificación exclusiva de la ciencia con la figura tradicional del laboratorio y la bata blanca, y comienza a consolidarse una concepción más abierta e inclusiva, en la que se reconoce que la actividad científica no depende de la apariencia ni de un único contexto de trabajo (Archer et al., 2015). Este cambio se refleja en un incremento de elecciones variadas en múltiples imágenes, lo que sugiere cambio progresivo del estereotipo inicial y una mayor flexibilidad en la forma de entender la ciencia. Aunque la imagen del científico/a de laboratorio sigue presente, deja de ser la única referencia dominante, observándose una distribución más equilibrada de las representaciones.

Tabla 5. Análisis de los cuestionarios pretest y posttest de los estereotipos en los alumnos de ciencia.

CIENCIAS						
Imagen	Total Pre (30)	Total Post (30)	Chicas Pre (12)	Chicas Post (12)	Chicos Pre (18)	Chicos Post (18)
1	5	12	3	5	2	7
2	3	11	2	5	1	6
3	3	15	2	5	1	10
4	3	11	2	5	1	6
5	6	17	3	6	3	11
6	3	15	2	6	1	9
7	3	12	2	5	1	7
8	4	13	2	7	2	6
9	14	24	5	10	9	14
10	3	12	1	5	2	7
11	4	15	2	6	2	9
12	4	14	3	7	1	7
13	31	29	15	11	16	18
14	31	30	15	12	16	18
15	20	26	9	11	11	15
16	6	18	3	8	3	10
17	1	13	1	5	0	8
18	2	11	1	5	1	6

En conjunto, los resultados indican que la intervención didáctica ha contribuido a ampliar la percepción del alumnado sobre la ciencia, favoreciendo una visión menos estereotipada y más diversa, tanto en chicas como en chicos.

4.2.2 Análisis de los Perfiles profesionales en el siglo XXI (SECCIÓN 4)

En esta sección se proyectarán en la pizarra ocho imágenes y el alumnado deberá indicar, para cada una de ellas, si considera que la persona representada es científica o no. Además, tendrán que señalar qué profesión creen que desempeña utilizando una única palabra, indicar si perciben a la persona como alguien con una personalidad “normal” o “rara” y, por último, expresar si se imaginarían desempeñando esa profesión en el futuro.

Nuevamente este estudio lo realizamos para todo el alumnado del centro y posteriormente para los alumnos que han participado en la implementación del recurso en el aula y así estudiar el cambio producido en el alumnado.

Las Tablas 6, 7, 8 y 9 de la **Sección 4** muestran cómo el alumnado identifica distintos perfiles profesionales como científicos o no científicos. En general, las imágenes (ID) 3, 4 y 7 son

reconocidas como científicas por casi todo el alumnado, con porcentajes superiores al 95%, lo que indica que siguen predominando estereotipos tradicionales asociados a la ciencia, como el laboratorio o la bata. Por el contrario, imágenes como la 0, la 2 y la 5 presentan porcentajes mucho menores, reflejando que el alumnado tiene más dificultades para relacionar con la ciencia perfiles menos estereotipados. En cuanto al género, las chicas tienden a identificar un mayor número de imágenes como científicas, especialmente en las imágenes 5 y 6, mostrando una percepción algo más amplia de los perfiles científicos.

Tabla 6. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en la totalidad del alumnado del centro.

Todo el CENTRO (67 alumnos)						
Imagen (ID)	Total (100%)		Chicas (55%)		Chicos (45%)	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
0	34	66	32	68	37	63
1	70	30	73	27	67	33
2	43	55	41	57	47	53
3	96	4	100	0	90	10
4	96	4	100	0	90	10
5	37	61	43	54	30	70
6	57	40	65	30	47	53
7	96	3	97	0	93	7

*Aquellas celdas que no sumen el 100% es porque el alumno dejó en blanco la casilla.

Al comparar el alumnado de ciencias y no ciencias en el pretest, ambos grupos presentan patrones similares, aunque el alumnado de ciencias reconoce ligeramente más perfiles científicos en imágenes menos convencionales, en la línea de lo que apunta Fernández-Sánchez et al. (2024).

Tabla 7. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en los 33 alumnos que no estudian ciencia.

NO CIENCIAS-pretest						
Imagen	Total (100%)		Chicas (40%)		Chicos (60%)	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
0	27	73	23	77	36	64
1	70	30	73	27	64	36
2	39	58	36	59	45	55
3	94	6	100	0	82	18
4	94	6	100	0	82	18
5	33	64	32	64	36	64
6	48	45	55	36	36	64
7	94	3	95	0	91	9

Tabla 8. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en los 30 alumnos que sí estudian ciencia (pretest).

CIENCIAS-pretest						
Imagen	Total (100%)		Chicas (40%)		Chicos (60%)	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
0	37	63	42	58	33	67
1	73	27	83	17	67	33
2	47	57	42	58	50	50
3	97	3	100	0	94	6
4	97	3	100	0	94	6
5	47	53	75	25	28	72
6	67	33	83	17	56	44
7	97	3	100	0	94	6

Tabla 9. Perfiles profesionales en el Siglo XXI en los 30 alumnos que si estudian ciencia (postest).

CIENCIAS-postest						
Imagen	Total (100%)		Chicas (40%)		Chicos (60%)	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
0	57	43	67	33	50	50
1	93	7	100	0	89	11
2	77	23	100	0	61	39
3	100	0	100	0	100	0
4	100	0	100	0	100	0
5	73	27	92	8	61	39
6	80	20	92	8	72	28
7	97	3	100	0	94	6

*Aquellas celdas que no sumen el 100% es porque el alumno dejó en blanco la casilla.

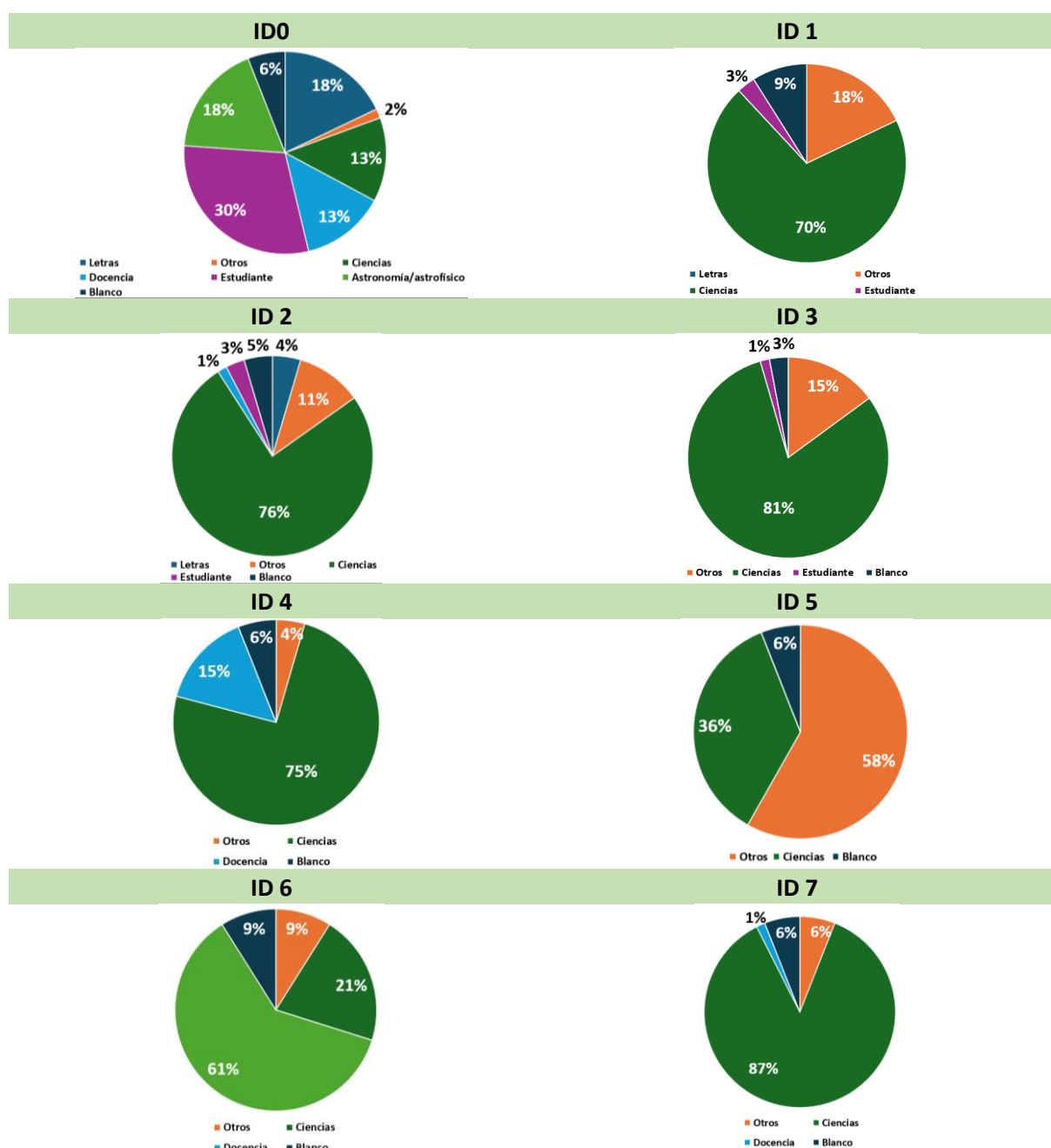
Tras la intervención didáctica, en el alumnado de ciencias se observa un aumento claro en la identificación de varias imágenes como científicas, especialmente en las imágenes 0, 2, 5 y 6. Esto sugiere que la propuesta didáctica contribuyó a ampliar la visión del alumnado sobre quién puede dedicarse a la ciencia, reduciendo parcialmente algunos estereotipos previos.

Respecto a los otros apartados de la **Sección 4** los estudiamos con menos detalle, de forma que tuvimos en cuenta las contestaciones de todo el alumnado y por otro lado, los alumnos que estudian ciencia. En todos los casos, clasificamos las distintas profesiones en 7 categorías para que fuese más sencillo de analizar, las cuales corresponden con: **Letras** (escritora, lengua, poeta, filósofa, historiador, lectora...), **Ciencias** (economistas, científicos, físicos, químicos, biólogos, matemáticos...), **Docencia** (profesor, maestro, física y química...), **Estudiante y variantes** (universitario, estudiante de algo espacial...), **Astronomía/astrofísica** (astrónoma,

astrofísica...), **Otros** (agricultor, bibliotecario, florista, deportista de élite...) y **Blanco** las imágenes sin contestar.

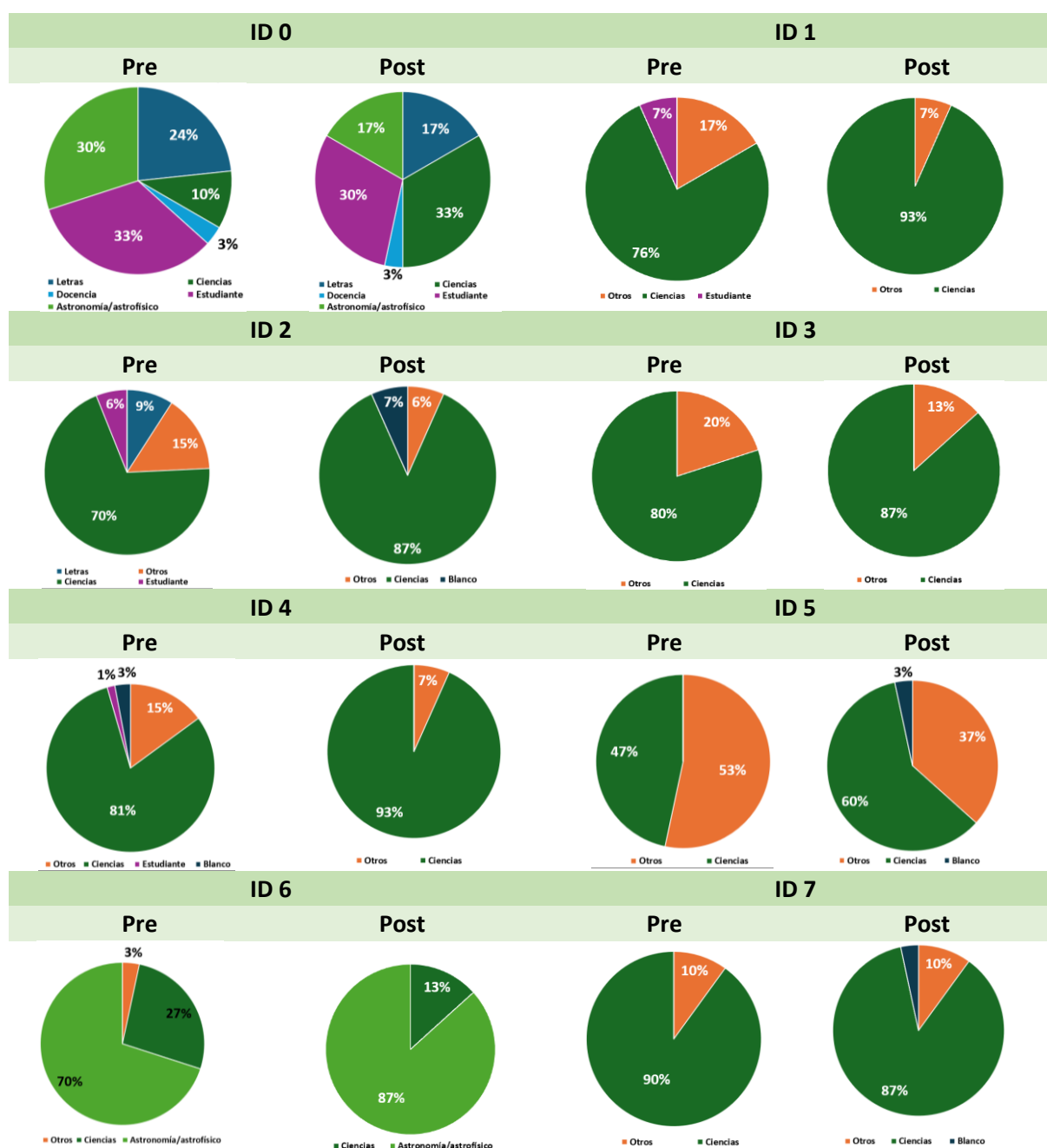
En los gráficos que recogen a todo el alumnado, Figura 7, se aprecia una mayor diversidad de respuestas, pero también una reducción de estereotipos hacia la ciencia. El alumnado es capaz de identificar mejor que, aunque las personas no lleven bata, el uso de equipos técnicos está relacionado con carreras científicas, mostrando una comprensión más amplia y menos estereotipada de las profesiones científicas.

Figura 7. Gráfico circular sobre las respuestas totales del alumnado dividido en 7 categorías: **Letras**, **Ciencias**, **Docencia**, **Estudiante y variantes**, **Astronomía/astrofísica**, **Otros** y **Blanco**.



En la Figura 8 correspondiente al pretest y posttest del alumnado de ciencias, se observa una mejora clara en el reconocimiento de profesiones científicas, independientemente de si se asocian o no a llevar bata. El aumento de respuestas correctas (representadas en verde en los gráficos) indica que la intervención ha sido efectiva, aunque aún hay aspectos que conviene seguir reforzando. En el posttest se observa un cambio importante: el alumnado deja de identificar de forma genérica la figura como “científico” y pasa a reconocer mejor la actividad concreta que realiza (por ejemplo, la medición de pH, análisis de datos...), lo que les permite relacionarla con profesiones más específicas como biólogos, químicos o ingenieros.

Figura 8. Gráfico circular sobre las respuestas del alumnado de ciencias dividido en 7 categorías: **Letras**, **Ciencias**, **Docencia**, **Estudiante y variantes**, **Astronomía/astrofísica**, **Otros** y **Blanco**.



Finalmente, se analizaron de manera agrupada las respuestas relacionadas con la percepción de la personalidad (Anexo 7) de las personas representadas en las ocho imágenes, diferenciando si el alumnado las consideraba “raras” o “normales”, así como si se veía desempeñando esas profesiones en el futuro. Los resultados se presentan en la Tabla 10. En el conjunto de todo el alumnado del centro, predominan claramente las respuestas que consideran a las personas representadas como “normales”, con porcentajes superiores al 60% en todas las imágenes e incluso cercanos al 90% en algunos casos (IDs 1 y 5). Esto indica una percepción generalmente positiva y menos estereotipada de las personas vinculadas a profesiones científicas y técnicas. Sin embargo, algunas imágenes (especialmente las IDs 4 y 6) continúan asociándose en mayor medida con personalidades “raras”, lo que sugiere que apoya la idea de los estereotipos en torno a determinadas profesiones o apariencias.

Respecto a la posibilidad de verse desempeñando esas profesiones en el futuro, los porcentajes de respuestas afirmativas son bajos en general. Aunque algunas imágenes despiertan un mayor interés vocacional (como la ID 0), la mayoría del alumnado no se identifica todavía con estas profesiones como posibles salidas futuras. Esto puede indicar que, aunque se reduzcan los estereotipos sobre quién puede dedicarse a la ciencia, sigue existiendo una distancia entre reconocerlas como profesiones accesibles y plantearse personalmente ejercerlas.

Tabla 10. Resultado de percepciones de la personalidad y proyección profesional futura de todo el alumnado.

TODO EL ALUMNADO				
ID	Personalidad		¿Te ves haciendo esto en el futuro?	
	Raro (%)	Normal (%)	Sí (%)	No (%)
0	17.91	82.09	23.88	76.12
1	14.93	85.07	8.96	88.06
2	20.90	77.61	8.96	91.04
3	16.42	83.58	8.96	88.06
4	35.82	64.18	5.97	94.03
5	8.96	89.55	13.43	85.07
6	37.31	61.19	7.00	91.00
7	14.93	82.09	8.96	91.04

En el caso específico del alumnado de ciencias, la Tabla 11, muestra la comparación entre pretest y posttest. En ella, se observa una evolución positiva tras la implementación de la propuesta. En todas las imágenes disminuye el porcentaje de alumnado que considera “raras” a las personas representadas y aumenta la percepción de normalidad. Los cambios más

destacados se observan en las imágenes 1, 2, 3 y 7, donde las respuestas de “raro” disminuyen notablemente en el postest. Esto refleja una reducción de estereotipos asociados a las profesiones científicas y una visión más cercana y cotidiana de quienes trabajan en estos ámbitos.

En relación con la identificación personal con estas profesiones, aunque los porcentajes siguen siendo bajos, en varias imágenes aumenta el número de estudiantes que sí se ven realizando este tipo de trabajos en el futuro, pero hay otras que el porcentaje ha bajado. Destaca especialmente la imagen 0, donde las respuestas afirmativas pasan del 23.3% al 30%, así como las imágenes 3, 4 y 7, que también muestran ligeros incrementos. Estos resultados sugieren que la intervención no solo contribuye a reducir estereotipos, sino también a favorecer una mayor cercanía e identificación del alumnado con las profesiones científicas y técnicas.

Tabla 11. Comparación pretest y postest de la percepción de la personalidad y de la identificación profesional futura en el alumnado de ciencias.

ALUMNADO DE CIENCIA								
ID	Personalidad				¿Te ves haciendo esto en el futuro?			
	Raro (%)		Normal (%)		Sí (%)		No (%)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
0	16.67	13.33	83.33	86.67	23.33	30.00	76.67	70.00
1	10.00	3.33	90.00	96.67	26.67	13.33	86.67	86.67
2	30.00	6.66	70.00	93.33	10.00	6.67	90.00	93.33
3	23.33	6.66	76.67	93.33	3.33	10.00	93.33	90.00
4	33.33	26.67	66.67	73.33	6.67	10.00	93.33	90.00
5	6.67	3.33	93.33	93.33	6.67	3.33	90.00	96.67
6	30.00	16.67	70.00	83.33	10.00	10.00	90.00	86.67
7	10.00	3.33	83.33	93.33	6.67	13.33	93.33	86.67

4.3 Estudio pretest y postest de la actitud hacia la ciencia del alumnado de ciencias

Para evaluar si se ha producido un cambio en la AC del alumnado participante tras la implementación de la propuesta didáctica en el aula, se analizó la variación de las puntuaciones obtenidas en cada ítem del cuestionario aplicado al grupo de ciencias. Se calcularon y compararon las medias de cada ítem en el pretest y el postest para analizar los cambios en la AC tras el desarrollo de las actividades.

La columna Δ Medias de la Tabla 12 se ha determinado mediante la diferencia de ambas puntuaciones. En esta tabla se aprecia cómo las mayores diferencias de media se producen en

los ítems 2 (“En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan”) y 12 (“En el futuro me gustaría ser científica/o”), con incrementos de 0,43 y 0,23 puntos respectivamente, relacionados principalmente con la dimensión D4. También destaca el ítem 6 (“El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse”), con una diferencia de 0,10 puntos, perteneciente a la D1. Por el contrario, las menores variaciones se observan en los ítems 7 (“Las clases de ciencia me fascinan”) y 14 (“Ayudo a los demás en las clases de ciencias”), cuya diferencia de medias es nula, así como en los ítems 1, 9 y 13, que presentan cambios mínimos de 0,03 puntos. Por otro lado, algunos ítems muestran descensos en las puntuaciones medias. El más significativo corresponde al ítem 4 (“Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor”), con una diferencia de -0,26 puntos, lo que podría indicar una menor percepción de autoeficacia del alumnado tras la intervención. También, se observa un descenso en el ítem 5 (“Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela”), con -0,22 puntos; sin embargo, al tratarse de un ítem formulado negativamente, esta disminución puede interpretarse como una actitud más favorable hacia la obligatoriedad de las ciencias. Del mismo modo, los ítems 8 (“Las clases de ciencia me aburren”) y 15 (“La ciencia no tiene conexión con mi vida”), ambos redactados de forma negativa, presentan disminuciones de -0,11 y -0,07 puntos respectivamente, lo que sugiere una mejora en la percepción de la utilidad y el interés de la ciencia.

Atendiendo a las dimensiones del cuestionario, la D4 –Conexión de la ciencia con la vida diaria– presenta una evolución positiva, especialmente debido a la mejora en el ítem 2, el aumento notable del ítem 12 y la disminución en el ítem negativo 15. La D1 –Importancia de la ciencia para el estudiante– también muestra una ligera mejora, principalmente por la reducción de la puntuación en el ítem negativo 5 y el incremento del ítem 6. En contraste, la D2 –Autoeficacia– evidencia un ligero retroceso, motivado sobre todo por el descenso del ítem 4 y la estabilidad del ítem 10 (“Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar”). Finalmente, la D3 –Interés y disfrute– permanece prácticamente estable, ya que los cambios observados en sus ítems son mínimos. En conjunto, los resultados sugieren que la propuesta didáctica tuvo un impacto positivo principalmente en la percepción de utilidad y conexión de la ciencia con la vida cotidiana, así como en el interés del alumnado hacia futuros estudios científicos. No obstante, los cambios relacionados con la motivación intrínseca y la confianza en las propias capacidades científicas fueron más limitados.

Tabla 12. Resultados obtenidos de los alumnos sometidos a la implementación de los recursos.

	Ítem	Media Pre	Media Post	Δ Media
1	Pienso que la ciencia es un tema interesante	4.20	4.23	0.03
2	En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan	3.80	4.03	0.23
3	En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas	3.97	4.03	0.06
4	Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor	2.73	2.47	-0.26
5	Las asignaturas de ciencias no deberían ser obligatorias en la escuela	2.77	2.55	-0.22
6	El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse	2.73	2.83	0.10
7	Las clases de ciencia me fascinan	3.43	3.43	0.00
8	Las clases de ciencia me aburren	2.28	2.17	-0.11
9	Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias	3.97	4.00	0.03
10	Las lecciones de ciencias son fáciles de estudiar	2.83	2.80	-0.03
11	Me divierto aprendiendo ciencias	3.73	3.63	-0.10
12	En el futuro me gustaría ser científica/o	1.90	2.33	0.43
13	Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos	3.67	3.70	0.03
14	Ayudo a los demás en las clases de ciencias	2.87	2.87	0
15	La ciencia no tiene conexión con mi vida	2.50	2.43	-0.07

Posteriormente, se calcularon para cada ítem la puntuación media (M) y la desviación típica (σ) obtenidas por el alumnado. Estos resultados se compararon entre el conjunto total de participantes y los grupos diferenciados por género, con el objetivo de analizar la posible influencia de esta variable y comprobar si existían diferencias significativas en las respuestas.

En la Tabla 13 se observan las diferencias existentes entre chicos y chicas en los resultados obtenidos tras la implementación de la propuesta didáctica. En términos generales, las variaciones entre el pretest y el posttest son moderadas, aunque pueden apreciarse algunas diferencias en función del género del alumnado. En el caso de las chicas, destacan especialmente los incrementos obtenidos en los ítems 6 (“El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse”) y 12 (“En el futuro me gustaría ser científica/o”), con diferencias positivas más notables que las observadas en los chicos. Asimismo, en el ítem 13 (“Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos”) se aprecia una ligera mejora en las alumnas, mientras que en los chicos la puntuación permanece prácticamente estable. Por otro lado, en los chicos se observa un aumento algo mayor en el ítem 2 (“En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan”), así como en el ítem 9 (“Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias”). Sin embargo, algunos ítems muestran ligeros descensos tras la intervención, como ocurre en el ítem 11 (“Me divierto aprendiendo ciencias”) y en el ítem 15 (“La ciencia no tiene conexión con mi vida”),

aunque este último, al estar formulado de manera negativa, puede interpretarse como una mejora en la percepción de la relación entre la ciencia y la vida cotidiana.

En relación con la autoeficacia, reflejada principalmente en la dimensión D2, tanto chicos como chicas muestran una disminución en el ítem 4 (“Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor”). No obstante, en el ítem 14 (“Ayudo a los demás en las clases de ciencias”) las alumnas presentan un incremento de la puntuación en el postest, mientras que en los chicos se observa un ligero descenso. Respecto a la dispersión de los resultados, la desviación típica presenta en la mayoría de los ítems valores similares entre el pretest y el postest, aunque en algunos casos aumenta ligeramente en el cuestionario posterior, especialmente en los ítems 10, 11 y 12. Esto podría indicar una mayor variabilidad en las respuestas del alumnado tras la realización de las actividades propuestas. En conjunto, los resultados sugieren que la propuesta didáctica produjo cambios moderados en la actitud hacia la Ciencia tanto en chicos como en chicas tal como apunta Archer et al. (2015), aunque las alumnas parecen mostrar una evolución más positiva en aspectos relacionados con el interés hacia futuros estudios científicos y la importancia de las ciencias, mientras que los chicos las mejoras se relacionan con la utilidad y comprensión de los contenidos científicos trabajados en el aula.

Tabla 13. Resultados obtenidos de los 30 alumnos que estudian ciencia.

Ítem	Total				Chicas				Chicos			
	Pre		Post		Pre		Post		Pre		Post	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
1	4.20	0.91	4.23	0.92	4.25	0.75	4.25	0.75	4.17	1.04	4.22	1.06
2	3.80	0.87	4.03	0.84	3.75	1.06	4.00	0.60	3.83	0.79	4.06	1.00
3	3.97	0.85	4.03	1.11	3.83	1.11	3.92	1.00	4.06	0.87	4.11	1.23
4	2.73	1.31	2.47	1.31	2.75	1.06	2.50	1.31	2.72	1.53	2.44	1.38
5	2.77	1.38	2.55	1.45	2.42	1.31	2.36	1.29	3.00	1.46	2.67	1.61
6	2.73	1.21	2.83	1.23	2.67	0.98	3.00	0.95	2.78	1.40	2.71	1.45
7	3.43	0.96	3.43	0.99	3.50	0.90	3.58	0.79	3.39	1.04	3.33	1.14
8	2.28	0.94	2.17	1.16	1.91	0.70	1.83	1.19	2.50	1.04	2.39	1.14
9	3.97	0.80	4.00	0.97	3.75	0.87	3.67	0.98	4.11	0.76	4.22	0.84
10	2.83	0.99	2.80	1.33	2.92	0.90	2.83	1.19	2.76	1.09	2.78	1.48
11	3.73	0.85	3.63	1.17	3.58	0.67	3.58	1.00	3.83	0.99	3.67	1.33
12	1.90	0.98	2.33	1.32	1.92	0.90	2.25	0.87	1.89	1.08	2.39	1.61
13	3.67	1.04	3.70	1.10	3.58	1.08	3.75	0.97	3.72	1.07	3.67	1.24
14	2.87	1.23	2.87	1.20	3.08	1.24	3.33	1.07	2.72	1.27	2.56	1.25
15	2.50	1.20	2.43	1.26	1.83	0.72	1.83	0.94	2.94	1.30	2.83	1.34

*Pre=Pretest; Post=Posttest; M =media; SD= Desviación típica.

También se ha calculado el tamaño del efecto mediante la d de Cohen (Boulton, 2015), con el objetivo de estimar la magnitud de los cambios producidos en cada ítem tras la intervención. Este índice se obtiene a partir de la diferencia entre las medias del pretest y del posttest, teniendo en cuenta la variabilidad de ambas puntuaciones, lo que permite valorar de forma estandarizada la relevancia de los cambios observados. La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$d = \frac{M_{Post} - M_{Pre}}{\sqrt{\frac{SD_{Post}^2 + SD_{Pre}^2}{2}}}$$

donde d representa el tamaño del efecto de Cohen, M_{Post} y M_{Pre} corresponden a las medias del posttest y del pretest respectivamente, y SD_{Post} y SD_{Pre} a sus desviaciones típicas.

A partir de estos valores se ha estimado posteriormente el tamaño del efecto (r), con el fin de interpretar de manera más clara la magnitud de las diferencias encontradas. El tamaño del efecto r se obtiene a partir del valor de d de Cohen mediante una transformación matemática. En concreto, se calcula aplicando la fórmula:

$$r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + 4}}$$

donde d representa el tamaño del efecto de Cohen previamente obtenido.

Este coeficiente permite expresar la magnitud del efecto en términos similares a una correlación, facilitando su interpretación. De manera orientativa, valores cercanos a 0,10 se consideran efectos pequeños, alrededor de 0,30 efectos moderados y a partir de 0,50 efectos grandes (Boulton, 2015). En este estudio, el valor de r se ha calculado a partir de los valores de d obtenidos para cada ítem, tanto en la muestra total como de forma separada para chicas y chicos, con el objetivo de interpretar de manera más clara la magnitud del impacto de la intervención.

En la Tabla 14 se presentan los valores correspondientes al tamaño del efecto calculados mediante la d de Cohen y el coeficiente r , tanto para la muestra total como de forma diferenciada entre chicas y chicos. Estos indicadores permiten valorar la magnitud de los cambios producidos tras la implementación de la propuesta didáctica, más allá de las diferencias observadas entre las medias del pretest y del posttest. El análisis global muestra que, en términos generales, los tamaños del efecto son pequeños en la mayoría de los ítems,

ya que los valores de d y r se sitúan próximos a 0. No obstante, se observan diferencias puntuales de mayor relevancia en algunos ítems concretos, lo que sugiere que la intervención no ha tenido un impacto homogéneo en todas las dimensiones del cuestionario. En este sentido, el ítem 12 (“En el futuro me gustaría ser científica/o”) destaca como el que presenta el mayor tamaño del efecto, tanto en la muestra total como en el análisis por género, con valores de $d = 0,37$ y $r = 0,18$. Aunque estos valores siguen considerándose pequeños, indican una ligera mejora en el interés del alumnado hacia posibles estudios o profesiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, en el caso de las chicas sobresale el ítem 6 (“El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse”), con valores de $d = 0,34$ y $r = 0,17$, lo que podría reflejar una valoración más positiva de la asignatura tras la intervención. También se observan efectos positivos moderados en algunos ítems relacionados con la conexión de la ciencia con la vida cotidiana, como el ítem 13 y el ítem 14, aunque con magnitudes reducidas. Por el contrario, varios ítems presentan valores negativos de d y r , especialmente aquellos vinculados a la autoeficacia y al disfrute de las ciencias, como el ítem 4 (“Puedo tener éxito en la ciencia sin ayuda del profesor”) y el ítem 11 (“Me divierto aprendiendo ciencias”). Estos resultados indican una ligera disminución en las puntuaciones medias del posttest respecto al pretest, si bien el tamaño del efecto continúa siendo pequeño y, por tanto, de escasa magnitud práctica.

Tabla 14. Tamaño del efecto (d de cohen y r) de los resultados obtenidos en el pretest y posttest del alumnado que estudia ciencia.

Ítem	Total		Chicas		Chicos	
	d	r	d	r	d	r
1	0.03	0.02	0.00	0.00	0.05	0.02
2	0.27	0.13	0.29	0.14	0.26	0.13
3	0.06	0.03	0.09	0.04	0.05	0.02
4	-0.20	-0.10	-0.21	-0.10	-0.19	-0.10
5	-0.16	-0.08	-0.05	-0.02	-0.22	-0.11
6	0.08	0.04	0.34	0.17	-0.05	-0.03
7	0.00	0.00	0.09	0.05	-0.06	-0.03
8	-0.10	-0.05	-0.08	-0.04	-0.10	-0.05
9	0.03	0.02	-0.09	-0.04	0.14	0.07
10	-0.03	-0.01	-0.09	-0.04	0.02	0.01
11	-0.10	-0.05	0.00	0.00	-0.14	-0.07
12	0.37	0.18	0.37	0.18	0.37	0.18
13	0.03	0.01	0.17	0.08	-0.04	-0.02
14	0.00	0.00	0.22	0.11	-0.13	-0.06
15	-0.06	-0.03	0.00	0.00	-0.08	-0.04

A continuación, se analizan los resultados atendiendo a las dimensiones del cuestionario:

- **(D1) – Importancia de la ciencia para el estudiante:** Esta dimensión presenta cambios leves en términos generales. Destaca el ítem 6 en el caso de las chicas, que muestra el mayor efecto dentro de la dimensión, mientras que en el resto de los ítems las variaciones son reducidas.
- **(D2) – Autoeficacia:** Los resultados muestran efectos pequeños o negativos en la mayoría de los casos. El ítem 4 presenta valores negativos tanto en chicos como en chicas, lo que indica una ligera disminución en la percepción de autoeficacia tras la intervención.
- **(D3) – Interés y disfrute:** Esta dimensión se mantiene relativamente estable. Aunque algunos ítems presentan cambios, no se observan efectos de gran magnitud, lo que sugiere que la intervención no ha modificado de forma significativa el disfrute hacia la ciencia.
- **(D4) – Conexión de la ciencia con la vida diaria del estudiante:** Es la dimensión que muestra resultados más positivos, destacando el ítem 12 como el de mayor tamaño del efecto. En general, se aprecia una ligera mejora en la percepción de la utilidad y proyección futura de la ciencia, especialmente en el caso de las chicas.

En conjunto, los resultados obtenidos mediante la d de Cohen y el coeficiente r sugieren que la propuesta didáctica ha producido cambios leves en la actitud hacia la ciencia del alumnado participante (Arnaiz, 2021 o Queiruga-Dios et al., 2020). Los efectos más relevantes de este estudio se concentran en el aumento del interés por futuros estudios científicos y en algunos aspectos relacionados con la conexión de la ciencia con la vida cotidiana, mientras que el resto de las dimensiones muestra variaciones reducidas, en consonancia con lo ya descrito por Osborne et al. (2003).

4.4 Valoración por parte de otros docentes

Para el análisis de los datos obtenidos, una vez aplicado el cuestionario (Anexo 10) tanto al profesorado en activo como al alumnado del Máster en Profesorado, se han calculado las medias y la desviación estándar de cada ítem. Los resultados mostrados en la Tabla 15 y Tabla 16 muestran una valoración muy positiva de la propuesta “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias”. En el cuestionario de usabilidad, el profesorado considera que la propuesta es clara, fácil de aplicar y adecuada para trabajar los estereotipos científicos en el aula. Asimismo, muestran un alto grado de acuerdo en que les gustaría utilizarla de forma

habitual y que se trata de una herramienta motivadora para el alumnado. También destacan que no presenta dificultades de uso, ni requiere una excesiva formación previa. En cuanto a la evaluación didáctica, las puntuaciones indican que la propuesta favorece el desarrollo del pensamiento crítico, la relación de la ciencia con situaciones cotidianas y la comprensión de los conceptos básicos.

En general, los resultados reflejan una percepción positiva de la propuesta, con medias elevadas en la mayoría de los ítems y baja desviación típica, lo que indica consenso entre los participantes. Solo algunos aspectos, como la organización del estudio o la memorización de contenidos, presentan valores más dispares. Finalmente, la gran mayoría del profesorado (96%) considera que este enfoque podría ser extensible a otras disciplinas como arte, matemáticas, tecnología o ciencias sociales, lo que refuerza su potencial de transferencia educativa. Las aportaciones cualitativas destacan su carácter motivador, aunque señalan la necesidad de una planificación adecuada para su correcta implementación en el aula.

Tabla 15. Respuestas del cuestionario de Usabilidad del recurso por parte del profesorado.

Cuestionario de Usabilidad							
Pregunta	Media	σ	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
1. Creo que es importante trabajar "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" en el aula.	4.83	0.36	0.0	0.0	0.0	16.7	83.3
2. Encontré "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" una buena herramienta para trabajar los estereotipos en el aula.	4.79	0.27	0.0	0.0	4.2	12.5	83.3
3. Me gustaría utilizar esta propuesta en mis clases de forma habitual.	4.46	0.70	0.0	0.0	8.3	37.5	54.2
4. La metodología es clara y fácil de aplicar en el aula.	4.67	0.50	0.0	0.0	4.2	25.0	70.8
5. Considero que el uso de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" mejorará el aprendizaje del alumnado.	4.63	0.50	0.0	0.0	0.0	37.5	62.5
6. Pienso que hay demasiada inconsistencia en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias".	1.42	0.27	79.2	12.5	0.0	4.2	4.2
7. Las actividades (escape room, laboratorio, ciencia ciudadana) incluidas en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" son motivadoras para el alumnado.	4.75	0.47	0.0	0.0	0.0	25.0	75.0
8. Encontré las actividades de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" muy difíciles de usar.	1.54	0.65	58.3	33.3	4.2	4.2	0.0
9. Me sentiría muy seguro usando "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" en el aula.	4.17	0.66	0.0	0.0	12.5	58.3	29.2
10. Necesitaría aprender muchas cosas antes de empezar con "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias"	2.38	1.45	29.2	33.3	16.7	12.5	8.3

σ = desviación típica.

Tabla 16. Respuestas del cuestionario de interés del recurso por parte del profesorado.

Cuestionario de Interés							
Pregunta	Media	σ	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
1. Estas actividades incluidas en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirán al alumnado desarrollar su pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia.	4.67	0.50	0.0	0.0	0.0	33.3	66.7
2. El empleo de las dinámicas de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" ayudará al alumnado a relacionar la ciencia con situaciones de su vida diaria.	4.67	0.43	0.0	0.0	0.0	33.3	66.7
3. El empleo de las dinámicas de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirá generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales.	4.79	0.43	0.0	0.0	0.0	20.8	79.2
4. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" ayudará a resolver problemas prácticos.	4.33	0.91	0.0	4.2	4.2	45.8	45.8
5. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura.	4.50	0.51	0.0	0.0	4.2	41.7	54.2
6. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados.	4.58	0.51	0.0	0.0	0.0	41.7	58.3
7. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará la memorización de los contenidos de la asignatura.	4.21	0.6	4.2	0.0	8.3	45.8	41.7
8. Las prácticas de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirá emitir valoraciones personales sobre los temas tratados.	4.63	0.6	0.0	0.0	4.2	29.2	66.7
9. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirá al alumnado reflexionar y evaluar su propio aprendizaje en la asignatura.	4.63	0.65	0.0	0.0	4.2	29.2	66.7
10. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará la organización del estudio del alumnado.	4.13	0.77	0.0	0.0	25.0	37.5	37.5
11. Creo que al alumnado le gustaría utilizar las "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" para el estudio de la asignatura.	4.83	0.36	0.0	0.0	4.2	8.3	87.5
12. Gracias a "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias", como docente, conseguiré incorporar el juego a la enseñanza.	4.42	0.52	0.0	4.2	0.0	45.8	50.0
13. En el futuro me gustaría emplear "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" como docente.	4.50	0.65	0.0	0.0	4.2	41.7	54.2
14. Las metodologías en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" son más efectiva para la enseñanza de competencias que la enseñanza tradicional.	4.33	1.07	0.0	4.2	16.7	20.8	58.3
15. Las metodologías empleadas en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" son más motivadora para el alumnado que la enseñanza tradicional.	4.67	0.65	0.0	0.0	4.2	25.0	70.8
Creo que este enfoque sería extensible a otras disciplinas (arte, matemáticas, tecnología humanidades, ciencias sociales...)	El 96% de los encuestados contestan que sí y solamente el 4% responden que no saben.						

σ = desviación típica.

Como sugerencias, se han recogido tres aportaciones por parte del profesorado. En general, se destaca el carácter motivador de las propuestas para el alumnado. Algunos docentes señalan haber valorado ciertos aspectos con una puntuación intermedia (por ejemplo, 3 puntos), debido a la dificultad de aplicación en su propia materia o especialidad. Asimismo, se expresan valoraciones positivas, indicando interés por implementar actividades de este tipo en el futuro, especialmente durante el periodo estival. También se subraya que la metodología resulta atractiva y motivadora para el estudiantado, aunque se considera que su aplicación requiere una planificación previa importante por parte del profesorado para aprovecharla adecuadamente. Por otra parte, se apunta que, aunque puede ser transferible a otras disciplinas, su implementación estaría más orientada a contextos de ESO y Bachillerato, mientras que en el ámbito universitario podría resultar más compleja de llevar a cabo.

5. CONCLUSIONES

Este estudio apoya y refuerza los resultados de investigaciones previas relacionadas con los estereotipos en ciencia, mostrando que el alumnado mantiene una imagen tradicional de la figura del científico, aunque esta puede modificarse mediante una buena propuesta didáctica. A través de un enfoque mixto, que combina el análisis cuantitativo y cualitativo, se ha podido obtener una visión más completa sobre las concepciones del alumnado y la evolución de sus actitudes hacia la ciencia.

Los resultados ponen de manifiesto que el diseño e implementación de una propuesta didáctica basada en metodologías activas, como la gamificación, las prácticas experimentales y la ciencia ciudadana, contribuye a generar una percepción más diversa e inclusiva de la actividad científica. Además, se observa una mejora moderada en la actitud hacia la ciencia, especialmente en aspectos relacionados con su utilidad en la vida cotidiana y el interés por futuras trayectorias académicas vinculadas a este ámbito.

Por otra parte, el profesorado destaca la utilidad, claridad y aplicabilidad de los recursos diseñados, lo que evidencia el potencial de la propuesta para su incorporación en otros contextos educativos como herramienta para una enseñanza de las ciencias y la actitud del alumnado hacia la ciencia.

No obstante, estas conclusiones deben interpretarse considerando algunas limitaciones del estudio, como el tamaño reducido de la muestra, la participación de un único centro educativo, la ausencia de un grupo de control, la duración limitada de la intervención y el uso de cuestionarios de autopercepción, factores que restringen la generalización de los resultados obtenidos. Dado que el posttest se realizó inmediatamente después de la intervención, no es posible afirmar que los cambios observados se mantengan en el tiempo. Futuros estudios deberían incluir un seguimiento a los 3-6 meses para evaluar la persistencia de la reducción de estereotipos y la mejora actitudinal. Como futuras líneas de investigación, sería conveniente ampliar la muestra a diferentes contextos educativos, incorporar diseños experimentales más robustos y desarrollar estudios longitudinales que permitan analizar la permanencia de los cambios observados a largo plazo.

En conjunto, este trabajo pone de manifiesto la importancia de abordar los estereotipos científicos desde etapas tempranas mediante experiencias educativas participativas que contribuyan a acercar la ciencia al alumnado y a fomentar su interés por estas disciplinas.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo del equipo docente del IES ubicado en Melgar de Fernamental, que facilitó la realización de la intervención educativa, así como a mi tutor de TFM, por su orientación y acompañamiento durante todo el proceso. Asimismo, se agradece a los miembros de ibercivis por la cesión de los equipos de medición de radiación gamma del proyecto de ciencia ciudadana Open Red. Del mismo modo, se reconoce la colaboración de los profesionales que participaron en el vídeo “Conoce a un científico” (Héctor Jiménez, Alberto Gutiérrez, José Miguel Ramírez, Sara Santamaría, Alberto Soto, Sandra de la Parra y Laura Sanz), cuya implicación contribuyó a acercar la ciencia al alumnado y a reducir estereotipos sobre la figura del científico. Finalmente, se agradece la participación del alumnado implicado en el estudio, por su colaboración y buena disposición durante todo el proceso.

7. REFERENCIAS

- Junta de Castilla y León. (2017). *Acuerdo 29/2017, de 15 de junio, de la Junta de Castilla y León, por el que se aprueba el II Plan de Atención a la Diversidad en la Educación de Castilla y León 2017-2022*. Boletín Oficial de Castilla y León, 115, 19 de junio de 2017. <https://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/acuerdo-29-2017-15-junio-junta-castilla-leon-aprueba-ii-pla>
- Junta de Castilla y León. (2022). *Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*. Boletín Oficial de Castilla y León, 190, 30 de septiembre de 2022. <https://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/decreto-39-2022-29-septiembre-establece-ordenacion-curricul>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (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, 41571–41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Ábalos, F., Romero, L., y Bernal, C. (2024). TIC, motivación y rendimiento académico en educación primaria: meta-análisis, revisión de literatura y estado de la cuestión. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 25, e31799. <https://doi.org/10.14201/eks.31799>
- Aguilar-Moya, R., Diamanti, R., y Melero-Fuentes, D. (2025). Teaching methods, learning and development: a 15-year research perspective by educational stages. *Education Sciences*, 15, 1213. <https://doi.org/10.3390/educsci15091213>
- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2020). Modelizando la relación entre actitud hacia la ciencia y estilos de aprendizaje en Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38, 37-53. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2852>
- Aguilera D. y Perales-Palacios F.J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: Desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, 3103. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103
- Archer, L., DeWitt, J., y Willis, B. (2015). Adolescent boys' science aspirations: Masculinity, capital, and power. *Journal of Research in Science Teaching*, 52, 1–23. <https://doi.org/10.1002/tea.21122>
- Ausubel, D. P. (2002). *Knowledge acquisition and retention: a cognitive perspective*. Paidós.
- Barak, M., Ashkar, T., y Dori, Y. J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 56, 839–846. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.025>
- Beltrán, J. (1993). *Processes, strategies and learning techniques*. ed. Sintaxis S. A. Madrid.

- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., y Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *Bioscience*, 59, 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Boulton, A. (2015). From research to research synthesis in CALL. In F. Helm, L. Bradley, M. Guarda, y S. Thouësny (Eds), *Critical CALL – Proceedings of the 2015 EUROCALL Conference*, Padova, Italy (pp. 84-90). Dublin: Research-publishing.net. <http://doi.org/10.14705/rpnet.2015.000314>
- Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. National Science Teachers Association.
- Chaves Maza, M., Márquez Durán, A. M., Romano Paguillo, I., y Sánchez-Sánchez, F. J. (2024). Nuevas formas de aprender: enseñanza tradicional vs enseñanza basada en las TIC. *Pi-InnovaMath*, 7. <https://doi.org/10.5944/pim.7.2024.42404>
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. *Science Education*, 67, 255–265. <https://doi.org/10.1002/sce.3730670213>
- Ferguson, S. L. y Lezotte, S. M. (2020). Exploring the state of science stereotypes: Systematic review and meta-analysis of the Draw-A-Scientist Checklist. *School Science and Mathematics*, 120, 55–65. <https://doi.org/10.1111/ssm.12382>
- Fernández-Sánchez, A., Sánchez-Bello, A., y Arias-Rodríguez, A. (2024). Analysis of secondary school students' perception of scientists and its impact in STEM education with a gender perspective. *Revista de Investigación Educativa*, 43. <https://doi.org/10.6018/rie.559881>
- Hofstein, A. y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88, 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Jiménez-Pérez, A. (2026). *Caso Chernóbil: investigación criminal* [Genially]. <https://view.genially.com/69e4af765807e827f4f214de>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., y Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in Science Education. A Systematic Review of the Literature. *Education Sciences*, 11, 22. <https://doi.org/10.3390/educsci11010022>
- Koballa, T. R. Jr. y Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and Motivational Constructs in Science Learning. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 75-102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., y Mainemelis, C. (2000). Experiential learning theory: Previous research and new directions. En R. J. Sternberg y L. F. Zhang (Eds.), *Perspectives on cognitive, learning, and thinking styles*. Lawrence Erlbaum.
- López, M. D. C., León Guerrero, M. J., y Pérez García, M. P. (2018). El enfoque por competencias en el contexto universitario español. La visión del profesorado. *Revista de Investigación Educativa*, 36, 529–545. <https://ssrn.com/abstract=3238488>
- Martínez Usarralde, M. J., Tarazona Gil, C., y Carbonell Marqués, Á. (2024). *Revisión sistemática del aprendizaje-servicio digital en instituciones de educación superior*

- europas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 29, 801–827. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9729419>
- Melgarejo, T. F. V., Atanacio, L. M. M., Leandro, A. I. C., Faustino, L. K. B., Rivarola, M. M. C., López, J. R. A., y Chávez, J. T. G. (2024). The 5E instructional model in the meaningful learning of science and technology. *Frontiers in Education*, 9, 1435530. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1435530>
- Mendoza-Vega, A. J. (2025). *Los programas de gamificación en la educación. Revisión sistemática*. <http://orcid.org/0000-0001-7071-4357>
- Newell, A. D., Tharp, B. Z., Moreno, N. P., Zientek, L. R. y Vogt, G. L. (2015). Students' attitudes toward science as predictors of gains on student content knowledge: Benefits of an after-school program. *School Science and Mathematics*, 115, 216-225. <https://doi.org/10.1111/ssm.12125>
- Ojeda, M. D., Queiruga-Dios, M., y Queiruga-Dios, M. Á. (2024). Changing Spanish preservice teachers' environmental attitudes with a citizen science program integrated in Environmental Education subject. *European Journal of Education*, 59, e12746. <https://doi.org/10.1111/ejed.12746>
- Open-RED. (s. f.). *Proyecto Open-RED: medición de la radiación gamma en España*. <https://open-red.es/>
- 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, 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Peliplat. (s. f.). *Dr. Heinz Doofenshmirtz: el villano más encantador*. <https://www.peliplat.com/es/article/10015798/dr-heinz-doofenshmirtz-el-villano-mas-encantador>
- Pereira, A. y Suárez, Á. (2024). Las actividades de laboratorio en Física: un cambio en la estructura a favor del conocimiento científico. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10151>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Queiruga-Dios, M. Á., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M. C., y Vázquez Dorrió, J. B. (2020). Citizen Science for Scientific Literacy and the Attainment of Sustainable Development Goals in Formal Education. *Sustainability*, 12, 4283. <https://doi.org/10.3390/su12104283>
- Sanz, F. S., Holocher-Ertl, T., Kieslinger, B., García, F. S., y Silva, C. G. (2014). *White paper on citizen science for Europe*. European Commission.
- 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, 274-292. <http://bit.ly/3sEpsxN>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Zamora, S. M., Segarra, S. R., González, S. A., y Vitonera, M. M. (2023). El aprendizaje significativo en la educación actual: una reflexión desde la perspectiva crítica. *Educareupelipb*, 27, 218–230. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v27i1.1896>

Cuestionarios utilizados

Cuestionario de actitud del alumnado hacia la ciencia:

Aguilera D. y Perales-Palacios F.J. (2019). Actitud hacia la Ciencia: Desarrollo y validación estructural del School Science Attitude Questionnaire (SSAQ). *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16, 3103. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3103

Cuestionario de valoración de los recursos empleados en el aula por el profesorado:

Brooke, J. (1996). SUS: a “quick and dirty” usability. *Usability evaluation in industry*, 189. <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

Martínez-Abad, F., Hernández-Ramos, J. P., Martín-López, J. L., y Martín-Bartolomé, P. (2017). Implementación de la metodología flipped classroom en prácticas de análisis de datos: evaluación de satisfacción y rendimiento académico del estudiante. <https://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/135468>

8. ANEXOS

En el siguiente apartado, mostraremos los distintos recursos que hemos empleado a lo largo del Trabajo Fin de Máster.

Anexos

Recursos empleados en el Trabajo Fin de Máster

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 0. Sostenibilización curricular	2
Anexo 1. Esquema de los objetivos del TFM	5
Anexo 2. Aspectos relevantes del recurso implementado	6
Anexo 3. Escape room científico	11
Anexo 4. Medición de radiación gamma	15
Anexo 5. Investigación sobre la radiactividad y sus protagonistas	19
Anexo 6. Prácticas de laboratorio	20
Anexo 7. Pretest y postest empleados en el aula	42
Anexo 8. Cuestionario SSAQ.....	45
Anexo 9. Video de los siete científicos profesionales	46
Anexo 10. Cuestionario de usabilidad e interés	47
Anexo 11. Video explicativo del recurso para profesores y estudiantes de máster	55
Anexo 12. Categorías sobre las preguntas realizadas por el alumnado en la Sección 2	57

Anexo 0. Sostenibilización curricular

Titulación: Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas
Apellidos y nombre de la alumna: Jiménez Pérez, Alondra
Título del trabajo: Todos hacemos ciencia más allá de las apariencias
Apellidos y nombre del tutor: Miguel Ángel Queiruga Dios

Reflexión sobre los aspectos de la sostenibilidad que se abordan en el trabajo
El presente Trabajo Fin de Máster incorpora la sostenibilidad como un eje transversal del proceso de enseñanza-aprendizaje, no solo desde una perspectiva ambiental, sino también social y educativa. La propuesta didáctica “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” busca promover una educación científica más inclusiva, participativa y comprometida con la realidad del alumnado, contribuyendo al desarrollo de competencias relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 4 (Educación de calidad), el ODS 5 (Igualdad de género), el ODS 10 (Reducción de las desigualdades) y el ODS 13 (Acción por el clima). En primer lugar, el trabajo mantiene una relación directa con el ODS 4, ya que promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad mediante metodologías activas como la gamificación, la ciencia ciudadana y las prácticas experimentales. Estas estrategias favorecen la participación activa del alumnado y permiten adaptar el aprendizaje a diferentes ritmos, intereses y necesidades educativas. La propuesta pretende superar modelos tradicionales centrados únicamente en la transmisión de contenidos para dar paso a experiencias significativas donde el alumnado construya su propio aprendizaje a través de la experimentación, la reflexión y el trabajo cooperativo. Además, la intervención contribuye a reducir barreras y desigualdades vinculadas a la percepción social de la ciencia. A lo largo del trabajo se analizan los estereotipos asociados a la figura de la persona científica, mostrando cómo muchas veces la ciencia se representa de manera limitada, vinculada únicamente al laboratorio, a perfiles masculinos o a personas consideradas “genios”. Esta visión puede generar rechazo o falta de identificación por parte del alumnado, especialmente en las chicas o en estudiantes con menor confianza

académica. Por ello, uno de los principales objetivos del TFM es transmitir la idea de que cualquier persona puede hacer ciencia independientemente de su género, origen o contexto personal, fomentando así una educación más inclusiva y vinculada al ODS 5 y al ODS 10.

La sostenibilidad social también se aborda mediante el desarrollo de valores como la cooperación, el respeto, la participación y la responsabilidad compartida. Las actividades propuestas, como el escape room científico o el proyecto de ciencia ciudadana OpenRED, se desarrollan en grupos cooperativos donde cada estudiante asume un rol concreto. Esto favorece la implicación activa del alumnado y el desarrollo de competencias sociales necesarias para construir sociedades más participativas y sostenibles.

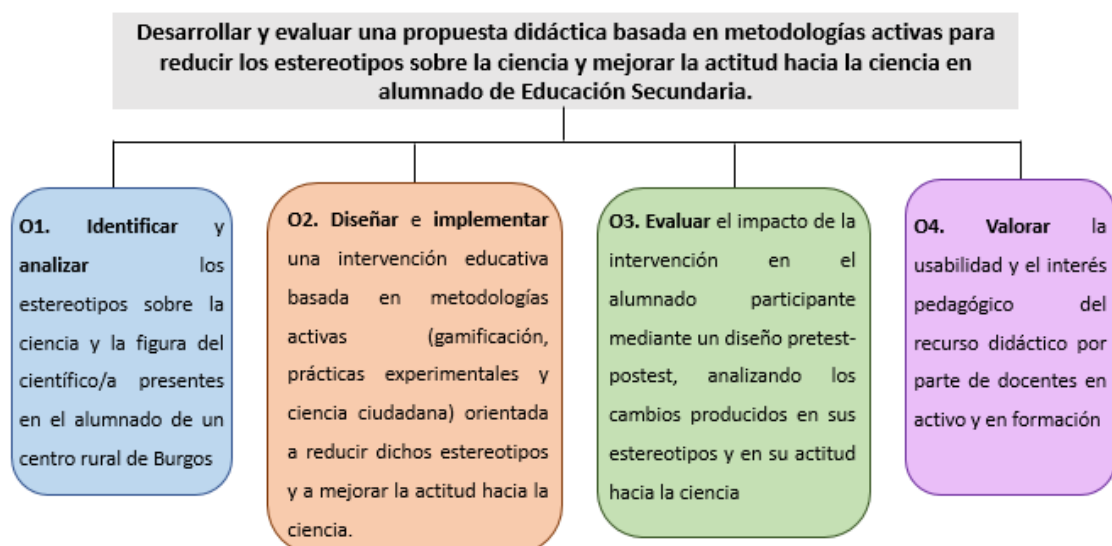
Otro aspecto relevante de la sostenibilidad presente en el trabajo es la educación ambiental y energética. A través del escape room basado en el accidente de Chernóbil y de las actividades relacionadas con la energía y la radiactividad, el alumnado reflexiona sobre las consecuencias ambientales, sociales y humanas derivadas del uso irresponsable de determinadas tecnologías y fuentes energéticas. De este modo, se fomenta una conciencia crítica sobre el impacto de las decisiones humanas en el entorno y la necesidad de avanzar hacia modelos energéticos más responsables y sostenibles, conectando directamente con el ODS 13. Asimismo, la participación en el proyecto OpenRED permite acercar al alumnado a la ciencia ciudadana y al compromiso con el entorno. El hecho de medir radiación gamma en espacios cercanos y compartir los datos obtenidos en una plataforma científica real contribuye a que los estudiantes comprendan que pueden participar activamente en la generación de conocimiento científico útil para la sociedad. Esta experiencia favorece una visión de la ciencia más cercana y comprometida con los problemas reales del entorno.

Desde el punto de vista curricular, la sostenibilización también se refleja en la integración de competencias clave relacionadas con el pensamiento crítico, la competencia STEM, la competencia digital y la competencia personal, social y de aprender a aprender. La propuesta fomenta que el alumnado sea capaz de analizar información, cuestionar estereotipos y relacionar los contenidos científicos con situaciones cotidianas. Todo ello contribuye a formar ciudadanos críticos y responsables, preparados para afrontar los retos sociales y ambientales del siglo XXI.

En definitiva, este TFM intenta trabajar la sostenibilidad de forma transversal a través de actividades cercanas al alumnado y conectadas con su realidad. No se busca únicamente mejorar el interés hacia la ciencia, sino también fomentar valores como la igualdad, la participación, el pensamiento crítico y el respeto hacia el entorno. Considero que este tipo de propuestas ayudan a que el alumnado vea la ciencia como algo útil, accesible y presente en su vida cotidiana, contribuyendo así a una educación más inclusiva y sostenible.

Anexo 1. Esquema de los objetivos del TFM

Se muestra de forma esquemática los objetivos generales y específicos del trabajo llevado a cabo en este TFM.



Anexo 2. Aspectos relevantes del recurso implementado.

- *Objetivo de los recursos empleados*

El objetivo principal de estas actividades que se enmarcan dentro del recurso “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” es romper estereotipos sobre la ciencia y promover una visión más inclusiva y participativa de la actividad científica entre el alumnado. En cuanto a los cuatro objetivos principales se podrían resumir:

- Fomentar el interés del alumnado hacia la ciencia mediante metodologías activas como el escape room científico y las prácticas de laboratorio.
- Promover el aprendizaje significativo, conectando los contenidos teóricos con experiencias prácticas reales.
- Desarrollar el trabajo cooperativo y la responsabilidad compartida a través de la organización en grupos con roles definidos.
- Acercar la ciencia a la realidad del alumnado, visibilizando el papel humano de la ciencia y el trabajo de los científicos/as.

Como objetivos procedimentales, vinculados al desarrollo de habilidades prácticas durante las actividades propuestas, se pretende que el alumnado sea capaz de:

- Aplicar los contenidos científicos trabajados en las distintas dinámicas a situaciones cercanas y cotidianas.
- Resolver retos y problemas experimentales vinculados con los conceptos abordados en el aula y en el laboratorio.
- Desarrollar un aprendizaje autónomo y reflexivo, tomando decisiones y utilizando estrategias de pensamiento científico para superar las distintas actividades.

Como objetivos actitudinales, orientados al comportamiento y a la disposición del alumnado durante el proceso de aprendizaje, se pretende:

- Fomentar la participación activa y la cooperación dentro del grupo, respetando las ideas y aportaciones de los demás.
- Desarrollar actitudes de responsabilidad y compromiso en el trabajo cooperativo, asumiendo el rol asignado y favoreciendo una comunicación respetuosa.

- Contenido

La propuesta didáctica “*Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias*” comienza con una activación de los conocimientos previos del alumnado, trabajados en cursos anteriores, con el fin de facilitar la conexión con los nuevos contenidos. A continuación, se abordan contenidos propios del currículo de Física y Química en Castilla y León (BOCYL, EDU/362/2015), relacionados principalmente con el Bloque 3: Los cambios, centrado en las reacciones químicas, y el Bloque 4: La energía, así como con la realización de actividades experimentales y de indagación científica.

De este modo, se parte de la exploración de ideas previas sobre la ciencia y su imagen social, para posteriormente trabajar conceptos científicos a través de situaciones prácticas como el escape room científico dónde trabajarán conceptos como la energía, la potencia, el Principio de Conservación de la Energía, la fisión nuclear..., las prácticas de laboratorio (disoluciones, ley de conservación de la masa...) y las entrevistas a científicos. Estas actividades permiten vincular los contenidos teóricos con la experimentación y la resolución de retos.

Finalmente, se reflexiona sobre la ciencia desde una perspectiva más humana y cercana al alumnado, a través del contacto con experiencias reales de investigadores, favoreciendo así una visión más realista, inclusiva y motivadora de la actividad científica.

- Competencias clave

En el trascurso de las actividades que vamos a poner en práctica en el aula, se trabajan diversas competencias clave como son la competencia para aprender a aprender (CPAA), competencia en comunicación lingüística (CCL), competencias sociales y cívicas (CSC), sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE), competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT) y competencia digital (CD).

Competencia para aprender a aprender (CPAA): se desarrolla a través de actividades como el escape room, las prácticas de laboratorio y el proyecto OpenRed, en las que el alumnado participa activamente en la construcción de su propio conocimiento. Mediante estas metodologías se favorece un aprendizaje significativo, autónomo y eficaz, despertando la curiosidad científica y aumentando la motivación por aprender nuevos conceptos. Asimismo, el empleo de metodologías activas como la gamificación, la ciencia ciudadana y el trabajo

práctico contribuye a implicar más al alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ofreciendo una alternativa más dinámica y participativa frente a los modelos tradicionales.

Competencia en comunicación lingüística (CCL): el alumnado potencia sus capacidades comunicativas mediante la expresión oral y escrita, participando en debates, argumentando respuestas y registrando en el cuaderno los contenidos más relevantes trabajados en el aula. Asimismo, la realización de exposiciones e informes favorece el desarrollo de estas destrezas comunicativas y la capacidad de transmitir información de manera clara y organizada.

Competencias sociales y cívicas (CSC): mediante las diferentes actividades propuestas en esta *memoria*, el alumnado desarrolla actitudes de respeto, empatía y cooperación, comprendiendo la importancia del bienestar físico y emocional tanto propio como de las personas que le rodean. Asimismo, se fomenta la conciencia sobre el cuidado del medioambiente y la necesidad de adoptar hábitos responsables y sostenibles, valorando también la relevancia de la participación ciudadana y la contribución a la ciencia para comprender mejor el entorno. Del mismo modo, el trabajo en equipo favorece la convivencia basada en la igualdad, la justicia y el respeto mutuo.

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE): se desarrolla relacionando los contenidos trabajados con aplicaciones reales en industrias como la metalurgia o la futura planta de amoníaco verde de Melgar de Fernamental. A través de las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas, el escape room y el proyecto de ciencia ciudadana, el alumnado desarrolla la creatividad, la resolución de problemas y la capacidad de aplicar los conocimientos científicos a situaciones reales y sostenibles. Además, realizarán una exposición en la que propongan un plan de mejora para reducir el impacto ambiental de un proceso industrial, fomentando la reflexión crítica, la toma de decisiones y la evaluación y autoevaluación del trabajo realizado.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): el alumnado desarrolla el razonamiento científico mediante la interpretación de datos, gráficos y resultados experimentales obtenidos en las prácticas de laboratorio y en el proyecto de ciencia ciudadana sobre radiación. Además, aplica conceptos científicos para resolver retos y problemas relacionados con la energía, las reacciones químicas y la radiactividad planteados en las diferentes actividades de esta propuesta didáctica.

Competencia digital (CD): se trabaja mediante el uso responsable y seguro de diferentes recursos tecnológicos, empleando los ordenadores proporcionados por el centro para realizar actividades y tareas de forma autónoma. El alumnado utiliza herramientas digitales como Canva para presentaciones, Word para la elaboración de informes y vídeos educativos como apoyo al aprendizaje y a la búsqueda de información científica.

- Metodología

La propuesta de este recurso didáctico combina metodologías activas como la gamificación, la ciencia ciudadana y las prácticas de laboratorio, con el objetivo de acercar la ciencia al alumnado y fomentar una visión más inclusiva y cercana de las profesiones científicas.

- Recursos

Para la realización del recurso didáctico *“Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias”* se emplean distintos recursos materiales y digitales. Se necesita un laboratorio de Física y Química equipado con reactivos (como sulfato de cobre, cloruro de calcio, carbonato de sodio...) y material básico de laboratorio (pipetas, balanzas, vasos de precipitados, matraces, agitadores, entre otros). También se requiere de un contador Geiger cedido por el equipo de OpenRed para la actividad de medición de radiación. Finalmente, el alumnado necesita material básico de papelería para los informes de laboratorio y, al menos por grupo, un ordenador con conexión a internet. El docente debe contar además con ordenador, proyector, pizarra eléctrica y material de apoyo para el desarrollo de las sesiones.

- Evaluación

Para la evaluación del alumnado durante la aplicación del recurso didáctico se tendrán en cuenta los criterios de evaluación establecidos en el BOCYL (EDU/365/2015). Asimismo, se ha elaborado una rúbrica que incluye los siguientes aspectos:

- Resultado obtenido en la resolución del escape room (10%).
- Actitud, comportamiento y desempeño del rol asignado dentro del equipo en las distintas actividades (40%).
- Informes de prácticas de laboratorio y trabajos de exposición oral con autoevaluación y coevaluación (35%).
- Pruebas o actividades de comprobación de contenidos (15%).

	Excelente (4)	Notable (3)	Regular (2)	Malo (1)
Escape room científico (10%)	Supera todas las pruebas del reto de forma correcta, trabajando de manera coordinada y argumentando las soluciones con base científica.	Completa la mayoría de los retos con un buen nivel de acierto y colaboración en el grupo.	Consigue resolver algunas pruebas, aunque requiere apoyo del equipo o del profesorado.	Presenta grandes dificultades y apenas logra avanzar sin ayuda constante.
Trabajo en equipo y actitud (40%)	Mantiene una participación activa continua, cumple su rol, respeta a los compañeros y contribuye al buen funcionamiento del grupo.	Participa de forma adecuada y muestra una actitud positiva en la mayoría de las tareas.	Su implicación es irregular y en ocasiones depende del resto del grupo.	Participación escasa y actitud poco colaborativa o disruptiva.
Prácticas de laboratorio y exposición oral (35%)	Presenta informes completos, organizados y bien redactados, además de exponer los resultados de forma clara y segura.	Elabora informes adecuados y realiza una exposición comprensible con pequeños fallos.	Los informes presentan carencias y la exposición muestra falta de claridad o preparación.	Los informes están incompletos y la exposición es muy deficiente o inexistente.
Ciencia ciudadana (medición de radiación) y análisis de datos (15%)	Registra e interpreta los datos con precisión, mostrando comprensión crítica de su significado científico.	Registra los datos correctamente y los interpreta con algunas dificultades menores.	El registro de datos es incompleto y la interpretación requiere ayuda.	No registra adecuadamente los datos o no es capaz de interpretarlos.

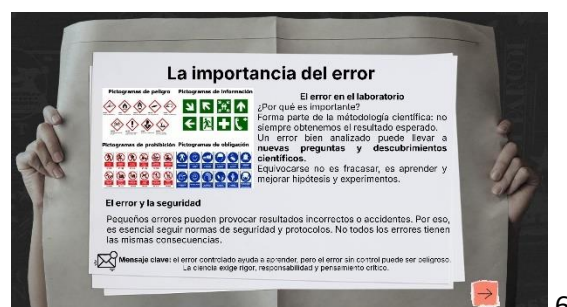
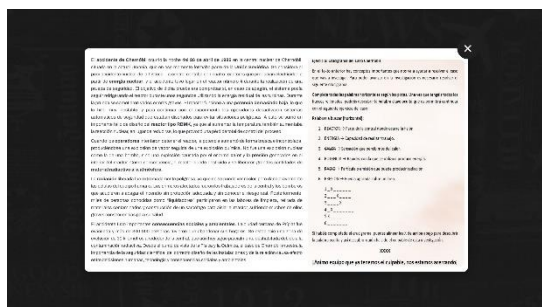
Anexo 3. Escape room científico

El escape room científico elaborado con la herramienta Genially, está disponible de forma interactiva mediante el código QR o en el siguiente enlace:

(<https://view.genially.com/69e4af765807e827f4f214de>)



Además, se muestra a continuación en formato imagen por si se produjera cualquier error de acceso al recurso interactivo online. Estas imágenes corresponden a cada una de las diapositivas interactivas del recurso, están enumeradas para seguir el hilo de la historia, pero realmente se puede avanzar en la flecha roja para adelante o para atrás según se desee.





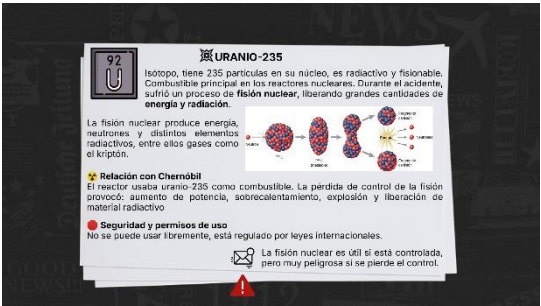
7



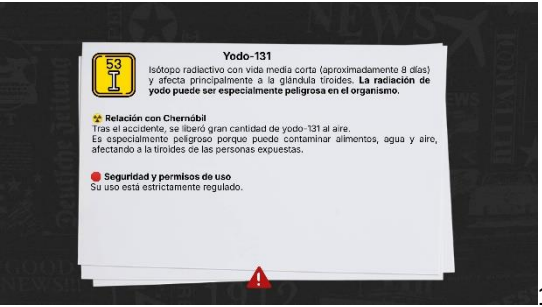
8



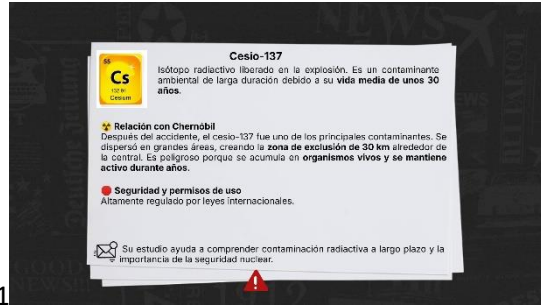
9



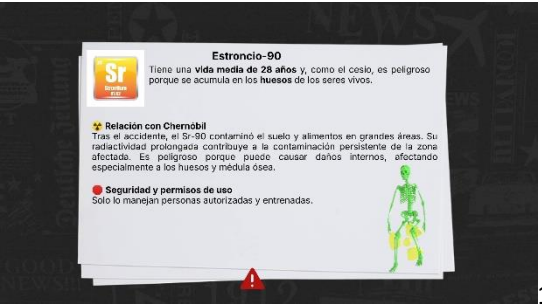
10



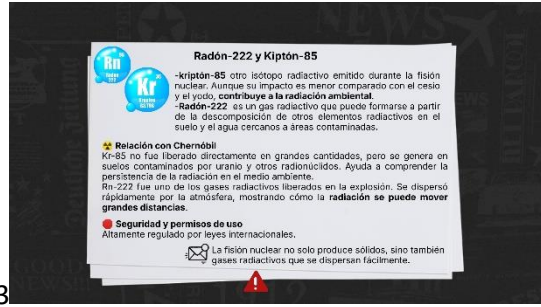
11



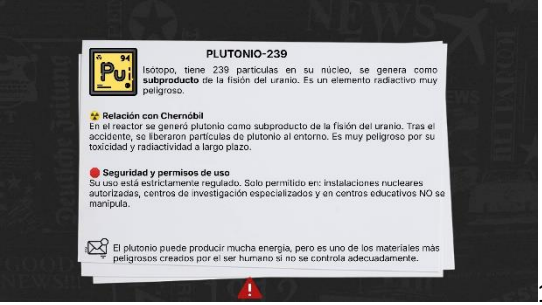
12



13



14



15



16

Archivo 1: Las herramientas para resolver el caso

Energía y Potencia

01 ¿Qué es la energía?
Es la capacidad para realizar trabajo o generar cambios en un sistema.
Unidad SI: Julio (J)
1 J es la cantidad de energía que se necesita para mover un objeto de 1 kg una distancia de 1 m con una fuerza de 1 N.

02 ¿Qué es la potencia?
Es la cantidad de energía que se consume o se genera por unidad de tiempo.
Unidad SI: Vatio (W)
1 vatio = 1 julio por segundo (1 W = 1 J/s).

03 Diferencia entre E y P
Energía (J) total de trabajo realizado.
Ejemplo: La energía que usa una lámpara al estar encendida durante 1 hora.
Potencia (W) velocidad de trabajo realizado. Ejemplo: Una lámpara de 100 W consume más potencia que una de 50 W.

04
POTENCIA Y E.
 $E = P \cdot t$
Amplia información

→ Siguiente

17

REALIZAR EN CASA (individual)

En la central nuclear de Chernóbil, una turbina produce 15000 julios de energía cada segundo. Cada edificio de la ciudad consume 2500 julios de energía por segundo. La turbina funciona 20 segundos seguidos para iluminar los edificios. ¿Cuánta energía consume en total durante los 20 segundos? Nombre alguna situación ordinaria en tu rutina diaria.

1- ¿Cuánta energía produce la turbina en esos 20 segundos? Nombre alguna situación ordinaria en tu rutina diaria.

2- Si hay 6 edificios encendidos a mismo tiempo, ¿Cuánta energía consumen en total durante los 20 segundos? Nombre alguna situación ordinaria en tu rutina diaria.

3- ¿Sólo energía o también potencia? ¿Cuánta? Argumenta la respuesta de forma razonada.

4- Explica con tus palabras la diferencia entre energía (julios) y potencia (julios por segundo). Aplica a un contexto real.

5- ¿Dónde se aplica el Principio de Conservación de la Energía visto en clase en este problema?

18

Archivo 1: Las herramientas para resolver el caso

Energía y Potencia

Principio de Conservación de la Energía
Establece que la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma de una forma a otra.
Ejemplo: La energía química de una batería se convierte en energía eléctrica cuando la usamos.
La energía puede manifestarse de diferentes formas, pero siempre se mantiene constante.

Energía nuclear (clave en Chernóbil)
Se libera cuando ocurre una fisión nuclear (rotura del núcleo del átomo). Produce mucha energía, pero requiere estrictas medidas de seguridad.

Central nuclear:
 $E. \text{ nuclear} \rightarrow E. \text{ térmica} \rightarrow E. \text{ eléctrica}$

Ejemplo: en una central nuclear, el uranio libera E. nuclear, esa energía se transforma en calor y este produce vapor que mueve una turbina (E. cinética) y esta genera E. eléctrica.

La energía total se conserva en todo el proceso. Aunque la energía cambie de forma (nuclear, térmica, eléctrica...), nunca desaparece.

← ATRÁS

19

SALA DE ARCHIVOS

Antes de comenzar

Archivo 1

Archivo 2

Archivo 3

Archivo 4

Archivo 5

Archivo 6

20

Archivo 2: Evidencias Iniciales y Análisis del Reactor RBMK

- Tipo de reactor utilizado en Chernóbil: RBMK
- Características y diseño: reactor de agua a presión con control manual.
- Característica importante: poca capacidad de control automático de seguridad.
- Sistemas de Control y Seguridad: barras de control para regular la reacción nuclear y sistemas de emergencia para parar la reacción en caso de fallos.
- Problema crítico: fallos en el control de potencia durante la prueba.

Prueba fallida
Se reduce la potencia del reactor y se vuelve inestable.
Aumenta la T y p, baja P.
Fluctuaciones en el flujo de energía.

PUNTO EXTRA
¿Qué variable crees que fue la más peligrosa: la potencia, la temperatura o el fallo de seguridad? ¿Por qué?

← ATRÁS

21

SALA DE ARCHIVOS

Antes de comenzar

Archivo 1

Archivo 2

Archivo 3

Archivo 4

Archivo 5

Archivo 6

22

Archivo 3: Las causas y efectos del accidente

Accidente de Chernóbil: Causas y Efectos Sociales/Ambientales

Causas del Accidente

- Error humano
- Fallos de diseño
- Fallos de mantenimiento
- Fallos de seguridad

Efectos Sociales y Ambientales

- Efectos Sociales
- Efectos Ambientales

PUNTO EXTRA
¿Cómo es posible que al bajar la potencia aumenten la temperatura y la presión?

Reflexión: "Observa cómo la combinación de error humano, diseño defectuoso y fallo de seguridad produjo consecuencias que se extendieron más allá del reactor. La clave está en identificar qué tipo de energía se liberó y cómo afectó al entorno."

← ATRÁS

23

Archivo 4: La radiación y su Impacto en la Energía Nuclear

¿Qué es la radiación?
Es la emisión de energía en forma de partículas o ondas. Existen radiaciones naturales (como la radiactividad) y artificiales (como las generadas por reactores nucleares).

Tipos de radiación: Radiación alfa (α): Partículas grandes, poco penetrantes, pero peligrosas si se ingieren o inhalan. Radiación beta (β): Partículas más ligeras, más penetrantes que las alfa. Radiación gamma (γ): Radiación electromagnética, altamente penetrante, que puede atravesar materiales y tejidos.

¿Qué provoca la radiación?
Efectos biológicos: la radiación puede dañar células vivas y alterar el ADN, causando enfermedades como el cáncer, problemas genéticos y efectos en órganos vitales. Contaminación ambiental: la radiación se libera en accidentes nucleares (como en Chernóbil) y contamina el aire, agua y suelo, permaneciendo activa por muchos años (por ejemplo, el cesio-137 y el estroncio-90).

Relación con Chernóbil y la Energía Nuclear
La radiación liberada tuvo serias consecuencias ambientales y sociales debido a la pérdida de control de la energía nuclear. La radiación generada por la fisión nuclear puede ser peligrosa si no se gestionan adecuadamente las medidas de seguridad.

→ Siguiente

24

Archivo 4: La radiación y su Impacto en la Energía Nuclear

Científicos Relevantes y su contribución a la Energía Nuclear

- Marie Curie (1867-1934)** Descubrió los elementos radio y polonio, y desarrolló el concepto de radiactividad. Su trabajo permitió entender cómo los elementos radiactivos podían liberar energía, lo que sentó las bases para el desarrollo de la energía nuclear.
- Enrico Fermi (1901-1954)** Desarrolló el primer reactor nuclear controlado (Chicago Pile-1), demostrando que la fisión nuclear podía producir energía de manera controlada. Sus investigaciones fueron cruciales para la creación de reactores nucleares y la producción de energía de manera controlada.
- Lise Meitner (1878-1968)** Descubrió el proceso de fisión nuclear, al identificar que el uranio se podía dividir al ser bombardeado con neutrones. Su descubrimiento permitió la creación de reactores nucleares que usan fisión controlada para generar energía.
- Robert Oppenheimer (1904-1967)** Fue el director científico del Proyecto Manhattan, el cual desarrolló la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial. Aunque su trabajo estuvo inicialmente relacionado con armas nucleares, también mostró el potencial de la energía nuclear para aplicaciones pacíficas.

PUNTO EXTRA
¿Cómo crees que el trabajo de científicos como Marie Curie, Fermi y Meitner influyó en el desarrollo de la energía nuclear y cómo sus creaciones antes pueden ayudar a prevenir accidentes como el de Chernóbil?

← ATRÁS

25

SALA DE ARCHIVOS

Antes de comenzar

Archivo 1

Archivo 2

Archivo 3

Archivo 4

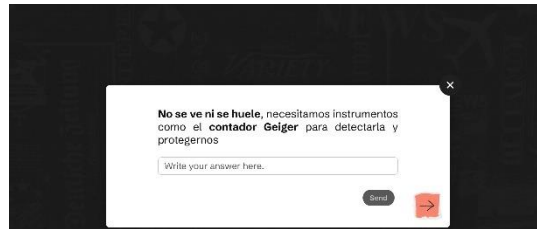
Archivo 5

Archivo 6

26



27



28

Archivo 5: Investigación en el centro educativo

¿Cómo se mide la radiación?
La radiación no se puede ver ni oír, por eso se usan instrumentos específicos. Se mide la intensidad o la dosis recibida.

Equipos de medida

- **Contador Geiger-Müller** detecta radiación (alfa, beta y gamma) y proporciona señales sonoras o numéricas.
- **Dosímetro** mide la dosis acumulada que recibe una persona. Muy usado por científicos y técnicos.
- **Detector de Centelleo** utiliza materiales que emiten luz al ser impactados por radiación, bueno para rayos gamma y otras partículas.

Actividad principal: Inspección radiológica del centro
Cada grupo recibe un **rol de investigador**. Se les proporciona una tabla de registro con: lugar, nivel de radiación y observaciones. Compara con el resto de grupo los resultados entre espacios. Responde: ¿Hay diferencias entre zonas? ¿Qué lugar presenta mayor valor? ¿Por qué? ¿Son valores peligrosos?

Ciencia ciudadana
Hall
Aula
Patio
Pasillo
Cafetería
Polideportivo
Sala de profesores

Open red

[→ Siguiendo](#)

29

Archivo 5: Investigación en el centro educativo

¿Cómo se protegen los especialistas frente a la radiación?
Los **trajes NBK** son un tipo de equipo de protección utilizado para proteger a las personas de la radiación nuclear y otros peligros en situaciones de alto riesgo, como los que se dan en accidentes nucleares o exposiciones de sustancias radiactivas. El término NBK proviene del término "Nuclear, Biological, and Chemical" y se refiere a trajes diseñados específicamente para proteger contra estos tres tipos de amenazas.

Características de los NBK
Materiales de alta densidad.
No son trajes completamente blindados contra la radiación, diseñados para reducir la exposición al máximo posible. Protegen contra agentes biológicos (como virus, bacterias) y químicos tóxicos, como gases venenosos o líquidos. Incluyen respiradores y sistemas de filtración para evitar la inhalación de sustancias peligrosas. Guantes y botas especiales para evitar el contacto directo con químicos peligrosos.

Relación con Chernóbil
A pesar del uso de estos trajes, la exposición a la radiación fue extremadamente alta, lo que demuestra los riesgos inherentes de los accidentes nucleares.

Open red

[← ATRÁS](#)

30



31

Archivo 6: Interrogatorio

Open red

Ayuda a la ciencia a medir la radiación gamma donde nunca antes se ha medido

<https://open-red.es/>

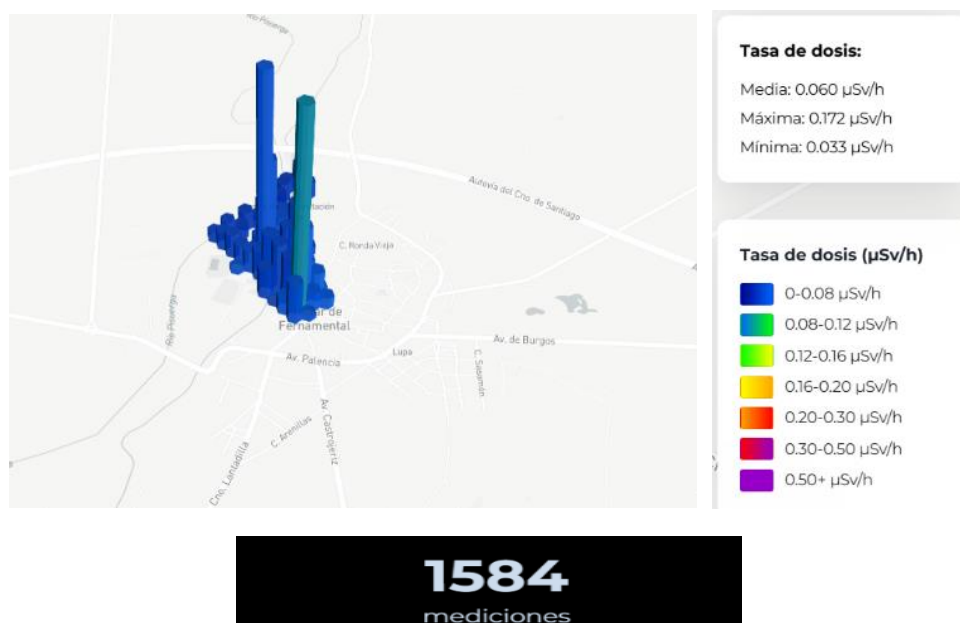
32



33

Anexo 4. Medición de radiación gamma

A continuación, se muestra los datos que hemos realizado con los distintos cursos en Melgar de Fernamental:



Además, se adjunta el **informe de monitorización** que se envía a cada alumno una vez finalizadas las mediciones y subidos los datos a la nube, con el objetivo de que puedan valorar el trabajo realizado y comprender la importancia de contribuir y apoyar la investigación científica.



Resumen ejecutivo

Estadísticas globales del conjunto de medidas seleccionado

MEDIDAS
TOTALES

1584
puntos registrados

DOSIS MEDIA

0,0641
 $\mu\text{Sv/h}$

DOSIS MÍNIMA

0,0326
 $\mu\text{Sv/h}$

DOSIS MÁXIMA

0,1724
 $\mu\text{Sv/h}$

CPM MEDIO

292
pulsos por minuto

ALTITUD MEDIA

830
m - rango 788-859 m

USUARIOS

2
participantes

DISTANCIA
RECORRIDA

5,8
km

FILTROS APLICADOS

Proyecto: **Openred** Misión: **01 - Entornos rurales**

Campaña: **Melgar de Fernamental** Desde: **2026-04-19** Hasta: **2026-05-20**

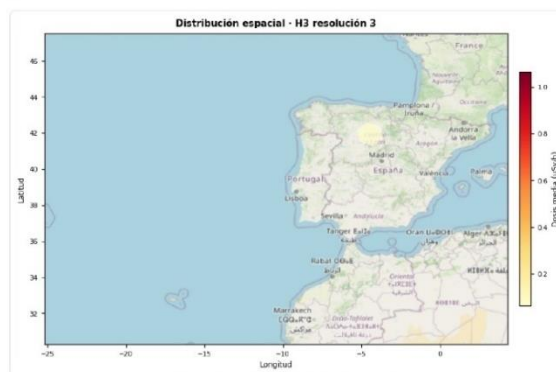
Bbox N: **47,5462** S: **30,2724** E: **4,3582** O: **-25,2165**

OpenRed - Radiación Ambiental

20/05/2026 18:46

Distribución espacial

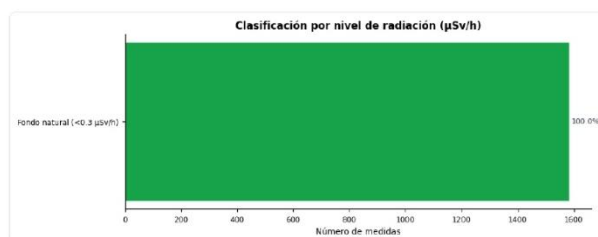
Agregación H3 a resolución 3 - cada hexágono representa la dosis media de las medidas contenidas



Mapa generado con H3 (resolución 3) - 1 hexágonos - 1584 medidas

Clasificación por nivel de radiación

Distribución de medidas según umbrales de dosis equivalente ($\mu\text{Sv/h}$)



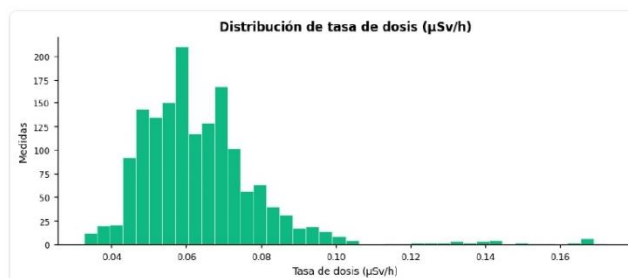
Fondo natural <0,3 $\mu\text{Sv/h}$ - Elevado 0,3-1 - Preocupante 1-10 - Alto 10-100 - Extremo >100 $\mu\text{Sv/h}$

OpenRed - Radiación Ambiental

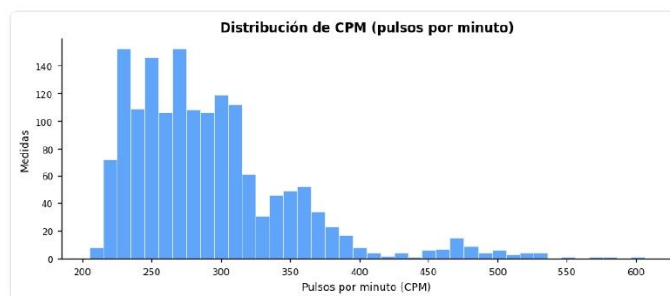
20/05/2026 18:46

Análisis estadístico

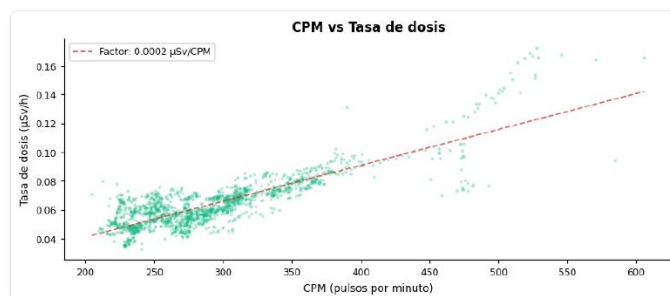
Distribución de tasa de dosis y relación con CPM



Histograma: frecuencia de valores de tasa de dosis en el conjunto seleccionado - línea discontinua = fondo natural típico (0,2 $\mu\text{Sv/h}$)



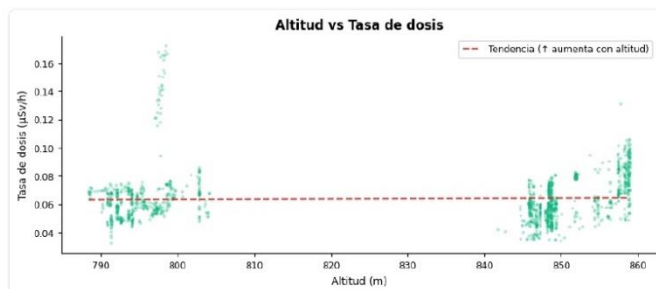
Histograma: distribución de pulsos por minuto (CPM) registrados por el detector Geiger-Müller



Dispersión CPM vs tasa de dosis - la pendiente de la línea discontinua es el factor de calibración del detector ($\mu\text{Sv}/\text{CPM}$)

Análisis de altitud

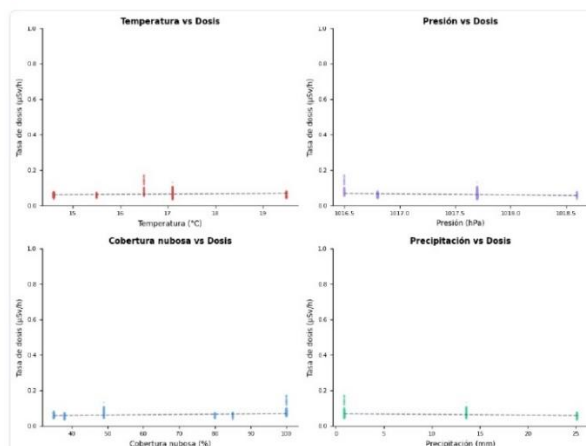
Relación entre altitud y tasa de dosis - la radiación cósmica aumenta con la altitud



Dispersión altitud vs tasa de dosis - la tendencia ascendente indica contribución de radiación cósmica - rango de altitud: 788-859 m - media: 830 m

Correlación con condiciones meteorológicas

Relación entre la tasa de dosis y variables atmosféricas - datos de caché meteorológica Open-Meteo



Dispersión dosis vs temperatura, presión, cobertura nubosa y precipitación - la línea discontinua muestra la tendencia lineal en cada panel - la presión atmosférica modula la radiación cósmica (efecto barómetro): mayor presión = menor dosis

Análisis temporal

Evolución de la tasa de dosis media a lo largo del periodo seleccionado · línea discontinua = tendencia

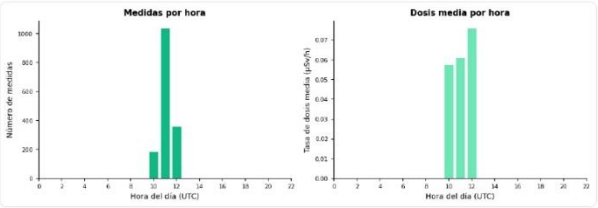


Tasa de dosis media diaria · 3 días con datos · la línea discontinua muestra la tendencia lineal del período

OpenRed · Radiación Ambiental
20/05/2026 18:46

Distribución horaria

Número de medidas y dosis media por hora del día (UTC)



Distribución de medidas y tasa de dosis media por hora del día · hora en UTC

OpenRed · Radiación Ambiental
20/05/2026 18:46

Top contribuidores

Usuarios con más medidas en el conjunto seleccionado (anonimizadas)

#	MEDIDAS APORTADAS
Participante 1	991
Participante 2	593

Detalle por hexágono H3

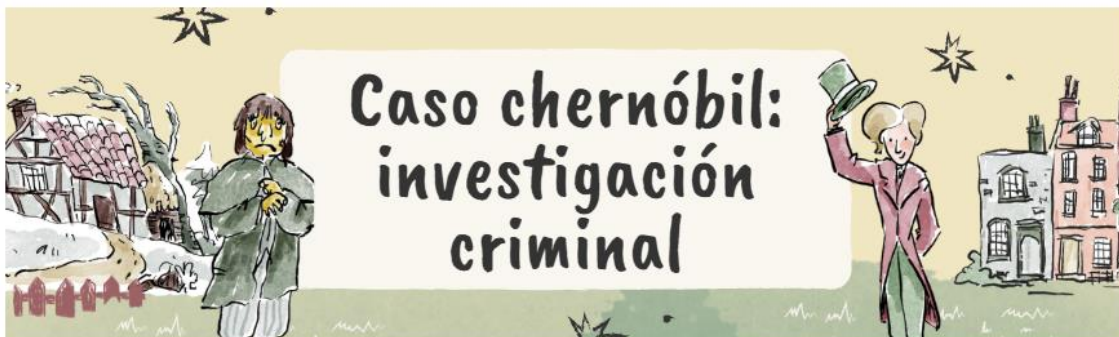
Top 1 hexágonos ordenados por número de medidas (resolución 3)

#	H3 INDEX	MEDIDAS	DOSIS MEDIA (MSV/H)	DOSIS MÍN	DOSIS MÁX	DESV. TÍPICA
1	833928ffffffff	1584	0,0641	0,0326	0,1724	0,0176

OpenRed · Radiación Ambiental
20/05/2026 18:46

Anexo 5. Investigación sobre la radiactividad y sus protagonistas

En esta actividad el alumnado pondrá en contexto lo aprendido en el proyecto Openred y deberán realizar un informe sobre los siguientes puntos:



En esta actividad tendréis que completar la siguiente información en un folio que será escrito a mano. En ella deberás elegir un científico o científica del documento PDF presentado en clase y seguir la siguiente estructura:

Nombre del CIENTÍFICO y lugar de NACIMIENTO

Escribe el nombre y apellidos del científico@ y el lugar donde nació.

PROFESIÓN y DESCUBRIMIENTO

Cada científico@ tiene una profesión ¿Cual tiene el tuyo? y ¿Qué descubrió?

PONTE A PRUEBA

En este apartado, contesta a las siguientes preguntas:

- ¿Que es un contador Geiger y para qué sirve?
- ¿Que significa que el contador Geiger suene?
- ¿En que unidades se mide la dosis de radiacion?
- ¿Qué tipo de radiación hemos medido?

CONCLUSIÓN

Lee la siguiente reflexión: lo invisible no siempre significa que no exista. La radiación no la podemos ver ni tocar, pero está a nuestro alrededor y tiene efectos importantes. Gracias a la ciencia tenemos el contador Geiger y podemos detectarla y entender mejor el mundo que no vemos.

Dime un ejemplo donde la ciencia nos ayude en nuestro día a día. Y una conclusión de la práctica realizada.

Anexo 6. Prácticas de laboratorio

Se muestra las distintas prácticas preparadas para el alumnado, siendo éstas realizadas para todos los cursos que han participado en el estudio de los alumnos de ciencia:

Práctica 1. De la pizarra al vaso de precipitados



La editorial Oxford nos ha enviado un borrador para la próxima edición de su libro de Química. En él aparece un problema de estequiometría en el que se calcula la cantidad de sólido que se forma al mezclar dos disoluciones.

Antes de publicarlo, nos piden ayuda para comprobar si el resultado es correcto... y para ello no basta con hacer cálculos: **¡vamos a llevarlo al laboratorio!**

Nuestro objetivo personal será: resolver el problema de forma teórica, realizar la reacción en el laboratorio para obtener el precipitado y comparar el resultado experimental con el calculado.

¿Coinciden ambos resultados? Si no es así, ¿a qué se deben las diferencias?

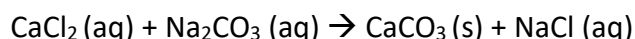
Con esta práctica nos convertiremos en revisores científicos, comprobando si lo que aparece en el libro refleja realmente lo que ocurre en la realidad.

1. Problema teórico

La editorial propone el siguiente ejercicio para incluirlo en el libro:

Se mezclan 50 mL de una disolución 0.50 M de cloruro de calcio (CaCl_2) con 50 mL de una disolución 0.50 M de carbonato de sodio (Na_2CO_3).

Sabiendo que la reacción que tiene lugar es:



Responde a las siguientes cuestiones:

1. **Ajusta** la reacción de **precipitación**.
2. Calcula los **moles iniciales** de cada reactivo.
3. Calcula los **moles de carbonato de calcio (CaCO_3)** que se formarán.
4. Calcula la **masa teórica** de CaCO_3 obtenida (dato: masa molar $\approx 100 \text{ g/mol}$).
5. Si en el laboratorio se obtienen **2.10 g de sólido**, calcula el **rendimiento de la reacción (%)**.

2. Material

$\text{CaCl}_2 (\text{s})$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s})$, vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, matraz aforado, pipeta Pasteur, agua destilada, embudos y papel de filtro.

3. Procedimiento experimental

1. Calcula los gramos necesarios de los reactivos que participan en la reacción.
2. Pesa y anota la masa de los reactivos con ayuda de un vidrio reloj.
3. Preparar dos disoluciones en matraces aforados de 50 mL de agua destilada enrasando con una pipeta Pasteur.

4. Mezclar ambas disoluciones en un vaso de precipitados grande.
5. Agitar en una placa de agitación y anotar el color del precipitado y si se produce desprendimiento de calor.
6. Filtrar la mezcla para separar el sólido y dejar secar el precipitado.
7. Anotar la masa final y calcular los rendimientos.
8. Registra el procedimiento con fotos y realiza el informe.

4. Ponte a prueba

- Compara la masa teórica con la masa obtenida de forma experimental.

- Calcula el rendimiento obtenido de vuestro precipitado.

- Discute los posibles errores que se cometen en la práctica y hace que no se obtenga el 100% de rendimiento (pérdidas en el filtrado, humedad...)

- Curiosidades de la práctica

Test: Destripando la reacción

1. Tipo de reacción ¿Qué tipo de reacción es la anterior?

- A) Combustión
- B) Descomposición
- C) Precipitación
- D) Síntesis

2. Producto sólido ¿Qué sustancia se forma como precipitado?

- A) NaCl
- B) CaCl_2
- C) CaCO_3
- D) CO_2

3. Evidencia experimental. ¿Qué observaste durante la reacción?

- A) Cambio de color a azul
- B) Formación de un sólido blanco
- C) Emisión de luz
- D) Desaparición total del líquido

4. Naturaleza energética. Esta reacción suele ser:

- A) Exotérmica (ligeramente)
- B) Endotérmica
- C) Nuclear
- D) No implica energía

5. Conservación de la masa, según la ley de Ley de conservación de la masa:

- A) La masa se pierde en la reacción
- B) La masa total se mantiene constante
- C) Solo se conserva en reacciones exotérmicas
- D) Solo se conserva en sólidos

6. Reactivo limitante, si tienes más Na_2CO_3 que CaCl_2 , ¿Qué ocurre?

- A) Sobra CaCl_2
- B) El reactivo limitante es Na_2CO_3
- C) El reactivo limitante es CaCl_2
- D) No hay reactivo limitante

7. Rendimiento de la reacción, se calcula como:

- A) $(\text{masa teórica} / \text{masa real}) \times 100$
- B) $(\text{masa real} / \text{masa teórica}) \times 100$
- C) $(\text{masa inicial} / \text{masa final}) \times 100$
- D) $(\text{moles} / \text{volumen}) \times 100$

8. Rendimiento experimental, si obtienes menos CaCO_3 del esperado, puede ser porque:

- A) La reacción es imposible
- B) Hay pérdidas durante el filtrado
- C) Se ha creado más producto del esperado
- D) La ley de la masa no se cumple

9. Sustancia, ¿Qué significa (aq) en la reacción?

- A) Sólido
- B) Gas
- C) Disuelto en agua
- D) Líquido puro

10. Balance de la reacción ¿Cuántos moles de NaCl se producen por cada mol de CaCl_2 ?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

Práctica 2. Diagnóstico y mejora energética del IES ubicado en Melgar

FICHA 1. Diagnóstico energético del instituto

¿Qué elementos del instituto consumen energía?

¿Dónde crees que se gasta más energía?

Observa tu aula: luces, ventanas y hábitos

¿Crees que se podría ahorrar energía en el instituto? Explica por qué

FICHA 2. Energías renovables y arquitectura sostenible

¿Qué es una energía renovable?

¿Dónde colocarías placas solares en el instituto?

Dibuja el instituto señalando soluciones sostenibles

¿Qué acciones ayudan a ahorrar energía?

FICHA 3. Instalación eléctrica del aula

¿Qué elementos eléctricos hay en el aula?

Relaciona cada elemento con su función

¿Cómo podemos ahorrar electricidad en clase?

FICHA 4. Ahorro de agua y climatización

Observa el uso del agua en el instituto. ¿Dónde hay consumo?

¿Qué acciones ayudan a ahorrar agua?

Buenas prácticas con la calefacción y ventilación

Propón una mejora concreta

FICHA 5. Tecnologías emergentes y ODS

¿Qué es una tecnología emergente?

¿Qué tecnologías sostenibles mejorarían el instituto?

Relaciona tu propuesta con los ODS

¿Por qué estas mejoras ayudan al medio ambiente?

FICHA 6. Autoevaluación

¿Qué ha sido lo más fácil?

¿Qué has aprendido con este proyecto?

¿Qué ha sido lo más difícil?

Valora tu participación y esfuerzo

Práctica 3. Los pitufos de laboratorio

1. Contexto de la misión:

Esta mañana ha sucedido algo muy extraño en el laboratorio, nos ha llegado un mensaje urgente de los Pitufos:

“¡**Socorro!** Nuestro tesoro de cristales azules ha desaparecido. Los usamos para decorar el pueblo y hacer pócimas secretas. Hemos intentado fabricarlos nosotros... pero no lo hemos conseguido.

Nos han dicho que en vuestra clase hay auténticos científicos ¿Podríais ayudarnos a crear nuevos cristales para nuestra colección?”

2. Material:

Sulfato de cobre (CuSO_4), agua destilada, cristizador pequeño, placa calefactora, embudo, papel de filtro e imán.

3. Procedimiento:

1. Preparar la disolución. Pesamos 2 g de CuSO_4 en una balanza.
2. Disolvemos el sólido de color azul en 5 mL de agua destilada.
3. Calentamos la mezcla en torno a 80 °C, sin que llegue a hervir y se deja agitando en la placa calefactora hasta que se disuelve por completo.
4. Vertemos la disolución en un cristizador.
5. Dejar reposar la disolución en un lugar tranquilo, sin movimiento para que crezcan mejor los cristales.
6. Observar diariamente la formación de cristales y anotar cambios en tamaño, forma y color.
7. Filtrar a vacío los cristales y observar los cambios.

4. Nos ponemos a prueba:

¿Qué es una disolución saturada?

¿Por qué es necesario calentar el agua?

¿Qué ocurre cuando la disolución se enfría?

¿Qué factores afectan al crecimiento del cristal?

¿Qué pasa si movemos el recipiente?

5. Registro de las imágenes del procedimiento llevado a cabo:

Pasos seguidos



Cristales a la lupa tras 4 h, tras 24h y después de filtrar



6. Ampliación:

Seleccionamos la disolución de uno de los alumnos y nos la llevamos a la Universidad de Burgos a la Facultad de Ciencias para que cristalice allí para su posterior medición. Trascurrido

24 h y mediremos el espectro de infrarrojo de los cristales obtenidos que habrán filtrado previamente por gravedad.

7. Explicación:

El crecimiento de cristales ocurre cuando el sulfato de cobre sustancia disuelta en un líquido deja de poder mantenerse disuelta, normalmente al enfriarse o evaporarse el disolvente. Para la formación y crecimiento de los cristales, es necesario que la disolución esté saturada o sobresaturada, es decir, contener la máxima cantidad de soluto posible disuelto. En esa situación, el líquido ya no puede mantener todas las partículas separadas, y estas empiezan a unirse formando cristales. Si la disolución no está saturada, el soluto seguirá disuelto y no se formarán cristales. Por eso, preparar una buena disolución saturada es un paso clave para que el proceso funcione correctamente.

Para obtener un buen cristal influyen varios factores: un enfriamiento lento favorece cristales grandes y bien formados, mientras que uno rápido produce cristales pequeños; la evaporación controlada del disolvente ayuda al crecimiento; evitar movimientos permite que las partículas se ordenen mejor; y la ausencia de impurezas mejora la forma y la calidad del cristal.

Práctica 4. ¿Y si atrapamos el azul del cielo? (Excursión a la Uni de Ciencias 4.º ESO)

Nos cuentan que podemos atrapar el azul del cielo en un frasco hermético y podemos hacerle desaparecer, ¿Me ayudas a darle una explicación a este suceso?

1. ¿Qué vamos a hacer?

Vamos a realizar una **reacción química reversible**, vamos a decidir que sustancia queremos obtener. Sabremos de que sustancia se trata dependiendo del color que apreciamos.

2. Materiales

Vasos de precipitado, matraz o frasco, espátulas, agitadores magnéticos, glucosa, hidróxido de sodio, agua destilada y azul de metileno.

3. ¿Cómo lo haremos?

1. En una probeta medimos 50mL de agua destilada y lo colocamos en un frasco transparente.
2. Se prepara una disolución acuosa de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) pesando 1.5 g.
3. Disolver la glucosa en el agua, hasta obtener un líquido homogéneo. Agitamos y medimos el pH.
4. En la disolución de agua con glucosa, agregamos 1 g de hidróxido de sodio (NaOH), agitamos en el agitador magnético y medimos el pH de la disolución.
5. Seguidamente, se añade 2 gotas de azul de metileno ($C_{16}H_{18}ClN_3S$) a la mezcla, hasta obtener una disolución homogénea.
6. Se vierte la mezcla preparada en el frasco y se cierra la tapa (que quede lleno hasta la mitad).
7. Agitar el frasco y observamos que sucede.

4. Los resultados que hemos obtenido...

Los pH registrados en el apartado 1 y 2 se recogen en la Tabla siguiente:

Mezcla	pH registrado
Disolución acuosa de $C_6H_{12}O_6$	
Disolución acuosa de $C_6H_{12}O_6$ + NaOH	

¿Qué papel juega el azul de metileno en la reacción?

El suceso que hemos observado en el laboratorio de ciencias se trata de una REACCIÓN REDOX. En esta reacción al **agitar la glucosa se oxida por el oxígeno del aire**, pierde electrones, que está en el interior del frasco, de esta forma la sustancia que se forma (por la acción del catalizador, el azul de metileno), el leucoazul de metileno nos da el nuevo color. Cuando agitamos el recipiente, se favorece el contacto entre los reactivos. Las oscilaciones de color se pueden provocar todas las veces que queramos simplemente agitamos, dejamos reposar, agitamos...

-Reposo: la **glucosa reduce**, la disolución se vuelve **incolora**.

-Agitación: el **oxígeno** del **aire** en contacto con la disolución **oxida**, la disolución se vuelve **azul**.



Práctica 5. ¡Hinchamos un globo sin soplar!

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Observar cómo una reacción química entre un ácido y una base produce un gas capaz de inflar un globo; y comprobar que se cumple la Ley de conservación de la masa.

2. MATERIALES

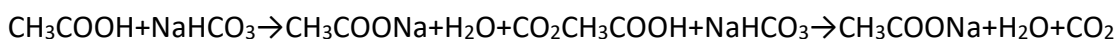
- 1 botella pequeña (de vidrio o plástico) / 1 Matraz Erlenmeyer
- 1 globo , 1 espátula y 1 embudo (opcional)
- Vinagre (ácido acético)
- Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. **Prepara el matraz Erlenmeyer o la botella:** Vierte aproximadamente 100 mL de vinagre en la botella.
2. **Prepara el globo:** con ayuda de una cucharilla y un embudo (si es necesario), introduce 1 o 2 cucharadas de bicarbonato dentro del globo.
3. **Coloca el globo en la botella:** sin dejar que caiga el bicarbonato, ajusta la boquilla del globo a la boca de la botella, asegurándote de que quede bien sujeta.
4. **Masa inicial:** pesa el conjunto completo (botella con vinagre + globo con bicarbonato) antes de que se mezclen las sustancias y anota la masa.
5. **Inicia la reacción:** Levanta el globo para que el bicarbonato caiga dentro de la botella con el vinagre.
6. **Observa lo que ocurre:** el globo comenzará a hincharse a medida que se produce el gas.
7. **Masa final:** cuando termine la reacción y el globo esté completamente hinchado, vuelve a pesar el conjunto y anota la masa.

4. ¿QUÉ SUCEDE?

El vinagre (ácido acético) reacciona con el bicarbonato de sodio (base), produciendo **dióxido de carbono (CO_2)**, **agua (H_2O)** y **acetato de sodio (CH_3COONa)**.



El gas CO_2 liberado es el que **hincha el globo**.

5. COMPROBAMOS LA LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MASA

- **Observación:** aunque el globo se hincha y parece que se ha producido “más materia”, la masa inicial y la masa final del conjunto son prácticamente iguales.
- **Explicación:** durante la reacción química se forma un gas (CO_2), pero este no se pierde, ya que queda atrapado dentro del globo. La materia no desaparece, solo se transforma.

6. CONCLUSIÓN

Este experimento demuestra cómo la **reacción entre un ácido y una base** puede producir un **gas observable**, evidenciando un cambio químico.

Además, también demuestra que:

- En una reacción química, la **masa total se conserva** si el sistema está cerrado.
- La masa de los reactivos es igual a la masa de los productos.

Lo cual confirma la **Ley de conservación de la masa (Ley de Lavoisier)**:

“En una reacción química, la masa no se crea ni se destruye, solo se transforma.”

7. AMPLIACIONES DE LA ALUMNA EN PRÁCTICAS

Parte A

Investiga y observa en tu día a día una situación en la que tenga lugar una reacción química similar entre un ácido y una base que produzca un gas en forma de burbujas. Puedes buscar en la cocina, en la naturaleza, en los bares...

Una vez elegida la situación, deberás identificar las sustancias que intervienen y reflexionar si se cumple la Ley de conservación de la masa, pensando si es un sistema cerrado o abierto. Documenta en todo momento las observaciones mediante fotos y describe lo que observas.

Contesta a las siguientes preguntas:

¿Es lo mismo Ley que teoría científica?

¿Se obtiene el mismo resultado si el sistema está abierto o cerrado?

Redacta una breve conclusión (1-2 líneas):

Parte B

Añade al informe un registro del procedimiento experimental de la práctica realizada en el laboratorio.

1- Preparación y transcurso de la práctica



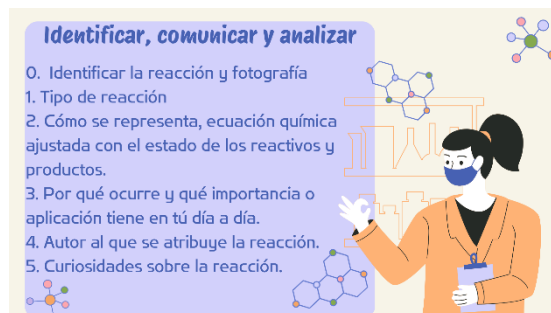
2- Resultados



Práctica 6. Detectives de la Química: reacciones en nuestro entorno

En esta práctica mostramos en primer lugar la ficha del alumno y posteriormente se muestra la ficha del profesor.

Ficha del alumno



Ficha del profesor

Elaboración de un pequeño proyecto individual en el que cada alumno deberá seleccionar una reacción química presente en su entorno o en la industria (por ejemplo, combustión, oxidación-reducción, neutralización, combustión...) y explicarla de forma clara mediante una exposición oral.

El proyecto deberá incluir:

- Identificación de la reacción química.
- Tipo de reacción química.
- Ecuación química ajustada con el estado (s, l, g, aq) de los reactivos y productos que intervienen.
- Explicación del proceso.
- Aplicación en la vida cotidiana o en el entorno.
- Autor o científico al que se atribuye el descubrimiento o estudio de dicha reacción, siempre que sea posible, con el fin de contextualizar históricamente el conocimiento científico.
- Curiosidades sobre esta reacción.

Se les permitirá presentar su trabajo en formato libre (presentación oral, esquema en papel o póster, power point), adaptándose a sus características y fomentando la autonomía por parte del alumnado. Finalmente, se realizará la exposición de los proyectos, donde cada alumno explicará su trabajo al resto, favoreciendo la expresión oral y la consolidación de los aprendizajes. Realizarán una autoevaluación y coevaluación.

Rubrica de Evaluación (autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación)

	Excelente (4)	Notable (3)	Regular (2)	Malo (1)
Identificación de la reacción química (15%)	Reconoce la reacción química y fotografía dicha reacción	Reconoce la reacción química pero no fotografía el entorno	No reconoce la reacción en su entorno	Confunde con un cambio físico
Tipo de reacción química (15%)	Identifica correctamente el tipo de reacción y lo explica.	Identifica correctamente el tipo de reacción.	Identifica el tipo de reacción con errores.	No identifica el tipo de reacción.
Ecuación química ajustada (20%)	Presenta la ecuación correctamente ajustada e incluye los estados (s, l, g, aq).	Presenta la ecuación ajustada con algún pequeño error.	La ecuación está incompleta o mal ajustada.	No presenta la ecuación o es incorrecta.
Explicación del proceso (20%)	Explica de forma clara y completa cómo ocurre la reacción.	Explica el proceso de forma adecuada.	La explicación es poco clara o incompleta.	No explica correctamente el proceso.
Aplicación en la vida cotidiana o industria (10%)	Relaciona claramente la reacción con ejemplos reales de la vida cotidiana o industria.	Relaciona la reacción con algún ejemplo adecuado.	La relación con la vida cotidiana es poco clara.	No relaciona la reacción con aplicaciones reales.
Contexto histórico y científico (10%)	Incluye correctamente el científico relacionado y contextualiza el descubrimiento.	Menciona el científico o descubrimiento.	La información histórica es escasa o poco precisa.	No incluye información histórica.
Curiosidades e interés (10%)	Añade curiosidades interesantes y relevantes sobre la reacción.	Añade alguna curiosidad relacionada.	Las curiosidades son poco relevantes.	No incluye curiosidades.

Los test de estereotipos que hemos empleado son los siguientes:

SECCIÓN 1

A grid of 18 diverse cartoon characters, numbered 1 to 18, representing various ethnicities and professions. The characters are arranged in three rows of six. Row 1: 1. A young man with brown hair and a red shirt. 2. A young woman with dark skin and braided hair, wearing a yellow shirt. 3. A man with a beard and a white thobe. 4. A woman wearing a dark blue hijab. 5. An older man with a bald head, wearing a red vest over a white shirt. 6. An older woman with short grey hair, wearing a brown top. Row 2: 7. A young man with spiky red hair, wearing a purple shirt. 8. A young woman with long pink hair, wearing a blue jacket. 9. A man with black hair and glasses, wearing a blue shirt. 10. A woman with dark hair in a bun, wearing a red traditional Chinese garment. 11. A man with a beard and short dark hair, wearing a black turtleneck. 12. A woman with curly black hair, wearing a yellow top. Row 3: 13. A man with glasses and a white lab coat, holding a green beaker. 14. A woman with dark hair, wearing a white lab coat and a blue face mask. 15. A man with glasses and a blue suit, holding a large calculator. 16. A woman with brown hair in a bun, wearing a pink top. 17. A man with short brown hair, wearing a black t-shirt with a graphic. 18. A woman with long pink hair, wearing a black top and having a tattoo on her arm.

SECCIÓN 2

Escribe una pregunta que te gustaría hacerle a una persona que se dedica profesionalmente a la ciencia.

ACTIVIDAD: PERFILES PROFESIONALES EN EL SIGLO XXI

Nombre: _____ Curso: _____

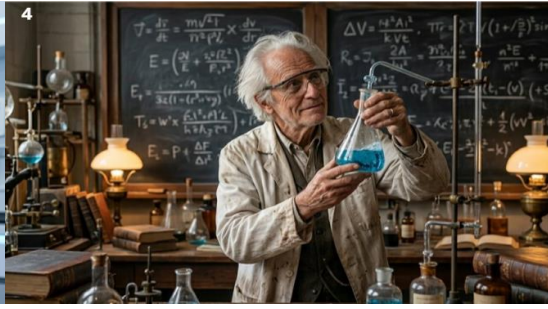
Instrucciones:

Observa las imágenes que se proyectarán en la pantalla. Tienes **45 segundos** para completar cada fila con tu primera impresión. ¡No lo pienses mucho!

ID	¿Es científico/a?	Profesión (1 palabra)	Personalidad	¿Te ves haciendo esto en el futuro?
0	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
1	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
2	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
3	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
4	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
5	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
6	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO
7	[] Sí [] NO		[] Raro [] Normal	[] Sí [] NO

Para la realización de este test es necesario proyectar una presentación PowerPoint en la pizarra digital:





Anexo 8. Cuestionario SSAQ

La actitud del alumnado hacia la ciencia se estudió mediante el cuestionario SSAQ (*School Science Attitude Questionnaire*). Este instrumento está compuesto por 15 ítems presentados mediante una escala tipo Likert de cinco puntos, donde 1 corresponde a “totalmente en desacuerdo” y 5 a “totalmente de acuerdo”. El cuestionario permite evaluar distintas dimensiones relacionadas con la actitud hacia la ciencia, entre ellas la importancia atribuida a la ciencia, la autoeficacia percibida, el interés y disfrute por las materias científicas y la relación entre la ciencia y la vida cotidiana.

SECCIÓN 3				
En una escala de 1 a 5, contesta como de acuerdo o en desacuerdo estás con las siguientes afirmaciones.				
1 = Totalmente en desacuerdo 2 = En desacuerdo 3 = Ni de acuerdo, ni en desacuerdo 4 = De acuerdo 5 = Totalmente de acuerdo				
1- Pienso que la ciencia es un tema interesante.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
2- En clase de ciencias obtengo respuestas a preguntas que me intrigan.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
3- En clase de ciencias puedo expresar mis propias ideas.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
4- Puedo tener éxito en la ciencia sin la ayuda del profesor.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
5- Las asignaturas de ciencia no deberían ser obligatorias en la escuela.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
6- El número de horas por semana de ciencias debería incrementarse.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
7- Las clases de ciencia me fascinan.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
8- Las clases de ciencia me aburren.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
9- Es importante para mí entender lo que se enseña en clase de ciencias.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
10- Las lecciones de ciencia son fáciles de estudiar.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
11- Me divierto aprendiendo ciencia.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
12- En el futuro me gustaría ser científico.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
13- Los estudios científicos me permiten entender fenómenos cotidianos.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
14- Ayudo a los demás en las clases de ciencias.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
15- La ciencia no tiene conexión con mi vida.				
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5

Anexo 9. Video de los siete científicos profesionales

Vídeo montado a raíz de las preguntas del alumnado para los siete científicos profesionales:



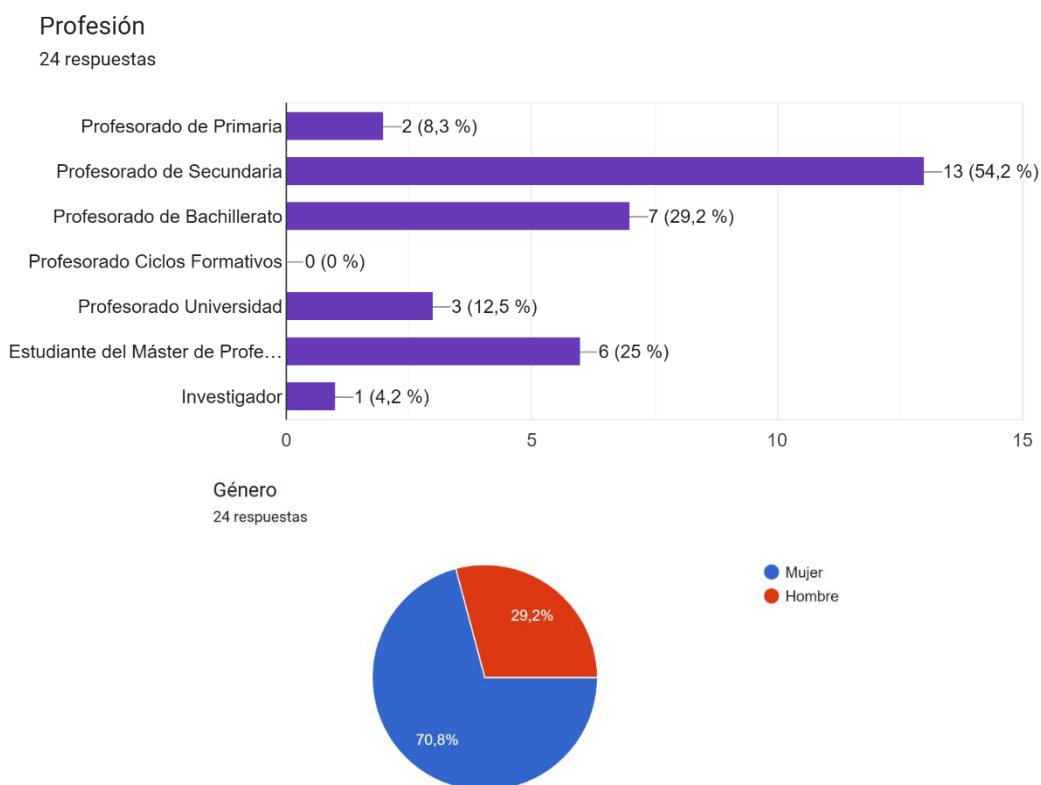
(<https://canva.link/dhtllgv7exgnq&u>)

Anexo 10. Cuestionario de usabilidad y empleabilidad

Este instrumento consta de dos bloques. El primero, formado por 10 ítems, evaluaba aspectos relacionados con la claridad, utilidad, organización y facilidad de implementación de las actividades propuestas. El segundo bloque, compuesto por 16 ítems, analizaba la percepción del profesorado acerca del potencial educativo de la propuesta para fomentar el interés por la ciencia, la participación activa del alumnado y el aprendizaje significativo. El enlace al cuestionario:



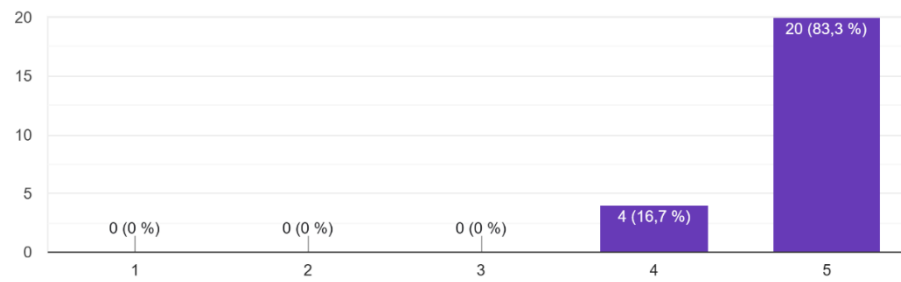
(<https://forms.gle/EWDNgjBN8xmZKdPt7>)



Responde del 1 al 5 donde: 1 es totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

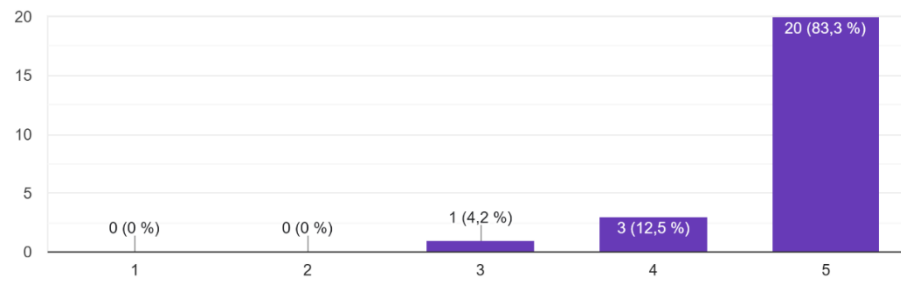
1. Creo que es importante trabajar "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" en el aula.

24 respuestas



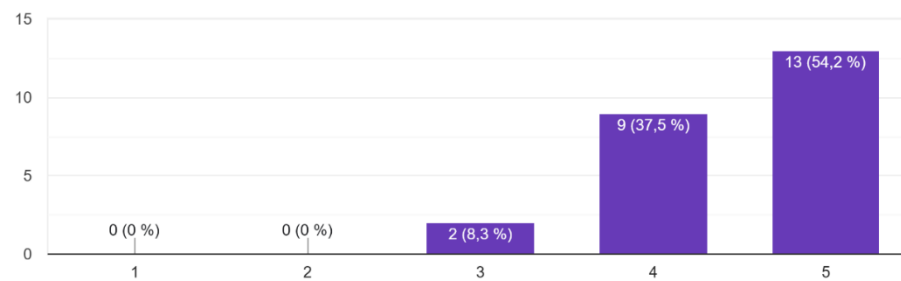
2. Encontré "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" una buena herramienta para trabajar los estereotipos en el aula.

24 respuestas



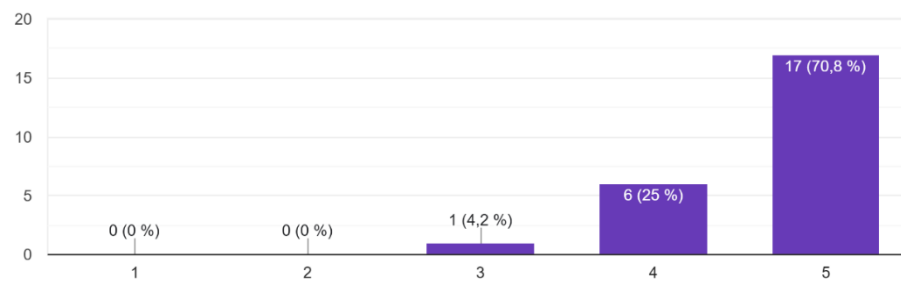
3. Me gustaría utilizar esta propuesta en mis clases de forma habitual.

24 respuestas



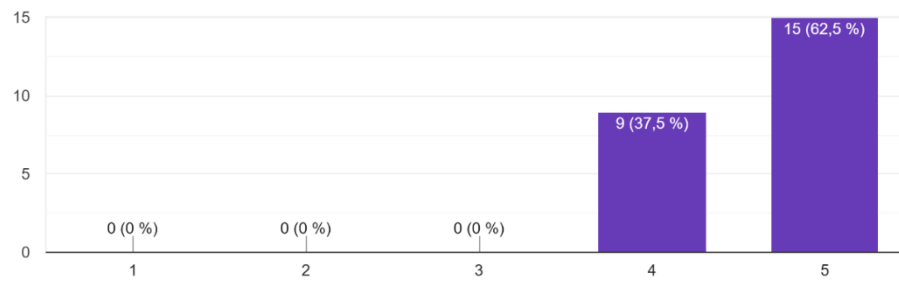
4. La metodología es clara y fácil de aplicar en el aula.

24 respuestas



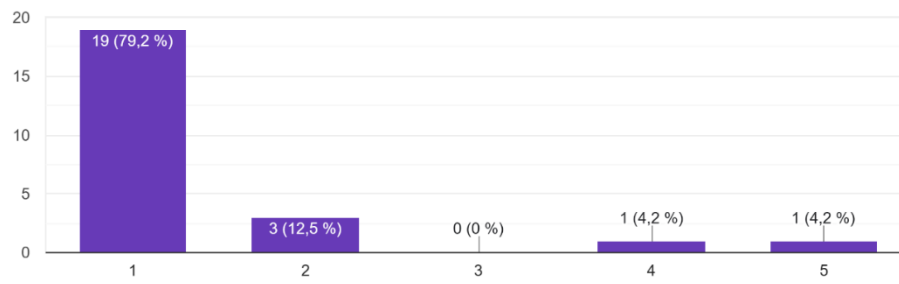
5. Considero que el uso de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" mejorará el aprendizaje del alumnado.

24 respuestas



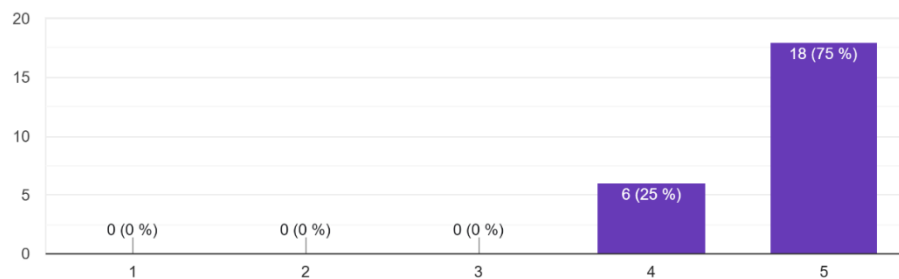
6. Pienso que hay demasiada inconsistencia en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias".

24 respuestas



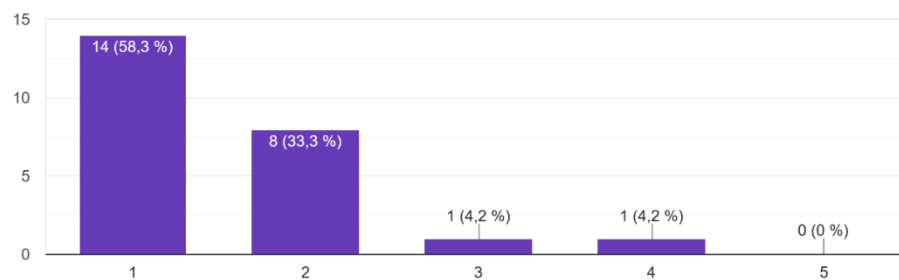
7. Las actividades (escape room, laboratorio, ciencia ciudadana) incluidas en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" son motivadoras para el alumnado.

24 respuestas



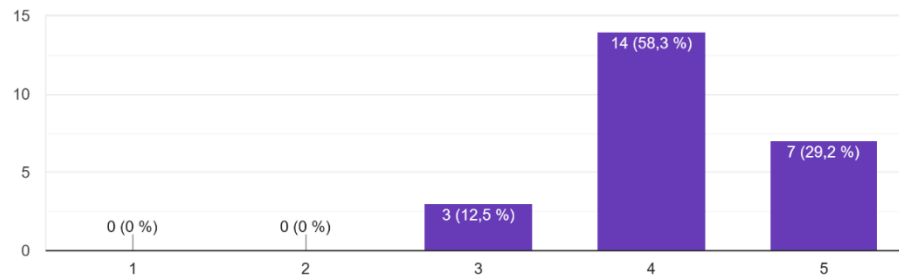
8. Encontré las actividades de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" muy difíciles de usar.

24 respuestas



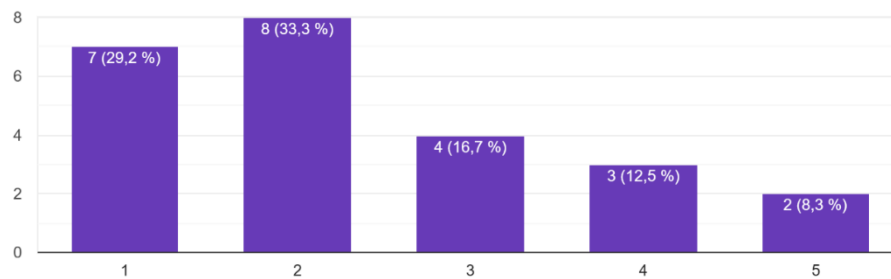
9. Me sentiría muy seguro usando "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" en el aula.

24 respuestas



10. Necesitaría aprender muchas cosas antes de empezar con "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias"

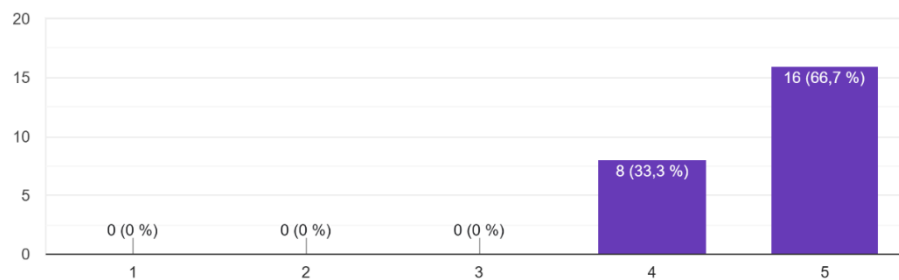
24 respuestas



Responde del 1 al 5 donde: 1 es totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo

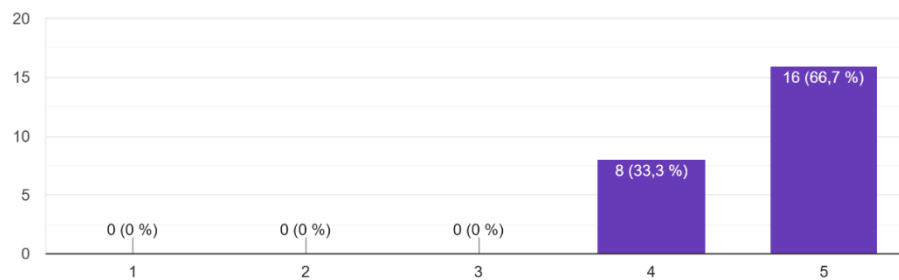
1. Estas actividades incluidas en "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirán al alumnado desarrollar su pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia.

24 respuestas



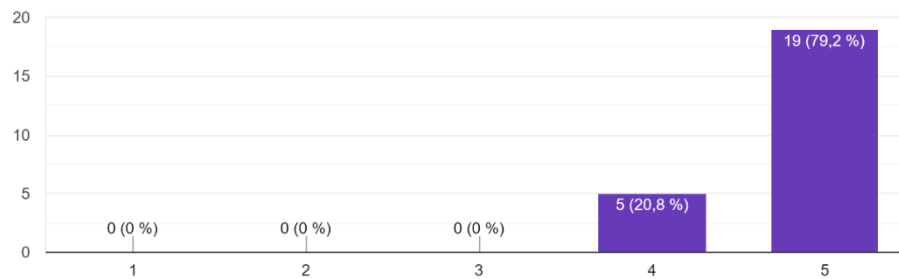
2. El empleo de las dinámicas de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" ayudará al alumnado a relacionar la ciencia con situaciones de su vida diaria.

24 respuestas



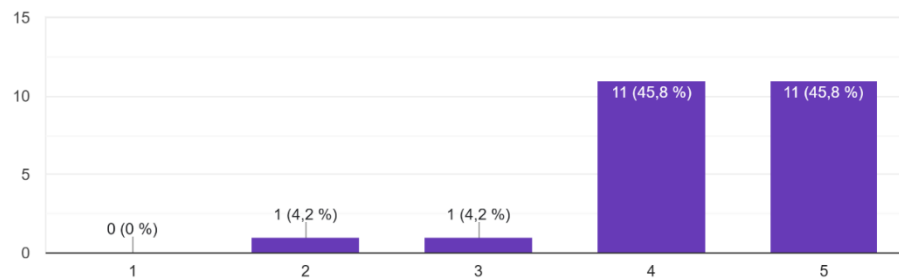
3. El empleo de las dinámicas de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirá generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales..

24 respuestas



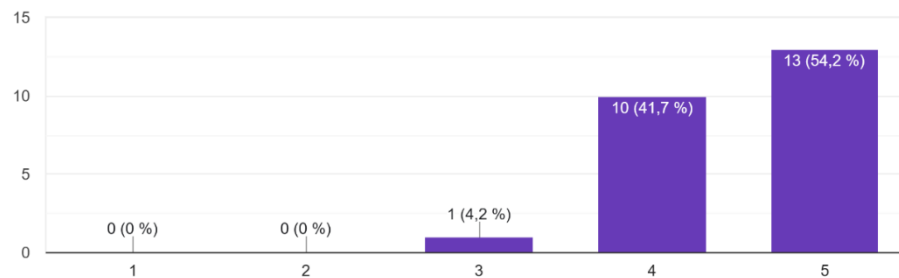
4. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" ayudará a resolver problemas prácticos.

24 respuestas



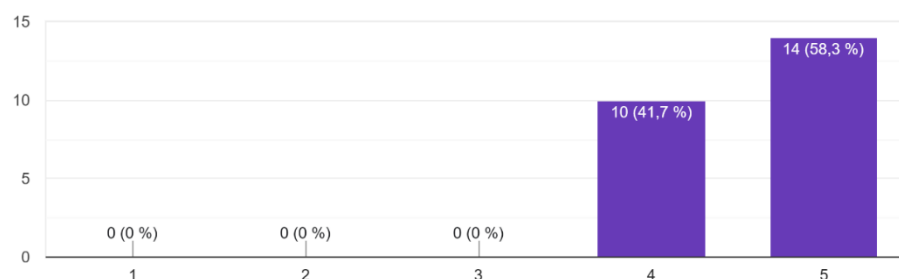
5. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura.

24 respuestas



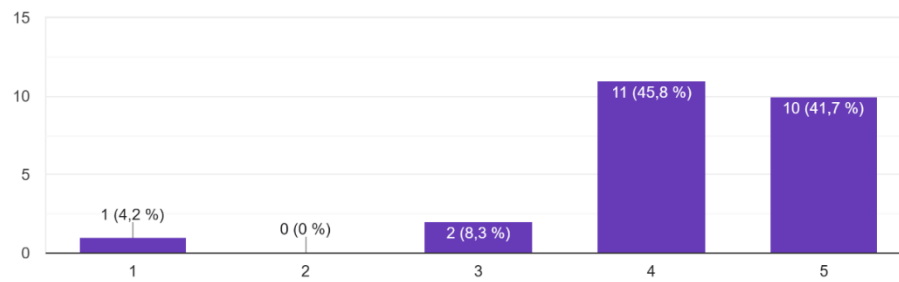
6. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados.

24 respuestas



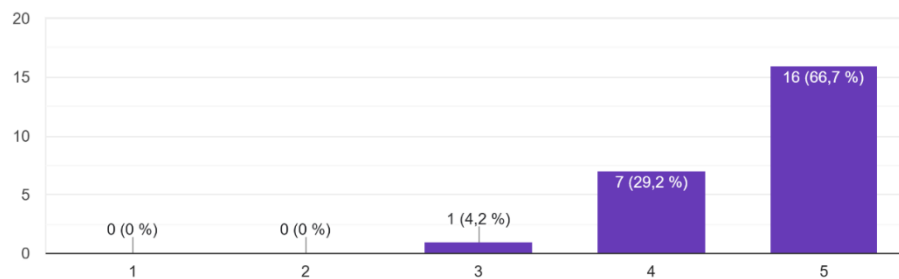
7. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará la memorización de los contenidos de la asignatura.

24 respuestas



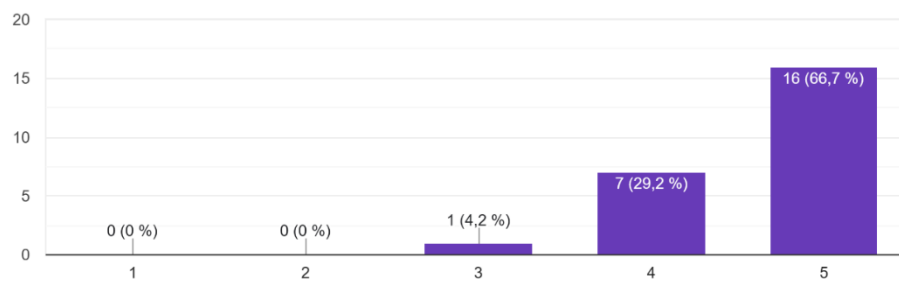
8. Las prácticas de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirá emitir valoraciones personales sobre los temas tratados.

24 respuestas



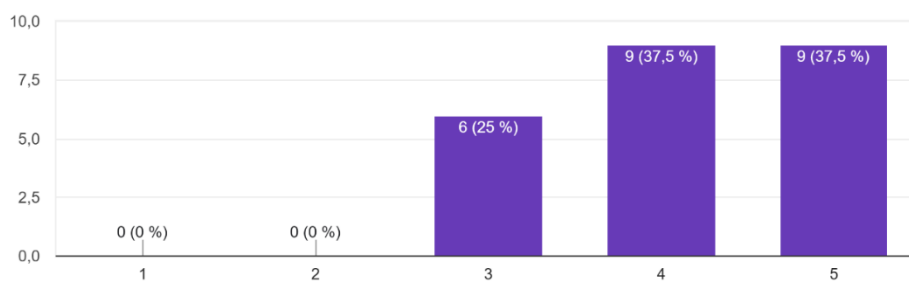
9. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" permitirá al alumnado reflexionar y evaluar su propio aprendizaje en la asignatura.

24 respuestas



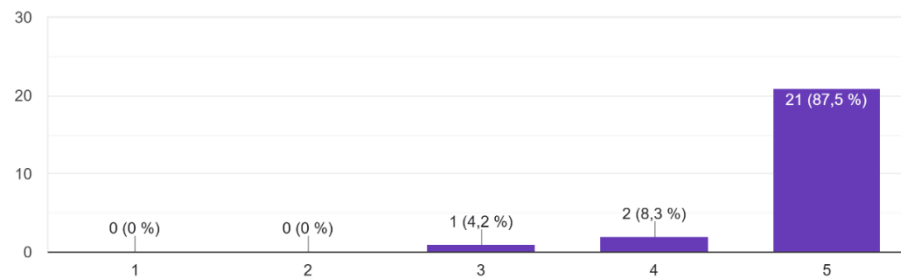
10. El empleo de "Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias" facilitará la organización del estudio del alumnado.

24 respuestas



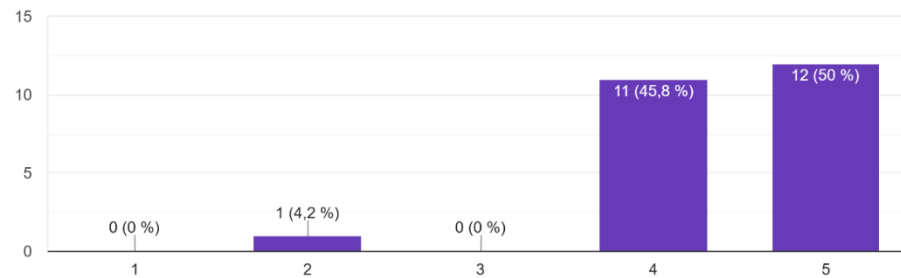
11. Creo que al alumnado le gustaría utilizar las “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” para el estudio de la asignatura.

24 respuestas



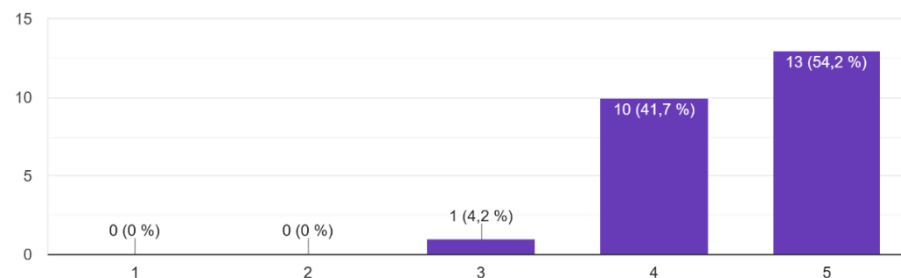
12. Gracias a “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias”, como docente, conseguiré incorporar el juego a la enseñanza.

24 respuestas



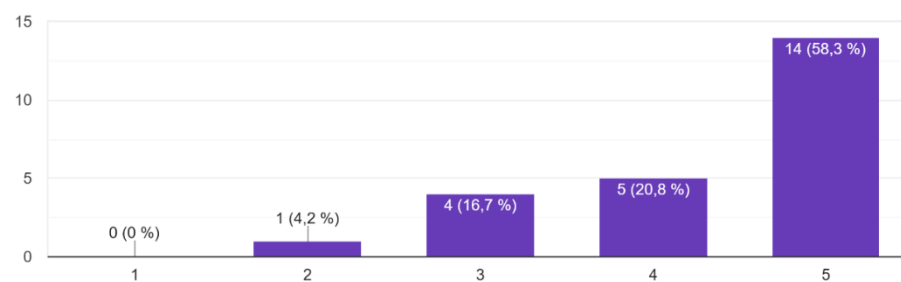
13. En el futuro me gustaría emplear “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” como docente.

24 respuestas



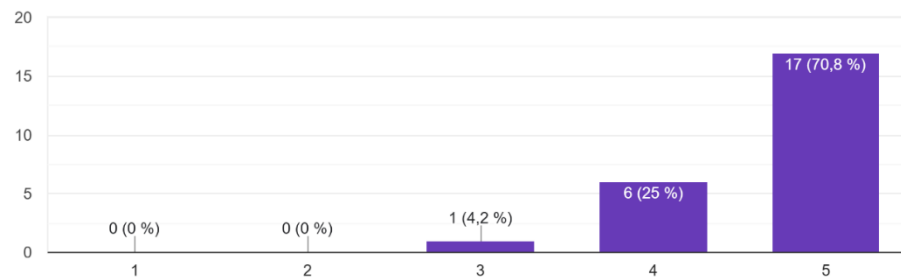
14. Las metodologías en “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” son más efectiva para la enseñanza de competencias que la enseñanza tradicional.

24 respuestas



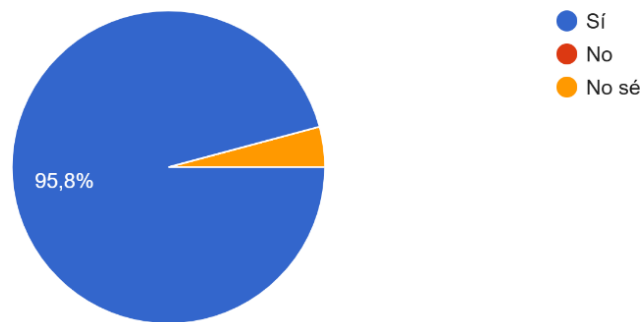
15. Las metodologías empleadas en “Todos hacemos ciencia: más allá de las apariencias” son más motivadora para el alumnado que la enseñanza tradicional.

24 respuestas



Creo que este enfoque sería extensible a otras disciplinas (arte, matemáticas, tecnología humanidades, ciencias sociales...)

24 respuestas



Sugerencias

3 respuestas

Propuestas muy motivadoras para el alumnado

En algunas he puesto un 3 por no poderlas aplicar en mi clase al ser de otra especialidad. Me ha gustado mucho y a ver si este verano puedo hacer algo de este estilo. Estaría genial

Esta metodología me parece muy interesante y motivadora para los estudiantes, considero que sí se podría aplicar a otras disciplinas, pero también requiere una gran preparación previa por parte del profesorado para poder sacarle el máximo partido. Su enfoque está centrado en estudiantes de ESO y Bachillerato, para estudiantes de Universidad me parecería más complicado de implementar.

Anexo 11. Video explicativo del recurso para profesores y estudiantes de máster

Vídeo explicativo de los recursos:



(<https://youtu.be/tEvqJG0MnPs?si=8JvFctglCwHY8Rd4>)

Y el documento explicativo que enviamos a los profesores y compañeros de máster es el siguiente:



(<https://sites.google.com/view/proyecto-open-red/inicio>)

Anexo 12. Categorías sobre las preguntas realizadas por el alumnado en la Sección 2.

Tabla 4. Agrupaciones en categorías sobre las preguntas realizadas por el alumnado del centro para la **Sección 2.**

Categoría	Preguntas	Total (67)	Alumnado (100%)
Motivación, vocación e intereses hacia la ciencia	¿Por qué decidiste dedicarte a la ciencia y no a otra cosa?	13	19
	¿En qué momento de su vida se dio cuenta que se quería dedicar a eso y porqué?		
	¿Qué te motivó a dedicarte a la ciencia?		
	¿Por qué te interesa estudiar la ciencia?		
	¿Qué te llamó la atención para dedicarte a la ciencia?		
	¿Por qué has elegido la ciencia?		
	¿Qué te transmite la ciencia? ¿Realmente te apasiona?		
Percepción de dificultad, esfuerzo y trayectoria académica	¿Qué es lo que más te gusta de la ciencia?	8	12
	¿Para llegar de forma profesional a dedicarte a la ciencia necesitas que te guste mucho?		
	¿Es difícil la carrera?		
	¿Es muy difícil la ciencia?		
	¿Te costó mucho sacar la carrera?		
	¿Cuántos años llevas estudiando?		
	¿Cuánto tiempo dedicó a los estudios?		
Imagen del científico/a y estereotipos profesionales	¿Qué tan complicado es estudiar ciencia?	8	12
	¿Qué es lo más complicado de tu trabajo?		
	¿A qué ámbito científico te dedicas?		
	¿Por qué cobran más los profes de ciencia de un IES que de uni?		
	¿Cómo os dedicasteis a ese trabajo?		
Conocimiento científico y procesos de la ciencia	¿Por qué has estudiado esa carrera?	8	12
	¿Qué te hace pensar que los experimentos son correctos?		
	¿Crees que actualmente se financian lo suficiente las investigaciones científicas?		
	¿Has estudiado física cuántica? ¿Cómo es?		
	¿Por qué flotamos en el espacio?		
	¿Crees que la gente llega a tocar algo científicamente?		
	¿Cómo son los átomos?		
	¿Cuál es la fórmula de la felicidad?		
	¿Qué es la ciencia y por es importante?		
Experimentación, laboratorio y seguridad científica	¿Suele haber muchos descubrimientos?	13	19
	¿Crees que toda la creación del mundo es casualidad?		
	¿Cuál fue el peor experimento?		
	¿Cómo se hacen químicos?		
	Procesos de estar infectado con radiación		
	¿Cómo hacer una bomba nuclear?		
	¿Para qué una bomba de aguarrás explote más rápido que hay que hacer?		
	¿Cuál es su experimento favorito?		
	¿Cómo se hace la pólvora en un laboratorio?		
	¿Qué pasa si me bebo los reactivos del laboratorio?		
Estereotipos, curiosidad y preguntas no	¿Es un riesgo trabajar con algunos elementos?	12	18
	¿Cómo hacen los experimentos?		
	¿Cuál es el ácido más destructivo que hay?		
	¿Te gustaría descubrir algo importante para la ciencia? ¿Como la cura del cáncer o algo así?		

científicas o cotidianas	Si una persona crea un líquido que no se puede tocar con la mano y le toca, ¿qué le pasaría? ¿Qué te llamó la atención para ser químico? ¿De qué te sirve la ciencia en la vida cotidiana? ¿Es verdad que hay virus o bacterias en la Antártida mortales? ¿Por qué todo depende de la ciencia? ¿Qué es lo más interesante que ha descubierto realizando algún experimento o alguna investigación?		
No saben o no contestan	No sé Blanco	5	8