

Artículo de Investigación

El uso de las metodologías activas en las aulas de secundaria y bachillerato de biología y geología

Use of active methodologies in secondary and baccalaureate biology and geology classrooms

José Manuel Pérez-Martín¹: Universidad Autónoma de Madrid, España.

josemanuel.perez@uam.es

Nuria Fernández-Huetos: Universidad Autónoma de Madrid, España.

nuria.fernandezh@uam.es

Tamara Esquivel-Martín: Universidad Autónoma de Madrid, España.

tamara.esquivel@uam.es

Irene Guevara-Herrero: Universidad Autónoma de Madrid, España.

irene.guevara@uam.es

Almudena Sánchez-Sánchez: Universitat Politècnica de València, España.

alsncsnc@mat.upv.es

Julián Roa-González: Universidad a Distancia de Madrid, España.

julian.roa@udima.es

Fecha de Recepción: 15/09/2025

Fecha de Aceptación: 16/10/2025

Fecha de Publicación: 21/10/2025

Cómo citar el artículo

Pérez-Martín, J. M., Fernández-Huetos, N., Esquivel-Martín, T., Guevara-Herrero, I., Sánchez-Sánchez, A. y Roa-González, J. (2026). El uso de las metodologías activas en las aulas de secundaria y bachillerato de biología y geología [Use of active methodologies in secondary and baccalaureate biology and geology classrooms]. *European Public & Social Innovation Review*, 11, 01-23. <https://doi.org/10.31637/epsir-2026-1983>

Resumen

Introducción: En un contexto global en constante cambio, el pensamiento crítico y la alfabetización científica son competencias esenciales que la educación debe promover mediante metodologías activas centradas en el alumnado. **Metodología:** Este estudio analiza el uso de estas metodologías en la enseñanza de Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en España entre 2020 y 2023, a partir de 230 observaciones realizadas

por estudiantes de Máster en formación docente. Se utilizó un cuestionario validado para recoger sus evaluaciones sobre las prácticas de aula observadas. **Resultados:** El 52,2 % de las aulas emplean metodologías activas de forma marginal, mientras que el 47,8 % las aplican en al menos el 25 % de las sesiones. Las estrategias más utilizadas son el Aprendizaje Cooperativo (32,6 %), el Aprendizaje Basado en Proyectos (28,3 %) y el Aprendizaje Basado en Problemas (17,8 %). **Discusión:** Aunque se observa un aumento en la combinación de metodologías activas, su aplicación simultánea sigue siendo limitada, y los enfoques tradicionales predominan debido a la escasa formación docente y la resistencia estudiantil a dinámicas más participativas. **Conclusiones:** Se requiere atención urgente para fortalecer la formación del profesorado y fomentar una cultura escolar que favorezca la implicación activa del alumnado en su proceso de aprendizaje.

Palabras clave: Biología y Geología; Bachillerato; Educación científica; Educación secundaria; Estrategias de enseñanza; Innovación educativa; Metodologías activas; Prácticas de aula.

Abstract

Introduction: In an ever-changing global context, critical thinking and scientific literacy are essential skills that education must promote through active, student-centred methodologies. **Methodology:** This study analyses the use of these methodologies in the teaching of Biology and Geology in Compulsory Secondary Education and Sixth Form in Spain between 2020 and 2023, based on 230 observations made by Master's students in teacher training. A validated questionnaire was used to collect their assessments of the classroom practices observed. **Results:** 52.2% of classrooms use active methodologies marginally, while 47.8% apply them in at least 25% of sessions. The most commonly used strategies are Cooperative Learning (32.6%), Project-Based Learning (28.3%) and Problem-Based Learning (17.8%). **Discussion:** Although there has been an increase in the combination of active methodologies, their simultaneous application remains limited, and traditional approaches predominate due to poor teacher training and student resistance to more participatory dynamics. **Conclusions:** Urgent attention is needed to strengthen teacher training and foster a school culture that encourages the active involvement of students in their learning process.

Keywords: Active methodologies; Baccalaureate; Biology and Geology; Classroom practices; Educational innovation; Science education; Secondary education; Teaching strategies.

1. Introducción

La alfabetización científica es esencial en el proceso de formación de ciudadanos libres y capacitados para desarrollar una vida plena y sostenible (Pérez-Martín, 2018; Rosales *et al.*, 2020), lo que la convierte en uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la educación del s. XXI (OCDE, 2019).

En este sentido, desde siempre, y en el marco de una moral universal, la educación ha tratado de formar ciudadanos que sean capaces de saber actuar correctamente en el mundo tan cambiante en el que viven. Sin embargo, la sociedad actual está inmersa en una crisis multidimensional (ambiental, social, económica, etc.) que involucra también a los valores y a la ciencia (Bader *et al.*, 2023; Iordanou, 2022). En este contexto, uno de los principales problemas a los que se enfrenta la ciudadanía es la infoxicación y la difusión masiva de noticias falsas (Lederman y Lederman, 2016).

Por ello, debemos proveer a la sociedad de estrategias y herramientas para saber distinguir qué informaciones deben considerar y usar y cuáles no (Crujeiras-Pérez *et al.*, 2020; Motokane *et al.*, 2021; NRC, 2013).

Esto requiere que nuestros jóvenes aprendan desde edades muy tempranas a formularse preguntas, buscar información, discernir la rigurosa de la engañosa, incompleta o falsa, y convertir esos datos en pruebas que permitan dar respuesta a las preguntas iniciales y tomar decisiones informadas (Balastegui *et al.*, 2020; García-Barros *et al.*, 2021; Siarova *et al.*, 2019). Para alcanzar estos logros, se deben fomentar el pensamiento crítico y el razonamiento científico en las aulas.

Por ello, la Didáctica de las Ciencias Experimentales aboga por una educación científica basada en aprender ciencias haciendo ciencias y pensando sobre ciencias, mediante el trabajo de las prácticas científicas como la argumentación, la indagación o la modelización (NRC, 2013; Osborne, 2014). Algo que está siendo promovido por las legislaciones educativas vigentes en España (véase, por ejemplo, el Real Decreto 217/2022).

En relación con lo anterior, el fomento del pensamiento crítico y de la autonomía están fuertemente vinculados a la promoción de las prácticas científicas, para lo cual se necesita una praxis docente orientada a la acción (Idoiaga Mondragon *et al.*, 2024). Esta debe evitar la transmisión pasiva de contenidos (Cabanillas-García, 2025), apostando por metodologías activas que demanden al estudiantado involucrarse en su aprendizaje a la vez que adquieren competencias y desarrollan habilidades interpersonales (Moreno *et al.*, 2021).

Para llevar a cabo prácticas educativas bajo el enfoque de las metodologías activas, las actividades deben centrarse en experiencias próximas al estudiantado, basadas en problemas que les hagan participar e interaccionar entre pares, así como reflexionar y tomar decisiones argumentadas (Barkley *et al.*, 2005; Trowler, 2020). De este modo, se demanda al alumnado analizar, aplicar y evaluar la información, reflexionando de forma crítica para proponer una respuesta justificada (Abeysekera y Dawson, 2015; Zhao y Kuh, 2004). Cabe señalar que, entre las principales metodologías activas que se han desplegado en las aulas, destacan el Aprendizaje Cooperativo, el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Basado en Problemas, o la Gamificación (Cabanillas-García, 2025).

En este sentido, en educación secundaria no hay revisiones sistemáticas que detallen las metodologías activas que se emplean concretamente en la enseñanza de la Biología, aunque de manera general siempre aparecen las mismas metodologías que para la enseñanza de las ciencias en secundaria (Caballero Meneses *et al.*, 2025; Ortiz Prillwitz, 2025; Qablan, 2024) o para otras etapas, como la educación superior. Por ello, se ha descrito que para la enseñanza de las Ciencias naturales se han utilizado el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos, en problemas, el trabajo cooperativo, *visual thinking*, la gamificación y la clase invertida (Moreira-Simões, *et al.*, 2020; Tandazo-Espinoza, *et al.*, 2022).

No obstante, no debemos olvidar que su empleo depende de múltiples factores como la organización espacial, temporal, la disponibilidad de recursos (Escarbajal Frutos y Martínez Galera, 2023) o la formación docente (Gómez-Hurtado *et al.*, 2020), entre otros (Cabanillas-García, 2025; Sanahuja-Ribés y Traver-Albalat, 2022). Además, los propios estudiantes prefieren, en ocasiones, metodologías que no les exijan demasiado esfuerzo ni les sobrecarguen de tareas (Cooper *et al.*, 2018; Tharayil *et al.*, 2018).

Por ello, no es de extrañar que en multitud de aulas siga predominando el uso del libro de texto (Braga Blanco y Bolver Domínguez, 2016; López-Valentín y Guerra-Ramos, 2013) y las clases magistrales (Herrada Valverde y Baños Navarro, 2018). Y, aunque la forma de trabajar en las aulas con libros de texto puede ser muy diferente en función del docente, algunos estudios demandan el análisis de las intervenciones mediadas por este recurso (Occelli y Valeiras, 2013).

Esto se debe a que el libro de texto puede condicionar las metodologías didácticas implementadas (Occelli y Valeiras, 2013) e incluso desprofesionalizar al docente, al generar la falsa creencia de que su formación continua no es necesaria (Arriasecq y Greca, 2004; Megid Neto y Fracalanza, 2003; Monereo Font, 2010), por la alta legitimación de estos materiales (Certad Villaroel, 2013), que no están exentos de errores (Occelli y Valeiras, 2013). Ante este contexto, en la enseñanza de las ciencias se ha recurrido tradicionalmente a la memorización, mecanización y repetición como métodos de estudio (Manassero-Mas y Vázquez-Alonso, 2019).

Asimismo, la evaluación de los aprendizajes se ha tendido a realizar mediante preguntas fácticas, en detrimento de las preguntas para pensar, que deberían usarse en mayor medida, equilibrándose los diferentes tipos de preguntas (Furman *et al.*, 2019; Pérez-Martín *et al.*, 2019). Lo anterior ocurre incluso en pruebas de evaluación estandarizadas como la Evaluación para el Acceso a la Universidad (EvAU) (Esquivel-Martín *et al.*, 2022; Franco-Mariscal *et al.*, 2015; López-Martín *et al.*, 2016) o el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) (Rosales *et al.*, 2020), conduciendo a la idea establecida de “dime cómo enseñas y te diré cómo evalúas” (Pozo y Gómez Crespo, 2010).

En consecuencia, la preparación de exámenes se hace a través de estrategias magistrales y alejadas de lo competencial, del desarrollo del pensamiento crítico y del uso del razonamiento científico (Esquivel-Martín *et al.*, 2022). Esto es así porque, en ocasiones, los docentes, concretamente en Educación Secundaria y Bachillerato (ESOB), tienen un alto conocimiento del contenido, pero carecen de formación suficiente en el conocimiento didáctico del contenido (Imbernón, 2019). En relación con ello, la capacitación profesional de los docentes de ESOB en España se obtiene mediante un Máster de un curso académico en el que se les demanda alcanzar un nivel suficiente de dominio de distintas competencias en el ámbito de la Pedagogía (la sociedad, la familia, el sistema educativo, etc.), la Psicología Evolutiva (el desarrollo madurativo, las capacidades cognitivas, etc.) y la Didáctica Específica (metodologías, recursos, estrategias, etc.).

Aunque suene ideal, la realidad es que todas estas competencias son muy complejas de adquirir en tan poco tiempo. Por ello, algunos autores consideran escasa esa formación inicial que reciben los docentes de ESOB (Imbernón, 2019). Además, no es de extrañar que las estrategias que decidan implementar en sus clases sean las que históricamente han vivido, ya que, en muchas ocasiones, se enseña como se aprendió (Pozo y Gómez-Crespo, 2010). Esto es, sin emplear precisamente metodologías activas que, aunque se lleven proponiendo mucho tiempo desde la universidad y la investigación educativa, la realidad es que su llegada a las aulas se complica (García Carmona *et al.*, 2014).

Con estas carencias en la formación docente acerca de las estrategias de enseñanza-aprendizaje más adecuadas, no es de extrañar la gran desafección por las ciencias manifestada por los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en España (FECYT, 2018; Robles *et al.*, 2015; Solbes, 2011), y en todo el mundo (Aschbacher *et al.*, 2010; Polino, *et al.*, 2011). Diferentes estudios determinan que el origen de este desinterés, según el propio alumnado, está en las estrategias y metodologías que se emplean en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, a los que califican de aburridos, difíciles, complejos, excesivamente teóricos, abstractos, poco prácticos, de difícil aplicación y alejados de su vida cotidiana (Robles, *et al.*, 2015; Solbes, 2011).

En este sentido, lo más urgente para la sociedad es que los estudiantes (ciudadanos del presente y del futuro) estén alfabetizados científicamente y lo hagan a través de un aprendizaje “en contexto”, otorgando sentido al estudio de los contenidos científicos en una sociedad cada vez más tecnificada y dependiente de la ciencia (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2019). De manera que, para superar estas resistencias, el uso de metodologías activas puede resultar de interés, ya que incrementan la participación del alumnado y contribuyen al desarrollo de su capacidad para usar pruebas, argumentar y promover el sentido crítico, entre otros (Santos-Ellakuria, 2019). Con la incorporación de estas metodologías activas, y la reducción al máximo posible de la enseñanza pasiva, se podría mejorar la actitud de los estudiantes por las ciencias (Ivic, 2016) y capacitar a la ciudadanía para la toma de decisiones informadas (Balastegui *et al.*, 2020).

Considerando todo lo anterior, el objetivo general del trabajo consistió en analizar cuantitativamente el uso de diferentes metodologías activas en las aulas de biología y geología de ESOB en España durante el periodo de tiempo 2020-2023 (cursos académicos 2020-21, 2021-22 y 2022-23), para valorar la evolución en las frecuencias de uso de dichas metodologías en la práctica educativa de estas etapas.

2. Metodología

2.1. Muestra

En este estudio participaron 230 estudiantes del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la especialidad de biología y geología de la Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA). Dichos participantes se encontraban en su periodo de prácticas curriculares, las cuales se llevaron a cabo en distintos niveles académicos y en institutos españoles de carácter público, privado y concertado. Los datos fueron recolectados a lo largo de los cursos académicos 2020-21, 2021-22 y 2022-23. La selección de estos participantes se realizó mediante muestreo no probabilístico accidental, considerando la facilidad de acceso para los investigadores.

2.2. Instrumento y procedimiento de recogida de datos

La recogida de datos se realizó mediante un cuestionario de registro elaborado por el Observatorio de Innovación Educativa adscrito a la UDIMA. Estaba compuesto por 30 ítems siguiendo a Díaz-Palencia *et al.* (2023). Se registró una observación por cada estudiante acerca de sus prácticas curriculares que contenía todas sus respuestas al cuestionario.

Se determinó la pertinencia de las escalas preestablecidas en el cuestionario mediante el coeficiente de competencia experta de acuerdo con Cabero y Barroso (2013), obteniéndose resultados adecuados para la medida y el análisis de las escalas aplicadas al estudio de las metodologías activas seleccionadas. Asimismo, se realizó un análisis de las propiedades psicométricas del instrumento (validez y fiabilidad) mediante el análisis de componentes principales y de consistencia interna de los ítems (α de Cronbach = 0,75), obteniéndose garantías de que el cuestionario era fiable y válido para conocer el uso de las metodologías activas en centros educativos (Brenlla *et al.*, 2025).

2.3. Análisis de datos

Los datos recogidos en el cuestionario digitalizado fueron procesados para su comprensión, codificación y tratamiento. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo categorizando cada respuesta en una de las seis metodologías activas (material suplementario 1): Aprendizaje Cooperativo, Gamificación, *Flipped Classroom* (en adelante, Aula Invertida), Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje-Servicio. Posteriormente, se realizó una clasificación empleando las siguientes subcategorías:

- i) no se utiliza,
- ii) se utiliza una metodología similar, pero no sigue los principios correctos para ser considerada como tal,
- iii) se utiliza en <25% de las sesiones,
- iv) iv) se utiliza entre el 25% y el 75% de las sesiones, y
- v) v) se utiliza en >75% de las sesiones.

En algunos análisis resultó interesante agrupar estas subcategorías, considerando como usos marginales aquellos casos donde las metodologías no se utilizaban, se utilizaban de forma incorrecta o en menos del 25% de las sesiones; frente a aquellos casos donde se utilizaban las metodologías activas en más del 25% de las sesiones (Tabla 1).

Tabla 1.

Ejemplo de categorización y subcategorización de la aplicación de cada metodología.

Metodología activa	Aplicación de la metodología (subcategorización I)	Aplicación de la metodología (subcategorización II)
Aprendizaje Cooperativo	No se usa	
	No cumple con todas las características de la metodología < 25% de las sesiones	Uso marginal 0 - 25% de las sesiones
	> 25% y < 75%	
	> 75% de las sesiones	Uso frecuente >25% de las sesiones

Fuente: Elaboración propia (2025).

A partir de estos datos, se realizaron los análisis sobre el uso de metodologías activas en cada curso académico estudiado y la combinación de estas en el aula. En ambos estudios se utilizaron únicamente los datos de uso frecuente de la subcategorización II (>25% de las sesiones). Tras llevar a cabo los análisis descriptivos, se realizaron análisis estadísticos inferenciales de Chi Cuadrado (χ^2) y Kruskal-Wallis para estimar si las muestras presentaban diferencias significativas respecto a su implementación en el aula a lo largo del tiempo.

3. Resultados

El estudio de la frecuencia de uso de metodologías activas en las aulas de ESOB nos ha permitido agrupar los casos en dos categorías (subcategorización II). La primera de ellas incluye intervenciones centradas en la figura del docente y en los contenidos, con un uso marginal de metodologías activas (menor del 25%). La segunda categoría incluye aquellas aulas donde se trabaja con metodologías activas en al menos un 25% de las sesiones. Así, nuestros resultados (Tabla 2) muestran que el porcentaje de aulas en las que el uso de metodologías activas es marginal (52,2%) es muy similar al de las aulas donde se aplican en al menos el 25% de las sesiones (47,8%). Sin embargo, de estos hallazgos se infiere que más de la mitad de los docentes no apuestan por las metodologías activas.

Tabla 2.

Utilización de al menos una metodología activa de cualquier tipo en un porcentaje superior al 25% de las sesiones. Nótese que el uso de metodologías activas por debajo del 25% indica el predominio de una enseñanza centrada en la figura del docente

Uso de las metodologías	Número de aulas	Porcentaje de aulas
Las metodologías dominantes son las centradas en la figura del docente y en los contenidos, con un uso marginal (< 25%) de metodologías activas.	120	52,2%
Las metodologías activas se aplican en más del 25% de las sesiones de aula.	110	47,8%

Fuente: Elaboración propia (2025).

En la tabla 3 se detalla la frecuencia de aparición de metodologías activas en función de su aplicación en los tres cursos académicos analizados. Se considera que un aula las aplica de forma sistemática cuando lo hace al menos en el 25% de sus sesiones (25-100%). En consecuencia, al analizar cuáles son las metodologías más empleadas en las aulas de biología y geología (Tabla 3), se ha detectado que son el Aprendizaje Cooperativo y el Aprendizaje Basado en Proyectos con valores del 32,6% y 28,3% respectivamente. Asimismo, el Aprendizaje Basado en Problemas presenta una frecuencia destacable (17,8%), mientras que el Aula Invertida (10,4%), la Gamificación (10,0%) y el Aprendizaje-Servicio (5,9%) son muy infrecuentes y su uso parece resultar incipiente.

Tabla 3.

Frecuencia de uso del Aprendizaje Cooperativo, Gamificación, Aula Invertida, Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje-Servicio en aulas de ESOB.

Metodología activa	Aplicación de la metodología	Frecuencia de aparición
Aprendizaje Cooperativo	No se usa	42 (18,3%)
	No cumple con todas las características de la metodología	70 (30,4%)
	< 25% de las sesiones	43 (18,7%)
	> 25% y < 75%	55 (23,9%)
	> 75% de las sesiones	20 (8,7%)
Aprendizaje Basado en Proyectos	No se usa	83 (36,1%)
	No cumple con todas las características de la metodología	44 (19,1%)
	< 25% de las sesiones	38 (16,5%)
	> 25% y < 75%	51 (22,2%)
	> 75% de las sesiones	14 (6,1%)
Aprendizaje Basado en Problemas	No se usa	86 (37,4%)
	No cumple con todas las características de la metodología	52 (22,6%)
	< 25% de las sesiones	51 (22,2%)
	> 25% y < 75%	38 (16,5%)
	> 75% de las sesiones	3 (1,3%)
Aula Invertida	No se usa	108 (46,9%)
	No cumple con todas las características de la metodología	56 (24,4%)
	< 25% de las sesiones	42 (18,3%)
	> 25% y < 75%	14 (6,1%)
	> 75% de las sesiones	10 (4,3%)
Gamificación	No se usa	110 (47,8%)
	No cumple con todas las características de la metodología	41 (17,8%)
	< 25% de las sesiones	56 (24,4%)
	> 25% y < 75%	20 (8,7%)
	> 75% de las sesiones	3 (1,3%)
Aprendizaje-Servicio	No se usa	133 (70,4%)
	No cumple con todas las características de la metodología	14 (7,4%)
	< 25% de las sesiones	31 (16,4%)
	> 25% y < 75%	9 (4,8%)
	> 75% de las sesiones	2 (1,1%)

Fuente: Elaboración propia (2025).

También resulta de interés conocer si estas metodologías se usan combinadas. En este sentido, los resultados (Tabla 4) muestran que la mayor parte de los docentes de ESOB no utilizan metodologías activas (52,2%), pero cuando lo hacen, lo más frecuente es que apliquen una (18,3%) o dos (14,8%) de forma simultánea. En casos excepcionales, se pudieron observar tres (9,1%) o cuatro (4,3%) metodologías combinadas. Cabe destacar que en tres aulas de las 230 analizadas (1,3%) se utilizaron hasta cinco metodologías activas de forma combinada a lo largo del curso.

Tabla 4.

Utilización simultánea de varias metodologías activas en más del 25% de las sesiones registradas.

Número de metodologías activas empleadas de forma simultánea en más del 25% de las sesiones	Frecuencia absoluta de aulas en las que se ha observado	Frecuencia relativa de aulas en las que se ha observado
0	120	52,2%
1	42	18,3%
2	34	14,8%
3	21	9,1%
4	10	4,3%
5	3	1,3%

Fuente: Elaboración propia (2025).

3.1. Análisis temporal

El estudio de los datos agrupados por cursos académicos nos ha permitido analizar la evolución a lo largo del tiempo de la frecuencia de uso de estas metodologías en las aulas de ESOB. De este modo, se puede ver (Tabla 5) que el uso en más del 25% de las sesiones del Aprendizaje Cooperativo casi se triplicó (2,58) entre el curso 2020-21 y el 2021-22, manteniendo esa frecuencia el curso siguiente. De forma similar ocurrió con el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas, aumentando en más de 5 veces (5,25 y 5,18 respectivamente).

Sin embargo, la Gamificación es una metodología que se ha mantenido constante en los tres cursos analizados, lo que también se puede decir del Aprendizaje-Servicio, que es más reciente, y en el curso 20-21 no apareció en ningún aula estudiada. El caso contrario a los anteriores lo evidencia el Aula Invertida, que presenta un descenso en su frecuencia año tras año. Con todo ello, podemos decir que hay un incremento significativo de la presencia del Aprendizaje Cooperativo, del Aprendizaje Basado en Proyectos, y del Aprendizaje Basado en Problemas en los años analizados (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$).

Tabla 5.

Frecuencia de uso de metodologías activas a lo largo del tiempo. Porcentaje de aulas en las que se usan metodologías activas en más del 25% de las sesiones. El asterisco () indica diferencias estadísticamente significativas a lo largo del tiempo (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$).*

Metodología utilizada >25% de las sesiones	Aulas observadas (%)		
	20-21	21-22	22-23
Aprendizaje Cooperativo *	14,63	37,76	35,16
Aprendizaje Basado en Proyectos *	7,32	27,55	38,46
Aprendizaje Basado en Problemas *	4,88	16,33	25,27
Gamificación	9,76	9,18	10,99
Aprendizaje-Servicio	-	4,08	7,69
Aula Invertida	12,2	10,2	9,89

Fuente: Elaboración propia (2025).

Cuando pormenorizamos el análisis de cada una de las metodologías (Tabla 6), detallando tanto su frecuencia en las aulas como si su uso es correcto (subcategorización I), podemos observar que el Aprendizaje Cooperativo ha ido teniendo cada vez más presencia en las aulas (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$). Tanto es así que, en el curso 2022-23, no se implementó en únicamente un 17,6% de las aulas (Tabla 6), por lo que se la puede considerar una metodología activa con gran acogida en ESOB. No obstante, llama la atención su alta presencia en una de cada tres aulas sin que sea ejecutada de forma correcta (categoría “No cumple con todas las características de la metodología”), cuestión que debería ser atendida.

Por el contrario, la Gamificación y el Aula Invertida no tienen una presencia elevada en las aulas (Tabla 6). De hecho, más de la mitad no las incorporan en ningún momento del curso. Asimismo, una de cada cinco aulas las pone en práctica de forma alterada. Una situación similar tiene el Aprendizaje-Servicio, ya que en torno al 70% de los casos analizados no lo utilizan nunca. Sin embargo, cuando se pone en práctica, en la inmensa mayoría de las ocasiones, se realiza correctamente (>90%). En este contexto, estas tres metodologías han mostrado una frecuencia estable o en retroceso a lo largo del tiempo, aunque solo el Aula Invertida muestra un retroceso estadísticamente significativo de su aplicación en las aulas durante los cursos analizados (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$).

Las metodologías de Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas se introducen en el aula con una frecuencia considerable, y el porcentaje de casos en los que la metodología no se implementa correctamente también ha sido alto, aunque los valores en el último curso analizado han sido residuales (11,0% y 17,6% respectivamente).

Con todo ello, podemos decir que hay un incremento significativo a lo largo del tiempo de la presencia del Aprendizaje Cooperativo, el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas en las aulas durante los cursos analizados, frente a una disminución del uso del Aula Invertida (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$).

Tabla 6.

Frecuencia de uso de metodologías activas a lo largo del tiempo en las aulas. El asterisco () indica diferencias estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$). La etiqueta “Alterado” se corresponde con la categoría: “No cumple con todas las características de la metodología”.*

Metodología	% sesiones	Aulas observadas (%)		
		20-21	21-22	22-23
Aprendizaje Cooperativo *	0%	29,3	14,3	17,6
	Alterado	36,6	28,6	29,7
	>0-25%	19,5	19,4	17,6
	25-75%	12,2	27,6	25,3
	>75%	2,4	10,2	9,9
Gamificación	0%	56,1	40,8	51,6
	Alterado	19,5	21,4	13,2
	>0-25%	14,6	28,6	24,2
	25-75%	9,8	8,2	8,8
Aula Invertida	>75%	0,0	1,0	2,2
	0%	53,7	36,7	54,9
	Alterado	19,5	25,5	25,3
	>0-25%	14,6	27,6	9,9
	25-75%	2,4	7,1	6,6
	>75%	9,8	3,1	3,3

Aprendizaje Basado en Proyectos *	0%	46,3	32,7	35,2
	Alterado	31,7	21,4	11,0
	>0-25%	14,6	18,4	15,4
	25-75%	7,3	17,3	34,1
	>75%	0,0	10,2	4,4
Aprendizaje Basado en Problemas *	0%	43,9	34,7	37,4
	Alterado	24,4	26,5	17,6
	>0-25%	26,8	22,4	19,8
	25-75%	4,9	14,3	24,2
	>75%	0,0	2,0	1,1
Aprendizaje-Servicio	0%	0,0	68,4	72,5
	Alterado	0,0	7,1	7,7
	>0-25%	0,0	20,4	12,1
	25-75%	0,0	3,1	6,6
	>75%	0,0	1,0	1,1

Fuente: Elaboración propia (2025).

Por último, el análisis de la presencia de metodologías combinadas en las aulas (Tabla 7) muestra que, con el paso del tiempo, se reduce la frecuencia de aulas en las que no se implementan metodologías activas o solo se utiliza una (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$). Esto se ve acompañado de un incremento estadísticamente significativo a lo largo del tiempo del uso de varias metodologías a la vez hasta un máximo de tres (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$). Nuestros resultados sugieren que, quizás, combinar más de tres metodologías al mismo tiempo no es tan eficaz o logísticamente es complicado, ya que cuando se combinaron hasta cuatro metodologías en 2021-22, ese valor se redujo mucho un curso académico después (Kruskal-Wallis, $p \leq 0,05$).

Tabla 7.

Evolución de la frecuencia de uso de metodologías activas combinadas en tres cursos académicos

	20-21	21-22	22-23
N.º metodologías usadas combinadas >25% de las sesiones	Aulas observadas (%)	Aulas observadas (%)	Aulas observadas (%)
0 *	63,4	52,0	47,2
1 *	29,3	17,4	14,3
2 *	4,9	14,3	19,8
3 *	0,0	10,2	12,1
4 *	2,4	6,1	3,3
5	0,0	0,0	3,3
Número muestral	N=41	N=98	N= 91

Fuente: Elaboración propia (2025).

4. Discusión

Los hallazgos anteriores indican que la presencia de metodologías activas no es muy elevada en las aulas de biología y geología de ESOB en España, ya que más de la mitad de las sesiones las usan de forma marginal. Así, es de esperar que las estrategias comunicativas tradicionales y no-interactivas (Esquivel-Martín *et al.*, 2021) sean la principal vía a partir de la que se desarrollan los aprendizajes en ESOB (Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019). Con ello, se refuerza que la presencia de metodologías activas en el día a día del aula no es la preponderante.

Este resultado está alineado con los obtenidos por Cabanillas-García (2025) en aulas españolas de todos los niveles educativos, donde se muestra que la presencia de las metodologías activas en las aulas es moderada, y promedia valores que el autor categoriza entre “rara vez” y “ocasionalmente”. Del mismo modo se han reportado resultados similares en diferentes áreas de conocimiento de ESO (Díaz-Palencia *et al.*, 2023; León-Díaz *et al.*, 2020; Roa *et al.*, 2021), incluyendo las ciencias (Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019; Sanahuja-Ribés y Traver-Albalat, 2022). Esta baja frecuencia de uso también ha sido descrita por diferentes autores que, además, muestran la buena acogida que tienen las metodologías activas en las aulas de todos los niveles educativos cuando se implementan en los centros educativos (Idoiaga Mondragón *et al.*, 2024), aunque las etapas iniciales destacan con valores más altos (Cabanillas-García, 2025; Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019).

Si bien nuestros resultados son similares a los ya descritos por los autores anteriores, sus estudios no usan unas categorías con horquillas de frecuencia, ni aplican una categoría para las acciones que no tienen las características adecuadas para ser tipificado como esa metodología activa. Además, en nuestro estudio se confirman los resultados en una población diferente (profesores de ESOB de biología y geología) y aplicando un sistema de categorías de la frecuencia de uso de la metodología activa cuantitativo (y no cualitativo) transformado a una escala Likert. Por ello, la recogida de datos del observador y la interpretación que se puede extraer no tiene subjetividad, ya que sus categorías están definidas y detalladas (no se usa, no cumple con las características, <25%, entre el 25% y el 75% y >75%).

Empleando dichas categorías se ha detectado un bajísimo porcentaje de aulas que incorporan metodologías activas con alta frecuencia (>75%). Todo ello evidencia la necesidad de ampliar y mejorar la formación del profesorado (Gómez-Hurtado *et al.*, 2020). En muchas ocasiones, los docentes implementan metodologías didácticas por moda, sin una comprensión adecuada de cómo aplicarlas correctamente (León-Díaz *et al.*, 2020). Esta situación, aunque se justifique bajo la creencia de que estas metodologías pueden mejorar el ambiente del aula (Slavin, 2014) o el rendimiento de los estudiantes (Cabanillas-García, 2025), no es la deseable, ya que su correcta implementación resulta primordial para involucrar al alumnado en el aprendizaje.

Ante esta situación en la que la demanda de destrezas como la aplicación o evaluación del conocimiento científico es infrecuente en las aulas, no es de extrañar la desafección por las ciencias que muestran los estudiantes de estas etapas (Robles *et al.*, 2015) ni las dificultades que tiene la ciudadanía para identificar *fake news* (Mateos y Llobet, 2019). Además de la aparente dificultad que tiene implementar estas metodologías activas de forma extensiva en las aulas de ESOB (Cabanillas-García, 2025; Sanahuja-Ribés y Traver-Albalat, 2022), tampoco tienen una buena acogida por algunos estudiantes que las ven como una forma de aprendizaje que les demanda mucho trabajo (Cooper *et al.*, 2018). Sin olvidar que las pruebas estandarizadas (EVAU, PISA, etc.) suelen evaluar aprendizajes asimilables mediante metodologías pasivas tradicionales (Esquivel-Martín *et al.*, 2022).

Por otro lado, nuestro estudio nos ha permitido identificar las metodologías activas más frecuentemente utilizadas por los docentes de biología y geología, siendo el Aprendizaje Cooperativo y los Aprendizajes Basados en Proyectos y Problemas los más utilizados. Diferentes estudios han indicado que el Aprendizaje Cooperativo es uno de los más frecuentes porque promueve la participación y colaboración entre estudiantes durante la realización de las actividades (Johnson *et al.*, 2018; Slavin, 2014). Asimismo, son dinámicas aparentemente sencillas de desarrollar para los docentes, tienen arraigo en las prácticas educativas, y carecen de infraestructuras o materiales caros, haciéndolas accesibles económicamente. Además, existen cursos de formación asequibles para docentes que buscan facilitar su incorporación en la praxis diaria.

Algo similar ocurre con las metodologías de Aprendizaje Basado en Proyectos y Problemas, ya que resultan de fácil aplicación en las aulas y permiten una evidente mejora de los aprendizajes, haciéndolos más significativos al potenciar la comprensión y la memoria (Cabanillas-García *et al.*, 2023). También atienden a los intereses de los estudiantes y se realizan “en contexto”, resolviendo problemas realistas que permiten aplicar los saberes teóricos a la vida real y cotidiana (Costa Machado *et al.*, 2024; Reis *et al.*, 2020).

Sin embargo, las otras metodologías analizadas (Aula Invertida, Gamificación y Aprendizaje-Servicio) presentan una menor aceptación por el momento. Esta circunstancia ya ha sido detectada por diferentes autores y podría estar relacionada con el hecho de que son metodologías de reciente introducción en la educación, difíciles de desplegar sin una formación adecuada o que requieren de recursos organizativos, humanos y/o materiales de difícil acceso para cualquier centro educativo (Bergman y Sams, 2016; Gómez-García *et al.*, 2022; Puig Rovira *et al.*, 2007; Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019).

A pesar de ello, diferentes estudios evidencian que existe un interés por poner en marcha metodologías activas en las aulas (Cabanillas-García, 2025; Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019), incluso sin implementarlas correctamente (León-Díaz *et al.*, 2020), o demandando más formación (Gómez-García *et al.*, 2022). Sin embargo, algunos docentes de ESOB de diferentes especialidades están menos dispuestos a ello, porque carecen del suficiente conocimiento didáctico del contenido como para sustentar sus clases en metodologías activas (Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019; TALIS, 2018).

Por este motivo, sus clases son mayoritariamente magistrales y apoyadas en un conocimiento del contenido elevado, pero con dificultades para transmitirlo de forma adecuada al estudiantado (Robles *et al.*, 2015). En este sentido, se ha propuesto mejorar la formación didáctica de los docentes de ESOB a través de una reforma del Máster de Formación del Profesorado (Blanco-López *et al.*, 2016; Imbernón, 2019). Esta reforma debería promover un mayor conocimiento didáctico del contenido para favorecer los aprendizajes del alumnado de ESOB, alejando la práctica docente de la lección magistral y de enseñar como aprendieron (Porlán, 1993).

Por otro lado, nuestro estudio ha permitido identificar que las metodologías activas también se utilizan de forma combinada en las aulas, aunque no es frecuente que se integren más de tres a la vez. Esto parece estar justificado por la propia formación de los docentes, ya que, en algunos casos, no dominan una gran variedad de estrategias (Gómez-Hurtado *et al.*, 2020; Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019), sumado a la difícil tarea de coordinar las secuencias didácticas diseñadas cuando se combinan un mayor número de metodologías activas (Gómez-García *et al.*, 2022).

Finalmente, hemos detectado un incremento de la presencia de algunas metodologías activas en las aulas de ESOB de biología y geología en España a lo largo del tiempo (2020-2023), tanto en la frecuencia de aparición, como en la disminución de las prácticas alteradas que no cumplen con todas las características de la metodología. Estos resultados indican que hay un asentamiento en las aulas de las metodologías de Aprendizaje Cooperativo y Aprendizajes Basados en Proyectos y Problemas, lo que evidencia que la formación que demandaban los docentes (Cabanillas-García, 2025) ha empezado a llegar, y los efectos percibidos por estos sobre el rendimiento de los estudiantes retroalimenta positivamente el interés de los docentes de biología y geología para ponerlos en práctica (Rodríguez-García y Arias-Gago, 2019). Asimismo, este incremento del uso de metodologías activas entre 2020 y 2023 también ha repercutido en el uso combinado de hasta tres al mismo tiempo.

5. Conclusiones

Basándonos en los resultados anteriores, podemos concluir que la incorporación de las metodologías activas en las aulas de biología y geología en ESOB se viene incrementando desde 2020, aumentando el número de sesiones en las que se aplican y reduciéndose las prácticas alteradas por una formación inadecuada. También hemos podido identificar que las tres más utilizadas son el Aprendizaje Cooperativo, el Aprendizaje Basado en Proyectos y el Aprendizaje Basado en Problemas. Las otras metodologías activas detectadas son muy minoritarias y su uso es reducido (Gamificación, Aula Invertida, Aprendizaje-Servicio). Por último, se ha podido demostrar que la práctica docente incluye la combinación de estas metodologías activas y que la estrategia de combinarlas se ha vuelto más frecuente con el paso del tiempo.

De este modo, aunque nos queda mucho camino por recorrer, se empieza a vislumbrar una cultura de cambio en la práctica docente donde el protagonista del aprendizaje es el estudiante. Por lo tanto, habría que mejorar la formación inicial docente del profesorado de ESOB, mejorando su conocimiento didáctico del contenido, y vivenciando estas estrategias durante su formación, tal y como se indica en enseñando para el profesorado de Educación Infantil y Primaria. Esta necesidad de mejorar la formación inicial de los docentes de ESOB no es una visión universal, ya que para muchos en la formación del profesorado de ESOB es principalmente de conocimiento del contenido, y su formación sobre el conocimiento didáctico del contenido se adquiere con la experiencia.

Nosotros no consideramos que esta afirmación sea cierta, porque si fuera así, nos encontraríamos con docentes implementando incorrectamente las metodologías, lo que no daría el fruto adecuado y provocaría desinterés y desafección por ellas, pensando que son ineficaces. De manera que es precisamente en el máster de secundaria donde deberían recibir una formación didáctica específica fuerte que les permitiera ponerlas en práctica con garantías. Sin embargo, en muchas ocasiones no se les puede dar esta formación por la escasez de tiempo y en otras por la falta de esta visión sobre las necesidades docentes.

6. Referencias

- Abeysekera, L. y Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Arriasecq, I. y Greca, I. (2004). Enseñanza de la teoría de la relatividad especial en el ciclo polimodal: dificultades manifestadas por los docentes y textos de uso habitual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 211-227.
- Aschbacher, P. R., Li, E. y Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564-582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>
- Bader, J. D., Ahearn, K. A., Allen, B. A., Anand, D. M., Coppens, A. D. y Aikens, M. L. (2023). The decision is in the details: Justifying decisions about socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(10), 2147-2179. <https://doi.org/10.1002/tea.21854>
- Balastegui, M., Palomar, R. y Solbes, J. (2020). ¿En qué aspectos es más deficiente la alfabetización científica del alumnado de Bachillerato? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3302-3316. <https://orcid.org/0000-0002-8220-209X>

- Barkley, E. F., Cross, K. P. y Major, C. H. (2005). *Collaborative learning techniques: A handbook for college faculty*. Jossey-Bass.
- Bergmann, J. y Sams, A. (2016). *Flipped learning for elementary instruction*. International Society for Technology in Education (ISTE).
- Blanco-López, Á., España-Ramos, E. y Franco-Mariscal, A. J. (2016). Estrategias para mejorar la reflexión sobre la práctica de los estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria. En P. Membiela, N. Casado, y M. I. Cebreiros (Eds.), *Presente y futuro de la docencia universitaria* (pp. 419-425). Educación Editora.
- Braga Blanco, G. M. y Belver Domínguez, J. L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199-218. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688
- Brenlla, M. E., Sánchez-Sánchez, A., Roa-González, J., Díaz-Palencia, J. L. y Germano, G. (2025). Desarrollo del Cuestionario del Observatorio de Innovación Educativa (COIE). Evidencias psicométricas preliminares. *Revista Conrado*, 21, e4088.
- Caballero Meneses, S. Y., Vergara Causo, E. S., Gardi Melgarejo, V. y Rodríguez-Barboza, J. R. (2025). Metodologías activas en la educación latinoamericana: una revisión sistemática sobre su impacto en el aprendizaje significativo. *Revista InveCom*, 6(2), 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16076292>
- Cabanillas-García, J. L. (2025). The Application of Active Methodologies in Spain: An Investigation of Teachers' Use, Perceived Student Acceptance, Attitude, and Training Needs Across Various Educational Levels. *Education Sciences*, 15(2), 210. <https://doi.org/10.3390/educsci15020210>
- Cabanillas-García, J. L., Rodríguez-Jiménez, C. J., Sánchez-Gómez, M. C., Losada-Vázquez, Á., Losada-Moncada, M. y Corrales-Vázquez, J. M. (2023). Observational study of experiential activities linked to astronomy with CAQDAS NVivo. En A. P. Costa, A. Moreira, F. Freitas, K. Costa y G. Bryda (Eds.), *Computer supported qualitative research* (pp. 180-198). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26186-6_12
- Cabero, J. y Barroso, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón*, 65(2), 25-38.
- Certad Villarroel, P. A. (2013). Análisis del texto escolar de ciencias naturales desde la transdisciplinariedad. *Revista de Comunicación de la SEECI*, 17(31), 52-69. <https://doi.org/10.15198/seeci.2013.31.52-69>
- Cooper, K. M., Downing, V. R. y Brownell, S. E. (2018). The influence of active learning practices on student anxiety in large-enrollment college science classrooms. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0117-1>
- Costa Machado, T. P., Freire Lima, E. K., de Souza Nascimento, S. N., Gomes Silva, D. R., Spíndola Silva, A., Lopes Soares, S., de Sousa, M. d. S. y Sousa, T. M. (2024). Active methodologies as a support in the teaching-learning process in healthcare. *Concilium*, 24(1), 236-248. <https://doi.org/10.12345/concilium.2024.24.1>

- Crujeiras-Pérez, B., Martín-Gámez, C., Díaz-Moreno, N. y Fernández-Oliveras, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol: ¿debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>
- Díaz-Palencia, J. L., Sánchez Sánchez, A. y Roa González, J. (2023). Estado de uso de metodologías activas en las aulas de matemáticas secundarias. *Journal of Research in Mathematics Education*, 12(3), 229-245. <https://doi.org/10.17583/redimat.12852>
- Escarbajal Frutos, A. y Martínez Galera, G. (2023). Uso de las metodologías activas en los centros educativos de educación infantil, primaria y secundaria. *International Journal of New Education*, 11, 5-25. <https://doi.org/10.24310/IJNE.11.2023.16452>
- Esquivel-Martin, T., Pérez-Martín, J. M. y Bravo-Torija, B. (2021). The use of storytelling to promote literacy skills in biology education: An intervention proposal. En M. D. Ramírez Verdugo y B. Otcu-Grillman (Coords.), *Interdisciplinary approaches toward enhancing teacher education* (pp. 155-177). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4697-0.ch009>
- Esquivel-Martín, T., Pérez-Martín, J. M. y Bravo-Torija, B. (2022). ¿Qué evalúan las preguntas sobre división celular en las pruebas de acceso a la universidad? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_enseñanza_divulg_cienc.2022.v19.i1.1451
- FECYT. (2018). *Principales resultados de la encuesta de percepción social de la ciencia 2018*. <https://www.fecyt.es/es/recurso/web-science>
- Franco-Mariscal, R., Oliva, J. M. y Gil, A. (2015). Análisis de contenido de las pruebas de acceso a la universidad en la asignatura de Química en Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 456-474. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.05
- Furman, M., Luzuriaga, M., Taylor, I., Jarvis, D., Dominguez Prost, E. y Podestá, M. E. (2019). The use of questions in early years science: a case study in Argentine preschools. *International Journal of Early Years Education*, 27(3), 271-286. <https://doi.org/10.1080/09669760.2018.1506319>
- García Carmona, A., Cruz Guzmán, M. y Criado, A. (2014). ¿Qué hacías para aprobar los exámenes de Ciencias, qué aprendiste y qué cambiarías? *Investigación En La Escuela*, 84, 31-46. <https://doi.org/10.12795/IE.2014.i84.03>
- García-Barros, S., Martínez-Losada, C. y Rivadulla-López, J. (2021). Actividades de textos escolares. Su contribución al desarrollo de la competencia científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 219-238. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3099>
- Gómez-García, M., Soto-Varela, R., Boumadan, M. y Poyatos-Dorado, C. (2022). An analysis of the variables influencing the selection of active methodologies. *Contemporary Educational Technology*, 14(4), ep389. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12462>

- Gómez-Hurtado, I., García-Rodríguez, M. P., González Falcón, I. y Coronel Llamas, J. M. (2020). Adaptación de las metodologías activas en la educación universitaria en tiempos de pandemia. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3), 415-433. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.022>
- Herrada Valverde, R. y Baños Navarro, R. (2018). Revisión de experiencias de aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales. *Campo Abierto. Revista De Educación*, 37(2), 157-170.
- Idoiaga Mondragon, N., Beloki, N., Yarritu, I., Zarrazquin, I. y Artano, K. (2024). Active methodologies in Higher Education: reasons to use them (or not) from the voices of faculty teaching staff. *Higher Education*, 88(3), 919-937. <https://doi.org/10.1007/s10734-023-01149-y>
- Imbernón, F. (2019). La formación del profesorado de secundaria. La eterna pesadilla. *Profesorado. Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 23(3), 151-163. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9302>
- Iordanou, K. (2022). Supporting strategic and meta-strategic development of argument skill: the role of reflection. *Metacognition Learning*, 17, 399-425. <https://doi.org/10.1007/s11409-021-09289-1>
- Ivic, S. (2016). Frequency of Applying Different Teaching Strategies and Social Teaching Methods in Primary Schools. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 66-71.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (2018). *Cooperative learning: The foundation for active learning. En active learning – Beyond the future*. IntechOpen. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.81086>
- Lederman, N. G. y Lederman, J. S. (2016). I read it on the Internet, it has to be true! *Journal of Science Teacher Education*, 27, 795-798. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9488-x>
- León-Díaz, Ó., Arija-Mediavilla, A., Martínez-Muñoz, L. F. y Santos-Pastor, M. L. (2020). Las metodologías activas en Educación Física. Una aproximación al estado actual desde la percepción de los docentes en la Comunidad de Madrid. *Retos*, 38, 587-594. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i.85100>
- López-Martín, M. del M., Contreras, J. M., Carretero, M. y Serrano, L. (2016). Análisis de los problemas de probabilidad propuestos en las pruebas de acceso a la Universidad en Andalucía. *Avances De Investigación En Educación Matemática*, 9, 65-84. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i9.109>
- López-Valentín, D. M. y Guerra-Ramos, M. T. (2013). Análisis de las actividades de aprendizaje incluidas en libros de texto de ciencias naturales para educación primaria utilizados en México. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2), 173-191.
- Manassero-Mas, M. A. y Vázquez-Alonso, A. (2019) Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(3), 3104. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3104
- Mateos, C. y Llobet, T. (2019). II Estudio sobre Bulos en Salud. <https://bit.ly/2YVeA0R>

- Megid Neto, J. y Fracalanza, H. (2003). O livro didático de ciências: Problemas e soluções. *Ciência & Educação (Bauru)*, 9, 147-157.
- Monereo Font, C. (2010). ¡Saquen el libro de texto! Resistencia, obstáculos y alternativas en la formación de los docentes para el cambio educativo. *Revista de Educación*, 352, 583-597.
- Moreira-Simões, R. C., Rodrigues Gama Russo, A. L., dos Santos de Oliveira Braga, E. y Rôças, G. (2020). Metodologías activas en la enseñanza de las ciencias: revisión y análisis de publicaciones en revistas del área enseñanza en la década de 2008 a 2018. *ACTIO: Docência em Ciências*, 5(2), 1-24.
- Moreno, A. J., Trujillo, J. M. y Aznar, I. (2021). *Metodologías activas para la enseñanza universitaria*. Graò Editions.
- Motokane, M., Yaakov, A., Silveira, A., de Oliveira, C., dos Santos, I., do Carmo, L., Torso, L., de Oliveira, M., Gonçalves, M. y Kairalla, M. (2021). Periodismo y alfabetización científica. *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología*, 3, 378-380.
- National Research Council (NRC). (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press.
- Ocelli, M. y Valeiras, B. N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761>
- OCDE (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.
- Ortiz Prillwitz, W. G. (2025). Metodologías activas de aprendizaje y la innovación educativa: tendencias de investigación desde 2020. *Revista Docencia Universitaria*, 6(1), 101-121. <https://doi.org/10.46954/revistadusac.v6i1.127>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Pérez-Martín, J. M. (2018). Un viaje en el tiempo por la alfabetización científica en España. *Didácticas Específicas*, 18, 144-166. <https://doi.org/10.15366/didacticas2018.18.010>
- Pérez-Martín, J. M., Calurano-Tena, M. T., Martín-Aguilar, C., Esquivel-Martín, T. y Bravo-Torija, B. (2019). Preguntas en los libros de texto de Ciencias Naturales de Educación Primaria: ¿Procesando o reproduciendo contenidos? *Revista Electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 8, 186-201. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/57754>
- Polino, C., Chiappe, D. y Castelfranchi, Y. (2011). Ciencias e ingenierías en el imaginario profesional de los estudiantes. En C. Polino (Coord.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos* (pp. 91-114). Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación.
- Porlán, R. (1993). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza aprendizaje basado en la investigación*. Diada.

- Pozo J. I. y Gómez Crespo, M. Á. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden: Qué podemos hacer nosotros para evitarlo. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 66, 73-79.
- Puig Rovira, J. M., Bosch, C. y Battle, R. (2007). *Aprendizaje servicio. Educar para la ciudadanía*. Octaedro.
- Qablan, A. (2024). Active Learning: Strategies for Engaging Students and Enhancing Learning. En A. K. Abdallah, A. M. Alkaabi y R. Al-Riyami (Eds.), *Cutting-Edge Innovations in Teaching, Leadership, Technology, and Assessment* (pp. 31-41). IGI-Global.
- Real Decreto 217/2022. *Ordenación y enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*; Ministerio de Educación y Formación Profesional. España, 2022. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-4975> (acceso el 15 de noviembre de 2024).
- Reis, S., Coelho, F. y Coelho, L. (2020). Success factors in students' motivation with project based learning: From theory to reality. *International Association of Online Engineering*, 16(12), 4-17. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i12.16001>
- Roa González, J., Sánchez Sánchez, A. y Sánchez Sánchez, N. (2021). Evaluación de la implantación de la Gamificación como metodología activa en la Educación Secundaria española. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 10(12), 1-9. <http://dx.doi.org/10.30827/Digibug.66357>
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R. y Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Rodríguez-García, A. y Arias-Gago, A. R. (2019). Uso de metodologías activas: un estudio comparativo entre profesores y maestros. *Brazilian Journal of Development*, 5(6), 5098-5111. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-1701>
- Rosales E. M., Rodríguez P. G. y Romero-Ariza M. (2020). Conocimiento, demanda cognitiva y contextos en la evaluación de la alfabetización científica en PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2302-2323. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2302
- Sanahuja-Ribés, A. y Traver Albalat, S. (2022). Facilitadores y obstáculos para el cambio metodológico en secundaria: uso de metodologías activas en el aula. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 10(1), 55-64. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v10i1.558>
- Santos-Ellakuria, I. (2019). Propuesta para mejorar la didáctica de la biodiversidad en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. *IKASTORRATZA. e-Revista de Didáctica*, 22, 90-121. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v8i2.12170>
- Siarova, H., Sternadel, D. y Szőnyi E. (2019). *Research for CULT Committee - Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge*. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning in elementary schools. *Education* 3-13, 43(1), 5-14. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.963370>

- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-62.
- TALIS. (2018). *Informe TALIS 2018*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. <https://acortar.link/73SZWf>
- Tandazo-Espinoza, D. M., Herrera-Sarango, C. R. y Calderón-Espinoza, J. V. (2022). Metodologías activas para el aprendizaje de la asignatura de Ciencias Naturales. *Polo del conocimiento*, 7(9), 1341-1355.
- Tharayil, S., Borrego, M., Prince, M., Nguyen, K. A., Shekhar, P., Finelli, C. J. y Waters, C. (2018). Strategies to mitigate student resistance to active learning. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0102-y>
- Trowler, P. (2020). *Accomplishing change in teaching and learning regimes: Higher education and the practice sensibility*. Oxford University Press.
- Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. A. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 15-37. <https://doi.org/10.17533/udea.tecne.v46a02>
- Zhao, C. M. y Kuh, G. D. (2004). Adding value: Learning communities and student engagement. *Research in Higher Education*, 45(2), 115-138. <https://doi.org/10.1023/B:RIHE.0000015692.88534.de>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Pérez-Martín, José Manuel; Roa González, Julián; **Validación:** Roa González, Julián; **Análisis formal:** Sánchez-Sánchez, Almudena; **Curación de datos:** Sánchez-Sánchez, Almudena; **Redacción-Preparación del borrador original:** Pérez-Martín, José Manuel **Redacción-Revisión y Edición:** Pérez-Martín, José Manuel; Fernández-Huetos, Nuria; Esquivel-Martín, Tamara; Guevara-Herrero, Irene; Roa González, Julián **Visualización:** Pérez-Martín, José Manuel; Fernández-Huetos, Nuria; Guevara-Herrero, Irene; **Supervisión:** Pérez-Martín, José Manuel; Roa González, Julián **Administración de proyectos:** Pérez-Martín, José Manuel **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Pérez-Martín, José Manuel; Fernández-Huetos, Nuria; Esquivel-Martín, Tamara; Guevara-Herrero, Irene; Sánchez-Sánchez, Almudena; Roa González, Julián.

Financiación: Esta investigación recibió o no financiamiento externo.

Agradecimientos: Los autores de la UAM participaron en este estudio en el marco del proyecto de investigación FUAM, 0375/2022, 465059 de la III Edición del Programa para la Promoción de la Transferencia del Conocimiento de la Universidad Autónoma de Madrid, para el desarrollo de metodologías activas en la enseñanza de las ciencias.

Conflicto de intereses: Las/os autoras/es declaran que no tienen conflicto de intereses.

AUTORES:**José Manuel Pérez-Martín**

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Doctor en Biología por la UAM y Máster en Toxicología por la Universidad de Sevilla. Actualmente, es Profesor Titular de Universidad de Didáctica de las Ciencias experimentales en el Departamento de Didácticas Específicas de la UAM. Ha publicado más de cien trabajos de investigación sobre los efectos tóxicos de los contaminantes en la salud humana y ambiental y sobre la enseñanza de las ciencias. Pertenece al grupo de investigación de Educación Científica y Matemática en la Sociedad (GIECMES), y es miembro de la Cátedra UNESCO de Educación para la Justicia Social (UAM). Su principal línea de trabajo es la investigación en Educación Ambiental mediante la argumentación y uso de pruebas en controversias sociocientíficas relacionados con la Salud Única (*One Health*).

josemanuel.perez@uam.es

Índice H: 19

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0658-9050>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=jCkAaIQAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Perez-Martin-2>

Nuria Fernández-Huetos

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Graduada en Magisterio de Educación Infantil y Primaria con Máster en Innovación en Didácticas Específicas (UAM). Actualmente, está cursando el Doctorado en Educación (Departamento de Didácticas Específicas, Ciencias Experimentales, UAM) como contratada predoctoral (FPU-2022). Desde 2022 participa como investigadora en el proyecto *Teachers as Environmental Learning Hub* y también ha participado en un proyecto de innovación docente sobre la indagación en el aula de Ciencias Experimentales. Pertenece al grupo de investigación de Educación Científica y Matemática en la Sociedad (GIECMES). Su principal línea de investigación se centra en la Educación Ecosocial, abordando la evaluación de los argumentos de los estudiantes al enfrentarse a cuestiones y controversias sociocientíficas relacionadas con la salud humana, ambiental y animal (enfoque *One Health*).

nuria.fernandezh@uam.es

Índice H: 1

Orcid ID: <http://orcid.org/0000-0002-6109-4333>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59320265100>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?hl=es-ES&user=HmMvpjQAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Nuria-Fernandez-Huetos-2>

Tamara Esquivel-Martín

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Doctora en Educación. Experta en Metodología Docente Universitaria. Máster en Formación de Profesorado de ESO y Bachillerato (especialidad de Biología y Geología). Graduada en Biología Sanitaria. Actualmente, Profesora Ayudante Doctora del Departamento de Didácticas Específicas (área de Didáctica de las Ciencias Experimentales) de la UAM. Miembro del grupo de investigación de Educación Científica y Matemática en la Sociedad (UAM), de la Cátedra UNESCO de Educación para la Justicia Social (UAM) y del equipo *Teachers as Environmental Learning Hub* (UAM). Su principal línea de investigación se centra en caracterizar el desempeño del alumnado al modelizar contenidos científicos y al argumentar para resolver problemas auténticos enmarcados en el enfoque *One Health*. Ha participado en varios proyectos de innovación e investigación en Educación.

tamara.esquivel@uam.es

Índice H: 8

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0739-9099>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216860761>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=kO7OcPQAAAAJ>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Tamara-Martin-4>

Irene Guevara-Herrero

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Graduada en Magisterio de Educación Infantil con Máster en Educación para la Justicia Social (UAM). Actualmente cursa el Programa de Doctorado en Educación (UAM). Desde 2021 es contratada predoctoral FPI-UAM en el Departamento de Didácticas Específicas. Su investigación se centra en la Didáctica de la Educación Ecosocial en la formación de maestras/os para promover una Educación Ambiental Transformadora desde etapas educativas tempranas. Perteneció al grupo de investigación de Educación Científica y Matemática en la Sociedad (GIECMES), es miembro de la Cátedra UNESCO de Educación para la Justicia Social (UAM) y del equipo *Teachers as Environmental Learning Hub*. Ha participado en diversos proyectos nacionales e internacionales de investigación, innovación y transferencia, siendo coinvestigadora principal en dos de ellos.

irene.guevara@uam.es

Índice H: 6

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8004-0402>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58154995100>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=hn4X6oIAAAAJ&hl=es>

ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Irene-Herrero-2?ev=hdr_xprf

Almudena Sánchez-Sánchez

Universitat Politècnica de València, España.

Doctora en Matemáticas por la Universitat Politècnica de València (UPV) con Mención Internacional y Cum Laude. Investigadora y docente en diferentes universidades como UDIMA, UNIR y la Universidad Católica de Ávila; y, actualmente, Profesor Ayudante Doctor en la UPV. Ha sido investigadora en múltiples proyectos de I+D+i, publicando artículos indexados en JCR y dirigiendo tesis doctorales.

alsncsnc@mat.upv.es

Índice H: 10

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4246-4132>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194946293>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=R3rM1eUAAAAJ&hl=es>

Julián Roa González:

Universidad a Distancia de Madrid, España.

Doctor en Educación y Máster en Estudios avanzados en Pedagogía por la UCM. Actualmente, es Profesor Contratado Doctor y Decano de la Facultad de Educación de la UDIMA. Ha publicado más de 40 trabajos de investigación sobre innovación educativa, educación matemática y matemáticas aplicadas. Pertenecer al grupo de investigación de Educación Científica y Matemática en la Sociedad (GIECMES), es el investigador principal del Observatorio de la Innovación Educativa de la UDIMA y es director de la Cátedra GSD-UDIMA. Su principal línea de trabajo es la evaluación de la innovación educativa y la investigación en Educación Matemática.

julian.roa@udima.es

Índice H: 6

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-4017-3067>

Google Scholar: <https://scholar.google.com/citations?user=yGEytmsAAAAJ&hl=es>

ResearchGate: <https://www.researchgate.net/profile/Julian-Roa-Gonzalez>