

EDUCACIÓN, CREATIVIDAD E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: NUEVOS HORIZONTES PARA EL APRENDIZAJE. ACTAS DEL VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAJE, INNOVACIÓN Y COOPERACIÓN, CINAIC 2025

María Luisa Sein-Echaluce Lacleta, Ángel Fidalgo Blanco y Francisco José García Peñalvo (coords.)

1º Edición. Zaragoza, 2025

Edita: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.



Servicio de
Publicaciones
Universidad Zaragoza

EBOOK ISBN 978-84-10169-60-9

DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial (ccBY-NC). Ver descripción de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia a esta obra:

Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (coords.) (2025). *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España)*. Zaragoza. Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. DOI 10.26754/uz.978-84-10169-60-9

Geología en las aulas: una propuesta manipulativa para el aprendizaje transversal

Geology in the classroom: a hands-on proposal for cross-curricular learning

María Pazo¹, Teresa Rivas¹, Raquel Pérez-Orozco², Ignacio Pérez-Rey¹
maria.pazo@uvigo.gal, trivas@uvigo.gal, rporozco@uvigo.gal, iperez@uvigo.gal

¹ CINTECX, Grupo GESSMin
Universidade de Vigo
Vigo, España

² CINTECX, Grupo GTE
Universidade de Vigo
Vigo, España

Resumen- La enseñanza de la geología enfrenta desafíos como la falta de metodologías activas y el escaso reconocimiento de su relevancia en la vida cotidiana. Para abordar esta problemática, se diseñó un taller manipulativo enfocado en la identificación de cinco minerales esenciales mediante siete propiedades diagnósticas. El taller, dirigido a estudiantado de ESO y bachillerato, fomenta el método científico y la comprensión del impacto de los minerales en el mantenimiento de bienes y servicios. La metodología incluye fases de introducción, experimentación y análisis, permitiendo al alumnado desarrollar habilidades científicas y fortalecer su conocimiento a través de una experiencia práctica estructurada. Con la finalidad de valorar la percepción de aprendizaje y la utilidad del taller, se encuestaron a 10 docentes y 218 estudiantes. Los resultados muestran una valoración positiva del enfoque práctico, tanto en términos de satisfacción, como de sensación de aprendizaje adquirido. Sin embargo, se identificaron limitaciones derivadas del escaso conocimiento de la geología y la posible influencia de la ratio docente-estudiante. En conclusión, el uso de metodologías activas como las empleadas en este taller, demuestra que, con una formación docente adecuada y los recursos necesarios, la enseñanza de la geología puede convertirse en una experiencia más atractiva para el estudiantado.

Palabras clave: geología educativa, aprendizaje activo, identificación mineral, educación secundaria.

Abstract- Geology education faces ongoing challenges, such as the limited use of active teaching strategies and the lack of recognition of its relevance in everyday life. To address these issues, a hands-on workshop was designed to help students identify five essential minerals through seven key diagnostic properties. Aimed at secondary and high school students, the workshop promotes the scientific method and encourages reflection on how minerals contribute to the maintenance of goods and services. The methodology includes phases of introduction, guided experimentation, and analysis, allowing students to develop scientific skills and strengthen their understanding through a structured, practical learning experience. To evaluate the perceived learning outcomes and usefulness of the activity, surveys were conducted with 10 teachers and 218 students. The results reflect a positive reception to the practical approach, with participants reporting high levels of satisfaction and a strong sense of learning. However, limitations were noted, particularly related to students' limited background knowledge in geology and the potential impact of teacher-student ratios. In conclusion, the use of active methodologies, as demonstrated in this workshop, shows that with proper teacher

training and adequate resources, geology education can become a more engaging experience for students.

Keywords: geoscience education, active learning, mineral identification, secondary education.

1. INTRODUCCIÓN

La geología desempeña un papel esencial en la formación científica integral del estudiantado, permitiendo la comprensión de aspectos relevantes como la evolución del planeta, los procesos de explotación de materias primas, la gestión sostenible de recursos naturales y la evaluación de riesgos geológicos (Eff-Darwich et al., 2023). Sin embargo, a pesar de su influencia en aspectos sociopolíticos actuales y la toma de decisiones informadas en la sociedad, la geología y, en particular, su enseñanza en los niveles preuniversitarios sigue siendo insuficiente y enfrenta múltiples desafíos.

En muchos sistemas educativos, la geología ocupa un lugar marginal dentro del currículo, generalmente integrada en asignaturas de ciencias naturales, biología o geografía (Boatright et al., 2019; MEFP, 2022). Además, el personal docente que imparte estos contenidos a menudo carece de una especialización en geociencias, lo que limita el desarrollo de estrategias didácticas efectivas.

Desde un punto de vista metodológico, la enseñanza tradicional de la geología basada, fundamentalmente, en la memorización de conceptos y clasificaciones, ha demostrado ser ineficaz para generar interés y fomentar una comprensión profunda de la disciplina (Cuevas et al., 2023).

Además, se ha identificado una percepción negativa sobre la geología entre el estudiantado, a menudo considerada como una disciplina secundaria o poco relevante en comparación con la biología o la física (Boukayoua et al., 2024). Este desinterés se ve acentuado por la ausencia de recursos didácticos innovadores y metodologías que permitan una participación activa en el aprendizaje (Teixeira y Vasconcelos, 2024). Por otra parte, la escasez de materiales adecuados en los laboratorios escolares y la dificultad de organizar excursiones geológicas agravan la situación, reduciendo las oportunidades del estudiantado para interactuar con materiales geológicos reales (Chakour et al., 2019).

Para fortalecer la docencia de la geología, es fundamental promover reformas curriculares que prioricen su enseñanza, capacitar al personal docente en metodologías activas y dotar a los centros educativos de herramientas didácticas modernas.

Hasta el momento, diversas estrategias didácticas han demostrado ser efectivas para mejorar la enseñanza de la geología. El aprendizaje basado en problemas (PBL) se ha consolidado como una metodología eficaz, ya que involucra al alumnado en la resolución de situaciones reales y estimula el pensamiento crítico (Yew y Goh, 2016). Estudios como el de Teixeira y Vasconcelos (2024) afirman que la gamificación, que incorpora elementos lúdicos en el proceso de aprendizaje, también ha demostrado ser un enfoque pedagógico eficaz. En este sentido, la mayoría de los docentes reconocen el potencial de los juegos para aumentar la motivación y el compromiso del estudiantado, promoviendo así una participación en la construcción del conocimiento geológico.

Aunque algunas iniciativas han impulsado reformas para fortalecer la educación geológica, la aplicación de estrategias didácticas innovadoras sigue siendo limitada y heterogénea (Pinto et al., 2021). La adopción de los *Next Generation Science Standards* (NGSS) (n.d.) en Estados Unidos ha representado un avance en la integración de la geología en la educación secundaria, pero su implementación efectiva requiere capacitación docente y acceso a recursos adecuados.

En este contexto, se describe en este trabajo un taller para la identificación de minerales que pretende incrementar el interés del alumnado por la geología y por tanto su motivación por aprender conceptos de esta disciplina. Para alcanzar este objetivo, el taller se ha diseñado para favorecer que el alumnado, por una parte, realice la identificación de manera activa y manipulativa, aplicando como técnica de obtención de datos la observación experimental y, por otra, incremente su interés al descubrir el impacto que tienen los minerales en su vida cotidiana. Para evaluar el grado de adquisición de estos resultados docentes, se elaboró una encuesta dirigida al estudiantado- y al profesorado que lo acompaña- que investiga, entre otros aspectos, la percepción de aprendizaje y la utilidad del taller como herramienta de aprendizaje.

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

A. Diseño del taller

El taller consiste en identificar 5 minerales a partir de la determinación de siete propiedades diagnósticas. Se escogen 5 minerales esenciales para bienes de consumo y servicios, alguno de los cuales, además, es sustancia crítica definida por la UE (2023): berilo (crítico), fluorita (crítico), magnetita, calcita y siderita.

Además del objetivo principal, el diseño del taller trabaja las siguientes competencias específicas y transversales:

1. Saber poner en práctica el método científico: observación, documentación, toma de datos a través de un proceso sistemático, propuesta de hipótesis y contraste de hipótesis.

2. Entender y reconocer, mediante la manipulación y la observación, algunas de las propiedades inherentes a los minerales, como la cristalinidad, el hábito y la composición constante y definida.

3. Reconocer la relevancia en el medio natural y en la vida cotidiana de procesos químicos como el pH y la solubilidad

4. Reconocer la importancia de los minerales en la vida cotidiana como recursos para bienes y servicios

Está orientado a alumnado de ESO y bachillerato, si bien también se ha impartido también a alumnado de 6º de enseñanza primaria.

El taller tiene una duración de una hora. Consta de seis puestos de trabajo, cada uno dedicado a determinar una propiedad diagnóstica y se desarrolla en equipos de no más de cuatro personas, que rotan en los siete puestos con el objetivo de obtener los resultados de cada propiedad, que se anotan en una tabla de datos. El taller consta de una fase introductoria, de una segunda fase de trabajo manipulativo, en equipo, para determinar cada propiedad, y de una tercera fase de investigación, también en equipo, en la que, mediante la documentación y contraste de los datos obtenidos, se propone la identificación de cada mineral.

En la fase introductoria se presenta el taller y su procedimiento, se define el término mineral y se discute la importancia en la vida cotidiana de los minerales a identificar, descubriendo de cada ejemplar una utilidad de gran impacto para ellos; por ejemplo, en el caso del berilo, su uso para hacer las pequeñas piezas de las cámaras de sus teléfonos móviles.

En la fase de desarrollo manipulativo, el alumnado va rotando en los siete puestos de trabajo en los que encuentra los ejemplares a identificar, el material necesario para determinar la propiedad y las instrucciones para hacerlo. Las propiedades son las siguientes: 1) Hábito: lo deducen comparando la geometría externa del ejemplar incógnita con modelos 3D de cuerpos geométricos regulares; 2) Dureza; se determina a través de la capacidad del mineral de rayar el vidrio o de ser rayado con la uña, una moneda y un cuchillo; 3) Brillo: se identifica utilizando como modelo otros minerales representativos del brillo metálico, del brillo no metálico y del submetálico. 4) Solubilidad en ácido: se realiza poniendo en contacto una muestra en polvo con ácido clorhídrico diluido en un tubo de ensayo y observa y anota lo que ocurre; 5) Solubilidad en agua: se realiza poniendo en contacto el mineral en polvo con agua y midiendo el pH tras unos minutos.; conociendo el pH del agua usada, cualquier desviación de ese valor se debe a la solubilización del mineral. 6) Magnetismo: se determina depositando el mineral en polvo sobre un vidrio bajo el cual se hace desplazar un imán. 7) Color de la raya: para entender la relevancia de la raya se pone como ejemplo la fluorita, lo que permite descubrir la base química y cristalográfica del color de los minerales.

La tercera fase, de investigación, se inicia facilitándole al alumnado una pista sobre cada mineral incógnita acerca de sus usos y curiosidades. A continuación, debe consultar la ficha de ocho posibles minerales (de los cuales se ofrece la información sobre sus propiedades diagnósticas y usos) y descubrir cuáles corresponden a los cinco minerales incógnita. El taller se cierra una vez identificados los minerales con una discusión activa sobre los usos de los cinco minerales identificados y su importancia en la vida cotidiana.

B. Diseño de la encuesta

La encuesta se realizó aprovechando la impartición del taller de minerales durante la celebración de la Feria de Minerales en

Santiago de Compostela (Galicia, España) del 6 al 9 de marzo de 2025. Durante esta feria, 218 estudiantes de educación secundaria y bachillerato y 10 docentes pudieron realizar el taller y respondieron a dicha encuesta. Esta consta de cinco preguntas (cuatro son similares para ambos colectivos, una quinta es específica para estudiantado) en las que se pide realizar la valoración (1-puntuación más baja y 5-puntuación más alta) de una serie de aspectos. Las preguntas 1 y 2 se formularon previamente a la actividad y las preguntas 3, 4, y 5 con posterioridad.

Las preguntas formuladas al profesorado son las siguientes:

- Pregunta 1: ¿Cómo de importante crees que son este tipo de actividades para fomentar el interés en los estudios de geología en las nuevas generaciones?
- Pregunta 2: Valora el nivel de conocimiento del alumnado sobre la geología (teniendo en cuenta su nivel académico).
- Pregunta 3: Valora el grado de satisfacción de los contenidos impartidos en la sesión del taller.
- Pregunta 4: Valora cuánto crees que esta actividad contribuyó a incrementar el conocimiento en geología de tu alumnado.
- Pregunta 5: ¿Crees que el enfoque de la actividad (taller manipulativo) es útil para ayudar al alumnado a comprender mejor los conceptos relacionados con la geología?

Las preguntas planteadas al estudiantado son:

- Pregunta 1: ¿Crees que la geología es una materia importante para tu formación?
- Pregunta 2: ¿Cuánto crees que sabes de geología (teniendo en cuenta el curso escolar en el que estás)?
- Pregunta 3: Valora el grado de satisfacción de los contenidos impartidos en el taller de minerales.
- Pregunta 4: Después de realizar el taller de minerales, ¿crees que sabes más de geología que al principio?
- Pregunta 5: ¿Crees que el enfoque del taller de minerales te ayudó a comprender mejor los conceptos relacionados con la geología?

3. RESULTADOS

En las Tablas 1 y 2 se presentan los resultados de las encuestas realizadas en ambos colectivos resaltando en gradiente de color verde las puntuaciones más altas y rojo las más bajas.

Tabla 1

Número de respuestas y valoración correspondiente para las cinco preguntas formuladas (colectivo profesorado)

Pregunta	1	2	3	4	5
1	1		1		8
2	4	1	4		1
3			1	1	8
4		1	2	1	6
5				3	7

La primera pregunta explora la percepción de la importancia de la geología en la formación académica (estudiantado) y en el cómo de interesante es implantar metodologías novedosas para su docencia (profesorado). Se constata que aproximadamente el 60% del alumnado encuestado identifica la geología como algo medianamente o poco relevante; esto corrobora estudios previos en España (Zamalloa y Sanz, 2020) que identificaron que el alumnado no percibe la geología como especialmente difícil, pero sí la considera «aburrida» o de poco interés. Frente a esta postura, la encuesta al profesorado revela que un 80% de los docentes considera muy necesarias estas actividades, lo que indica que el colectivo docente es consciente de la poca aceptación de esta disciplina entre el alumnado y la necesidad de buscar alternativas docentes que despierten su interés. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el reducido número de personas de este colectivo (10) obliga a considerar con prudencia los resultados obtenidos sobre la opinión del profesorado.

Tabla 2

Número de respuestas y valoración correspondiente para las cinco preguntas formuladas (colectivo alumnado)

Pregunta	1	2	3	4	5
1	30	55	73	36	24
2	57	68	59	19	15
3	22	19	48	74	55
4	18	32	63	56	49
5	18	24	56	71	49

En cuanto a la percepción del grado de conocimiento de la disciplina (pregunta 2), más de la mitad de los encuestados de ambos colectivos lo consideran muy bajo o bajo, lo que es coherente con el poco peso de la Geología en el currículo de secundaria. En paralelo, una proporción importante del profesorado de ciencias en secundaria carece de formación específica en geología, lo que también puede repercutir negativamente en la percepción del alumnado sobre sus conocimientos (Zamalloa, 2016).

En cuanto a la percepción sobre la metodología de aprendizaje propuesta en el taller (Tabla 1 y 2, Pregunta 3), ambos colectivos están bastante o muy satisfechos (80% del profesorado y 60% del alumnado). Sin embargo, se constata que un 10% del profesorado y un 20% del alumnado encuentran la actividad poco o nada útil (Tablas 1 y 2, pregunta 4). Esta aparente contradicción podría estar relacionada con la relación numérica alumnado/docentes de apoyo a la realización del taller (Tabla 3). En este sentido, durante la recogida de encuestas se observaron mejores puntuaciones por parte de ambos colectivos cuando se aumentó el número de docentes a dos, en vez de un docente por cada grupo de 20-30 estudiantes.

Tabla 3

Número de estudiantes y docentes participantes en ambas recogidas de encuestas y relación numérica alumnado/docente correspondiente

Recogida de encuestas	Alumnado total	Docentes totales	Relación numérica
Primera	202	10	20

Sin embargo, ambos colectivos consideran que el enfoque manipulativo y práctico presentado logra facilitar de manera relevante la comprensión de conceptos relacionados con la Geología (Tabla 1 y 2, Pregunta 5). En esta línea, varios autores destacan que situar al alumnado como protagonista (aprendizaje activo) promueve una más eficaz asimilación conceptual, fomentándose actitudes más positivas hacia la disciplina (Yew & Goh, 2016; Teixeira & Vasconcelos, 2024).

4. CONCLUSIONES

La aplicación de una metodología activa y manipulativa en la enseñanza de la geología como la presentada en este trabajo, basada en la observación experimental y que vincula los minerales con situaciones cotidianas, ha demostrado ser eficaz para aumentar el interés del estudiantado y mejorar el aprendizaje. Sin embargo, persiste una percepción generalizada de bajo conocimiento en geología entre el alumnado, con valoraciones concentradas en los niveles más bajos de la escala, percepción que también comparte el profesorado.

En este contexto, propuestas didácticas como la presentada en este trabajo, que ayudan a despertar interés puntual, pueden ayudar a aumentar la motivación por el aprendizaje de la geología si se acompañan con una exposición de contenidos en el aula de tipo heurístico, que trabaje conceptos y procesos de manera más aplicada conectando los aspectos teóricos que suelen ser poco atractivos con fenómenos reales que pueden observarse en el entorno más cercano al alumnado. Esto permitiría, además, asimilar la relevancia de la geología tanto en el medio natural como en la vida diaria.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de las actuaciones del Grupo de Innovación Docente XEODA (Xeoloxía Aplicada á Docencia) de la Universidade de Vigo, al que pertenecen las personas firmantes.

REFERENCIAS

Boatright, D., Davies-Vollum, S., & King, C. (2019). Earth science education: The current state of play. *Geoscientist*, 29(1), 16–19.

Boukayoua, Z., Bennis, N., Elachqar, A., & Kaddari, F. (2024). Interest of middle school students toward life and earth sciences. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/14736>

Chakour, R., Alami, A., Selmaoui, S., Eddif, A., Zaki, M., & Boughanmi, Y. (2019). Earth Sciences Teaching Difficulties in Secondary School: A Teacher's Point of View. *Education Sciences* 2019, Vol. 9, Page 243, 9(3), 243. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI9030243>

Cuevas, J. A., Childers, G., & Dawson, B. L. (2023). A rationale for promoting cognitive science in teacher education: Deconstructing prevailing learning myths and advancing research-based practices. *Trends in Neuroscience and Education*, 33, 100209. <https://doi.org/10.1016/J.TINE.2023.100209>

Eff-Darwich, A., Goded-Merino, A., González-Pérez, S., & Rodríguez de Vera, C. (2023). Geology in the Spanish Education System: The Incredible Shrinking Curriculum. *Proceedings*, 87(1), 17. <https://doi.org/10.3390/IECG2022-14140>

MEFP (2022) Real Decreto 157/2022; de 1 de Marzo, por el que se Establecen la Ordenación y las Enseñanzas Mínimas de la Educación Primaria. Ministerio de Educación y Formación Profesional: Madrid, Spain.

Next Generation Science Standards. Available online: <https://www.nextgenscience.org/> (accessed on 10 March 2025).

Pinto, T., Dias, A. G., & Vasconcelos, C. (2021). Geology and Environment: A Problem-Based Learning Study in Higher Education. *Geosciences*, 11(4), 173. <https://doi.org/10.3390/geosciences11040173>

Teixeira, I., & Vasconcelos, C. (2024). The Use of Educational Games to Promote Learning in Geology: Conceptions of Middle and Secondary School Teachers. *Geosciences*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.3390/geosciences14010016>

Yew, E. H. J., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. <https://doi.org/10.1016/J.HPE.2016.01.004>

Zamalloa, T., & Sanz, J. (2020). Attitudes of secondary school students towards geology in Spain. *Research in Science & Technological Education*, 41(1), 123–146. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1845641>

Zamalloa, T. (2016). Las salidas de campo y la geología. El perfil académico y la actitud del profesorado de la ESO en la CAPV. Enseñanza De Las Ciencias De La Tierra: Revista De La Asociación Española Para La Enseñanza De Las Ciencias De La Tierra.