

Herramientas y estrategias para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Ferramentas e estratégias para o ensino e aprendizagem de ciências

Editores

Pedro Membiela

María Isabel Cebreiros

EE
Educación Editora

Herramientas y estrategias para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Ferramentas e estratégias para o ensino e aprendizagem de ciências

Pedro Membiela y María Isabel Cebreiros
(editores)

Educación Editora

Edita Educación Editora

Roma 55, Barbadás 32930 Ourense

email: educacion.editora@gmail.com

ISBN: 978-84-15524-54-0

Año de publicación: 2025

Índice

1. La sostenibilidad hídrica en el profesorado de educación secundaria: comparativa entre dos ciudades hispanoamericanas Alejandra Ramírez-Segado, Freddy-Enrique Castro Velásquez y Alicia Benarroch Benarroch	11
2. The science of comprehensive education: exploring basic design learning through ict tools and its business impact Javier Turienzo	17
3. Geotoys. Juguetes para el aprendizaje de la geometría Manuel de Miguel, Patricia Domínguez y Alberto Lastra	23
4. ¿Qué recursos didácticos y modelos proponen las futuras docentes para tratar la tensión superficial del agua en infantil? Marta Cruz-Guzmán Alcalá, Antonio García-Carmona y Ana María Criado García-Legaz	29
5. Propuesta de un cuatrimestre cero para la asignatura de Expresión Gráfica en la Escuela de Ingeniería de Barcelona Este (UPC) Mariolly Dávila, Andrea Parga y Oscar Farrerons	39
6. Imaginário Criativo Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACKI), aprendizagens visíveis e suas interfaces: breviário teórico na formação do professor que ensina matemática Vicente Henrique de Oliveira Filho e Narciso das Neves Soares	45
7. Enseñanza de fenómenos astronómicos en educación primaria a través de una propuesta de modelización Lourdes Aragón y María Armario	51

8. ¿Dónde está y en qué estado se encuentra el agua en nuestro huerto?	
Lourdes Aragón	57
9. Las emociones y la argumentación en clase de ciencias naturales: una revisión de literatura	
Wilson Alejandro Largo-Taborda y Francisco Javier Ruiz-Ortega	63
10. Iniciação à prática profissional na formação de futuros professores - o contexto não formal nas aprendizagens sobre o proteger a natureza	
Florbelá Rodrigues, Ludovina Margarido e Eduarda Ferreira	69
11. ‘Luces verdes, amarillas y rojas’: reflexiones docentes en el camino de transformación de la enseñanza de las ciencias	
Melina Furman y Mariana Luzuriaga	75
12. Influencia del trabajo cooperativo en el aprendizaje de vocabulario científico	
Juan Ramón Ramírez Serrano	81
13. Segas que favorecen el escepticismo hacia la didáctica de las ciencias experimentales	
Antonio García-Carmona	87
14. Ser cientista e ser mulher: quais cientistas eu conheço e como visibilizar a participação das mulheres na produção científica?	
Rúbia Estefânia Pinto da Silva e Jeane Cristina Gomes Rotta	93
15. Análisis sobre la evaluación continua de una asignatura de ciencias en el Grado en Ingeniería Naval y Oceánica	
M. ^a Jesús Rodríguez-Guerreiro y José M. ^a Fernández-Solís	103
16. Motivaciones, emociones y compromiso con el aprendizaje de ciencias en estudiantes de primaria	
Pedro Membiela y Katherine Acosta García	109

17. Influencia de las variables contextuales en el aprendizaje de ciencias en estudiantes de primaria	
Pedro Membiela y Katherine Acosta García	115
18. Estrategia de aprendizaje para abordar el panorama energético mundial en los grados en ingeniería	
María Remedios Yáñez Díaz y José Enrique Martín-Alfonso	121
19. Ejemplo de virtualización de prácticas de Química Física	
Inmaculada Suárez, Óscar R. Montoro, Ricardo Álvarez y Baudilio Coto	127
20. Ubicación espacio dimensional de la nanoescala en alumnos de bachillerato	
Eduardo Vega-Murguía, Fernando Flores-Camacho, Manuel Cruz-Cisneros y Leticia Gallegos-Cázares	133
21. Interpretantes em foco: um olhar para a linguagem de programação Scratch sob perspectiva semiótica	
Guilherme Henrique Correia Domingues, Carlos Eduardo Laburú, Ludmila Fratucci Bailoni e Dhymmi Samuel Vergennes	143
22. Un chatbot para el autoaprendizaje de una asignatura de Expresión Gráfica	
Martí Beltran, Ismail El-Madafri, Oscar Farrerons, Noelia Olmedo y Marta Peña	149
23. Falemos de grafos: STEMBach e obradoiros	
Adriana Dapena, María José Pereira-Sáez, María José Souto-Salorio e Ana Dorotea Tarrío-Tobar	155
24. <i>Serious gaming</i> en la enseñanza universitaria: diseño de un <i>escape room</i> virtual como recurso didáctico en Fisiología Humana	
Leyre Echeazarra Escudero y Ainhoa González Pujana	161

25. Achegamento ao modelo de ser vivo a través da ornitología en educación primaria	
Jessica Rodríguez Piñeiro	167
26. Formación del profesorado: integración del aprendizaje basado en el juego en una secuencia sobre minerales	
Guíomar Calvo Sevillano	173
27. ¿Qué pasa en nuestro estómago? Propuesta didáctica para educación infantil	
Beatriz Morales y María Teresa Ocaña	179
28. Privileged Physics contents in the brazilian admission exam ENEM	
Donara Lima Pinheiro and Maria Ines Martins	185
29. Estudio de las concepciones iniciales sobre la evaluación entre iguales en el profesorado de ciencias en formación inicial	
Gregorio Jiménez Valverde, Mireia Esparza Pagès, Genina Calafell i Subirà y Hortensia Duran Gilabert	191
30. El aburrimiento en el aula de ciencias: indagando en su relación con la motivación y la autonomía del alumnado	
Raquel Romero Fernández, Yolanda González-Castanedo y M. ^a Ángeles de las Heras Pérez	197
31. Integración de la educación para la paz en la enseñanza de Física y Química: experiencia piloto con estudiantes de 4.º de ESO	
Juan Peña Martínez y Ana Fernández-Vegue Corrochano	203
32. Saberes docentes na formação de professores de Química: um mapeamento de teses e dissertações brasileiras	
Carlos Torquato de Lima Júnior e Jeane Cristina Gomes Rotta	209

33. Flipped laboratory-aula invertida en laboratorio, AI-L-: aprendizaje autónomo en las prácticas de laboratorio de Química-Física Óscar R. Montoro, Diana Murillo y Amaya Arencibia	215
34. Elaboración y validación de una escala de valoración para evaluar los saberes sobre el modelo escolar de la regulación del clima Carmen Brenes-Cuevas, María Armario y Natalia Jiménez-Tenorio	221
35. Ensayo de metacognición y enseñar a aprender en la asignatura Química para la Ingeniería Marina del Toro Carrillo de Albornoz	227
36. Perspectivas científicas de los futuros docentes en conversaciones informales Sandra Laso Salvador y Mercedes Ruiz Pastrana	233
37. ¿Qué emociones y clima de aula experimentan docentes en formación inicial cuando realizan prácticas en ciencias? Raquel Romero Fernández, Yolanda González-Castanedo y Mireia Illescas-Navarro	239
38. Enseñanza de la física: evaluación mediada por el aprendizaje cooperativo Francisco Ivanildo de Sousa, Miguel Ángel Queiruga-Dios y Terezinha Valim Oliver Gonçalves	245
39. El Concurso de Cristalización en la Escuela: un espacio para todos Jorge Martín-García y María Eugenia Dies Álvarez	251
40. Educação Ambiental em uma perspectiva crítica através da alfabetização científica: analisando uma atividade pedagógica na escola Fernanda Soton Ferreira Salles, Jéssica Ferreira Abreu e Lígia Cristina Ferreira Machado	257
41. Hórreos y polos creativos: una apuesta por la educación del siglo XXI en la ESO Luis Vázquez López	263

42. Evaluación del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: evidencias a partir de una revisión sistemática de la literatura	
Hugo Oliveira y Jorge Bonito	269
43. A abordagem de temas sociocientíficos no ensino básico: a perspectiva de futuros professores	
António Almeida, Joana Torres e Isilda Rodrigues	275
44. Aprendiendo ciencia y transmitiendo valores: la acuoponia como recurso didáctico	
Beatriz Carrasquer Álvarez, Jorge Pozuelo Muñoz, Eva M. ^a Terrado Sieso, Esther Cascarosa Salillas y Cristina Gil González	281
45. Metodologías activas en la enseñanza y el aprendizaje de las geociencias	
Margarida Morgado, Dorinda Rebelo, Jorge Medina, Jorge Bonito y Luis Marques	287
46. Perspectivas do Teatro do Oprimido como dispositivo de reflexão na formação dos licenciandos em Química	
Camila de Fatima Sant'Ana e Leonardo Maciel Moreira	299
47. Profesorado en formación inicial aprende el significado de la transposición didáctica con el experimento Coca-Cola y pastillas Mentos	
Adrián Ponz-Miranda, Rafael Royo-Torres y Beatriz Carrasquer-Álvarez	305
48. Cómo valoran los futuros maestros el desarrollo de determinadas habilidades en educación primaria	
Oscar González Iglesias, Juan-Carlos Rivadulla-López, Yolanda Golías Pérez y María-Jesús Fuentes-Silveira	311
49. La utilización de TikTok en el aula de física: una oportunidad para el desarrollo del pensamiento creativo	
Javier Eduardo Viau y María Alejandra Tintori Ferreira	317

50. Comprensión de los estudiantes de educación secundaria sobre la naturaleza de los modelos en ciencias	
Ana I. Massa, José M. Oliva y M. Mar Aragón	323
51. Microbiómica en veterinaria. Conceptos y desafíos emergentes	
Miguel Ángel Hurtado Preciado, Irene Hurtado González, José Luis Fernández García, Jorge Valle Manzano, Emilio Mateos Yáñez y Santiago Vadillo Machota	329
52. Propuesta de la asignatura de Microbiología Molecular en Veterinaria. Conceptos, importancia y necesidad (I)	
Miguel Ángel Hurtado Preciado, Irene Hurtado González, José Luis Fernández García, Jorge Valle Manzano, Emilio Mateos Yáñez y Santiago Vadillo Machota	335
53. Representaciones del agua de docentes de una comunidad educativa rural de la cuenca alta del río Cauca, Colombia	
Yanlika Vidal, Alba Leonilde Suárez Arias e Ignacio García Ferrandis	341
54. Formación teórico-práctica y tutela progresiva dentro de la materia de Aviónica del Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica	
Fernando Veiga-López, Gabriel Fontenla-Carrera, Higinio González-Jorge, Eduardo Balvís-Outeiriño, Enrique Aldao-Pensado y Eduardo Ríos-Otero	347
55. Análisis de prácticas pedagógicas de dos docentes de Ciencias para la Ciudadanía desde una perspectiva de género	
Daniela Barria-Díaz, Patricia Inalef y Johanna Camacho	353
56. Optimización del aprendizaje de Sistemas Operativos con simuladores	
María Encarnación González Rufino, Lorena Otero Cerdeira y Francisco Javier Rodríguez Martínez	365

42. Evaluación del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: evidencias a partir de una revisión sistemática de la literatura

Hugo Oliveira¹ y Jorge Bonito^{1, 2}

¹Centro de Investigación en Educación y Psicología de la Universidad de Évora, Portugal, hmjo@uevora.pt

²Centro de Investigación en Didáctica y Tecnología en la Formación de Formadores de la Universidad de Aveiro, Portugal, jbonito@uevora.pt

Resumen

Se aborda la evaluación del trabajo práctico en la educación en ciencias, destacando su relevancia histórica y contemporánea. Con una revisión sistemática de literatura, se identificaron cinco categorías de evaluación del trabajo práctico. Se proporciona una visión integral sobre la evaluación del trabajo práctico.

Palabras clave

Trabajo práctico, educación en ciencias, evaluación, revisión sistemática de la literatura.

Introducción

El desarrollo del trabajo práctico en la educación en ciencias ha sido considerado, desde hace muchos años, como un elemento tradicionalmente estructurador en las dinámicas de enseñanza de sus disciplinas (Hodson, 1996). Sharpe y Abrahams (2020) y Lodge et al. (2024) señalan que su impacto y valor afectivo deben entenderse de manera más profunda que simplemente una actitud genérica hacia la enseñanza de las ciencias, sugiriendo que la participación en proyectos de investigación investigativa aumenta el interés de los estudiantes, así como la calidad de sus actitudes hacia la ciencia. Y el interés, como nos enseñan los estudios neurocientíficos, es la entrada principal del aprendizaje (Blakemore y Frith, 2011; Mora, 2014), un elemento esencial para implicar y comprometer al alumnado en las actividades (Engel, Vizquerra y Solari, 2021). Vitale et al. (2006) demostraron que la forma más simple de evaluar tareas científicas en el contexto de la clase sería mediante el uso de trabajo práctico que representen cada una de

las seis categorías, que señala, integradas en una tipología de evaluación basada en el conocimiento. Brown (2022) sugiere que la evaluación clásica realizada a través de pruebas a menudo ha pasado por alto los complejos factores psicológicos, culturales y contextuales de los examinandos. Por ello, defiende que en una sociedad en la que la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación a distancia se han convertido en una realidad para muchos estudiantes y profesores, depender exclusivamente de una interfaz informática como único medio de evaluación o enseñanza puede deshumanizar la propia experiencia humana de aprender y enseñar. Así, la tecnología deberá apoyar las actividades humanas que los profesores deben llevar a cabo en la escuela, en lugar de intentar sustituirlos por máquinas para enseñar, evaluar y probar.

En este contexto, parece ser importante obtener un retrato actual sobre la relevancia que los científicos y educadores atribuyen al trabajo práctico desarrollado en la enseñanza de las ciencias, donde se busque comprender qué tipo de evaluación se desarrolla en la aplicación de esta metodología, buscando su optimización, en el nivel de enseñanza secundaria, tal como lo definió la International Standard Classification of Education.

Metodología

Se trata de una revisión sistemática de la literatura cuyo proceso de recopilación de datos se llevó a cabo en cuatro importantes bases de datos internacionales (ERIC, Google Scholar, Scopus, Web of Science) y en un agregador de bases de datos portugués (B-on). La búsqueda realizada en estas bases de datos siguió los supuestos establecidos en un protocolo de revisión sistemática de la literatura (Oliveira y Bonito, 2023), registrado en la International Platform of Registered Systematic Review and Meta-analysis Protocols (INPLASY). Este documento contiene los criterios de inclusión y exclusión, definidos con el objetivo de identificar los documentos más relevantes para el desarrollo de esta revisión.

El protocolo también incluye los objetivos asociados con esta revisión sistemática, la pregunta principal de investigación, así como las palabras clave, cuya combinación permitió el diseño de ecuaciones de búsqueda que se aplicarían en las diferentes bases de datos. En primer lugar, fue necesario definir la pregunta principal que guiaría toda la investigación, utilizando la herramienta de estrategia de búsqueda *SPIDER* (Cooke et al., 2012), lo que llevó a la pregunta de investigación: ¿cuál es el estado actual del arte en cuanto al trabajo práctico en la educación científica preuniversitaria? Basándose en la pregunta de investigación, se definieron las siguientes palabras clave para la búsqueda en las diferentes bases de datos seleccionadas y en el agregador: *practical work*, *science education*, *secondary schools*. Después de aplicar las palabras clave definidas, utilizando descriptores adecuados, empleando operadores booleanos específicos y cumpliendo con los criterios establecidos en el protocolo de investigación diseñado, el resultado inicial de la recolección de datos encontró 163 publicaciones con potencial interés.

Al final del proceso de selección, se escogieron 53 estudios para formar el corpus de esta revisión sistemática de la literatura. El proceso de identificación de los estudios considerados siguió las pautas recomendadas por la declaración *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2021). El análisis, caracterización y organización de los estudios se realizó con el apoyo del software de gestión bibliográfica Mendeley. Se llevó a cabo la búsqueda sobre varias dimensiones del trabajo práctico, aunque aquí nos limitemos a las metodologías/tipologías de evaluación. Los resultados fueron registrados en un archivo .docx para su análisis posterior. Finalmente, se procedió a la síntesis de los datos y a la evaluación de la calidad de la evidencia, mediante la triangulación de la información obtenida en cada estudio individual, integrándola en una visión holística del estado del arte sobre el trabajo práctico, con el objetivo de difundir los resultados obtenidos a través de esta publicación.

Resultados

Respecto a los tipos/metodologías de evaluación, la literatura permite reconocer que, de manera global, se seleccionan principalmente tres grandes categorías de estrategias para llevar a cabo la evaluación del trabajo práctico en la educación en ciencias.

La metodología más significativa consiste en un tipo de evaluación realizada a través de un marco específico, utilizando procedimientos especialmente diseñados para evaluar un trabajo práctico que se desarrollará en un contexto específico, y que se centra en un fenómeno dado. En estos casos, se utilizan instrumentos de evaluación especialmente diseñados y/o adaptados a la situación específica en cuestión, como fue apuntado por Fadzil y Saat (2019). La estructura del sistema de evaluación integra una serie de elementos tales como la influencia del contexto físico, la relación entre el desarrollo de conocimientos y competencias, y lo realista e interesante que se presenta la tarea ante el alumnado.

En segundo lugar, la evaluación del trabajo práctico se realiza a través de pruebas teóricas y/o prácticas, así como mediante hojas de trabajo tal como demostraron Ramnarain y de Beer (2013). La predominancia de este tipo de evaluación parece ser un factor que restringe el carácter auténtico de la ciencia investigativa, ya que a menudo sigue rutinas rígidas y estereotipadas, y también tiene un modelo de prueba influenciado por las políticas nacionales.

La tercera forma de evaluación más frecuente del trabajo práctico consiste en enfoques formativos que incluyen, por ejemplo, la discusión y explicación de una serie de preguntas, así como aspectos relacionados con predicciones, creación de métodos, resolución de problemas, discusión de conclusiones o explicación de fenómenos científicos, así como en el proceso descrito en el estudio de Wilson (2018). Las actividades prácticas pueden beneficiarse de un enfoque de evaluación formativa cuando implican hacer preguntas al alumnado, las cuales se utilizarán para mejorar el aprendizaje y la comprensión de los fenómenos. La intención es

dar al alumnado un motivo para recordar los contenidos y habilidades desarrollados, también ayudándoles a comprender los límites de su propio conocimiento.

En cuarto lugar, la evaluación del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias puede llevarse a cabo mediante la aplicación de un instrumento específico estandarizado y/o incluir la participación de un examinador externo, cuya función es entrevistar al alumnado y examinar su competencia en la realización de tareas de laboratorio en el contexto escolar, como demostró Kennedy (2013).

Por último, se destaca la evaluación del trabajo práctico a través de un portafolio de informes de laboratorio, desarrollado por el alumnado con la mediación del profesor, como se ilustra en el estudio de Mamlok-Naaman y Barnea (2012).

Conclusiones

A través de una revisión sistemática de la literatura, se identificaron cinco categorías de evaluación del trabajo práctico, desde un marco específico hasta un portafolio. La investigación también ha revelado que el desarrollo del trabajo práctico a través del aprendizaje basado en la indagación, así como su evaluación adecuada, requiere espacios adecuados y clases no muy grandes, lo cual no es una realidad en muchas escuelas. Además, el consumo de tiempo y la cantidad de trabajo asociados con los procesos de evaluación de actividades de esta naturaleza desalientan tanto al alumnado como a profesores.

Queda claro que el alumnado, a menudo, está más preocupado por terminar el trabajo práctico de acuerdo con lo que cree que se espera en el guion/protocolo de seguimiento o por parte del propio profesor, lo que bloquea gran parte de las oportunidades de aprendizaje, contribuyendo así al desvío y la distorsión del objetivo principal del trabajo práctico.

Este estudio proporciona una visión integral sobre la evaluación del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias, contribuyendo al avance de la investigación en este campo.

Agradecimientos

Este trabajo es financiado con fondos nacionales a través de FCT – Fundación para la Ciencia y Tecnología - Portugal, I.P., en el ámbito de los proyectos UIDB/04312/2020 y UI/BD/151078/2021.

Referencias

Blakemore, S.-J. y Frith, U. (2011). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel.

Brown, G. (2022). The past, present and future of educational assessment: A transdisciplinary perspective. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1060633>.

Cooke, A., Smith, D. y Booth, A. (2012). Beyond PICO: The SPIDER tool for qualitative evidence synthesis. *Qualitative Health Research*, 22 (10), 1435-1443. <https://doi.org/10.1177/1049732312452938>.

Engel, A., Vizquerra, M. I. y Solari, M. (2021, mayo). Trabajar con y a partir de los intereses de aprendizaje del alumnado. *Cuadernos de Pedagogía*. <https://11nq.com/q9LAf>.

Fadzil, H. M. y Saat, R. M. (2019). The development of a resource guide in assessing students' science manipulative skills at secondary schools. *Journal of Turkish Science Education*, 16 (2), 240-252. <https://doi.org/10.12973/tused>.

Griffin, P., Care, E. y McGaw, B. (2012). The changing role of education and schools. En P. Griffin, B. MacGaw y E. Care (eds.), *Assessment and Teaching of 21st century Skills* (pp. 1-16). Springer.

Hodson, D. (1996). Practical work in school science: Exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760. <https://doi.org/10.1080/0950069960180702>.

Kennedy, D. (2013). The role of investigations in promoting inquiry-based science education in Ireland. *Science Education International*, 24 (3), 282-305. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1022335.pdf>.

Lodge, W. G., Reiss, M. J. y Sheldrake, R. (2024). Investigative school research projects in Biology: Effects on students. En K. Korfiatis, M. Grace y M. Hammann (eds.), *Shaping the future of biological education research* (pp. 107-117). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44792-1_8.

Mamluk-Naaman, R. y Barnea, N. (2012). Laboratory activities in Israel. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8 (1), 49-57. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.816a>.

Mora, F. (2014). *Neuroeducación*. Alianza Editorial.

Oliveira, H. y Bonito, J. (2023). Practical work in science education: A systematic literature review. *INPLASY Protocol*, 10023. <https://doi.org/10.37766/inplasy2023.1.0023>.

Page, M. J. et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. En *The BMJ*, 372 (71). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

Ramnarain, U. y de Beer, J. (2013). Science students creating hybrid spaces when engaging in an expo investigation project. *Research in Science Education*, 43 (1), 99-116. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9246-1>.

Sharpe, R. y Abrahams, I. (2020). Secondary school students' attitudes to practical work in biology, chemistry and physics in England. *Research in Sci-*

ence & Technological Education, 38 (1), 84-104.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1597696>.

Vitale, M., Romance, N. y Dolan, M. (2006). A knowledge-based framework for the classroom assessment of student science understanding. En M. McMahon et al. (eds.), *Assessment in science: Practical experiences and education research* (pp. 1-16). National Science Teachers Association.

Wilson, T. (2018). *The development, implementation, and evaluation of labdog – A novel web-based laboratory response system for practical work in science education*. Tesis doctoral, University of Southampton. University of Southampton Institutional Repository. <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/418168>.