



Samuel David Vargas-Neira

E-mail: svargas85@uan.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5952-3186>

Andrés Bernal-Ballén

E-mail: abernal93@uan.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2033-3817>

John Jairo Briceño-Martínez

E-mail: decano.educacion@uan.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2285-8396>

Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Vargas-Neira, S. D., Bernal-Ballén, A., & Briceño-Martínez, J. J. (2024). Los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes: una revisión sistemática de literatura. *Revista Sociedad & Tecnología*, 7(2), 205-222. DOI: <https://doi.org/10.51247/st.v7i2.416>.

==== o ====

Los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes: una revisión sistemática de literatura

RESUMEN

Los trabajos prácticos han sido fuente inagotable de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias. Dada su importancia y la incidencia en los desempeños de los estudiantes, se hace necesario desarrollar una revisión sistemática de la literatura, con el objetivo de identificar las relaciones entre estas dos variables (trabajos prácticos y desempeño de los estudiantes). Se utilizó la metodología PRISMA, así como los métodos: revisión documental y hermenéutico. Se exploraron las bases de datos *Scopus* y *Web of Science*, de donde se seleccionaron 33 publicaciones, en las que las que emergieron tres categorías principales: construcción de conocimientos, desarrollo de habilidades y cambios de actitud en los estudiantes. Los resultados obtenidos sugieren la importancia de la implementación de trabajos prácticos al favorecer en el desempeño de los estudiantes estas tres categorías; además, favorecen la generación de alternativas de evaluación, específicamente formativa para mejorar los procesos de aprendizaje. Los trabajos prácticos mediados por tecnologías de la información y la comunicación ofrecen un potencial significativo en los aprendizajes, desarrollo de habilidades y mejora en las actitudes de los estudiantes.

Palabras clave: trabajo práctico, estudiantes, desempeño, conocimientos, habilidades, actitudes

Practical works and students' achievement: a systematic literature review

ABSTRACT

Practical work has been an inexhaustible source of research in the field of science teaching. Given its importance and the impact on student performance, it is necessary to develop a systematic review of the literature, with the objective of identifying the relationships between these two variables (practical work and student performance). The PRISMA methodology was used, as well as the methods: documentary review and hermeneutics. The Scopus and Web of Science databases were explored, from which 33 publications were selected, in which three main categories emerged: construction of knowledge, development of skills and changes in attitude in students. The results obtained suggest the importance of the implementation of practical work by promoting these three categories in student performance; Furthermore, they favor the generation of evaluation alternatives, specifically formative to improve learning processes. Practical work mediated by information and communication technologies offers significant potential in learning, skill development and improvement in students' attitudes.

Keywords: practical work, students, performance, knowledge, skills, attitudes

==== o =====

Trabalho prático e desempenho dos alunos: uma revisão sistemática da literatura

RESUMO

O trabalho prático tem sido uma fonte inesgotável de pesquisas no campo do ensino de ciências. Dada a sua importância e o impacto no desempenho dos alunos, torna-se necessário desenvolver uma revisão sistemática da literatura, com o objetivo de identificar as relações entre estas duas variáveis (trabalho prático e desempenho dos alunos). Foi utilizada a metodologia PRISMA, bem como os métodos: revisão documental e hermenêutica. Foram exploradas as bases de dados Scopus e Web of Science, das quais foram selecionadas 33 publicações, nas quais emergiram três categorias principais: construção de conhecimento, desenvolvimento de competências e mudanças de atitude nos alunos. Os resultados obtidos sugerem a importância da realização de trabalhos práticos promovendo estas três categorias no desempenho dos alunos; Além disso, favorecem a geração de alternativas de avaliação, especificamente formativas para melhorar os processos de aprendizagem. O trabalho prático mediado pelas tecnologias de informação e comunicação oferece um potencial significativo na aprendizagem, no desenvolvimento de competências e na melhoria das atitudes dos alunos.

Palavras-chave: trabalho prático, alunos, desempenho, conhecimentos, habilidades, atitudes

==== o =====

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias promueve la adquisición de competencias para la formación ciudadana., y una de las líneas para lograr tales fines, es el desarrollo de trabajos prácticos, que están relacionados con las tareas en los laboratorios que implican experimentación. Para algunos autores su importancia radica en que las actividades prácticas inciden positivamente en la motivación del estudiante (Hernández et al., 2018). Otra línea es aquella que encuentra una correspondencia en el desarrollo de habilidades investigativas (Park y Song, 2018).

El trabajo práctico ha sido concebido como una herramienta para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, de tal forma que permite el avance de los estudiantes en la adquisición de habilidades y en la vivencia de conceptos científicos (Gallego et al., 2019). También se han definido como una herramienta que brinda al estudiante oportunidades de experimentar con el mundo natural con el propósito de aprender (Chen y Eilks, 2019).

Por su parte, Shana y Abulibdeh (2020) proponen el trabajo práctico como el medio que tiene la educación para el desarrollo de notaciones científicas y creación de modelos para comprobar hipótesis; del mismo modo, ayuda a comprender la diferencia entre la observación y los resultados obtenidos. En ese sentido, Marín González, et al (2018) han reconocido la importancia del trabajo práctico como un pilar fundamental para el cumplimiento de los propósitos de aprendizaje de las ciencias y las ciencias en sí. Además, la actividad de laboratorio reconoce una multiplicidad de propósitos en la enseñanza de las ciencias (Alegre Buj y Cuetos Revuelta, 2020; Woithe et al., 2022).

Estas intencionalidades están notablemente relacionadas con los propósitos de aprendizaje que se pretenden desarrollar en los estudiantes. Por tanto, los trabajos prácticos les ayuda a ampliar sus conocimientos del mundo real y comprender las ideas, teorías y modelos que la ciencia usa para aplicarlos. También, les permiten aprender el manejo de instrumentos, siguiendo protocolos y procedimientos validados. Por último, los trabajos prácticos llevan a los estudiantes a identificar, apropiarse y desarrollar procesos investigativos que se aplican en el ámbito científico (Fadzil y Saat, 2020).

De igual forma, la implementación de trabajos prácticos permite que se realicen cambios en los planes de estudio, de tal modo que permita la comprensión de los estudiantes, cuando estos presentan situación de discapacidad (Kizilaslan et al., 2021). Lo anterior promueve el surgimiento de alternativas de solución a las problemáticas del contexto, a pesar de no estar presentes en muchos planes de estudio (Gumilar y Ismail, 2021). Es notable que, independiente de las dificultades de comprensión de los estudiantes con respecto a los conceptos trabajados en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se consigue comprensión conceptual y autoeficacia de forma significativa (Awad, 2021). Es valioso puntualizar que las tareas prácticas se diseñan para mantener el ritmo del desarrollo de habilidades básicas, como el manejo de instrumentos, simuladores y programas (Baladoh et al., 2017; You, 2019).

Sin embargo, la abundante literatura científica sobre trabajos prácticos ha reconocido dificultades en su implementación: nociones cerradas en la concepción del trabajo práctico o la inadecuada implementación de este (Akuma y Callaghan, 2019); además, de la carencia de procesos de análisis y comprensión de los conceptos científicos y metodologías asociadas al trabajo en el laboratorio (Alegre Buj y Cuetos Revuelta, 2020). Muchas de las intervenciones son de tipo demostrativo, a causa de que la premisa es "ver y no tocar" por la prevención de accidentes.

Por lo tanto, la implementación de trabajos prácticos en ciencias se ha limitado a la comprobación de teorías leídas o trabajadas en la clase, debido a que se presentan como un producto terminado, de forma tipo receta, con resultados esperados, relegando la construcción o el impulso de nuevas teorías (Lin y Tsai, 2018; Lal et al., 2020) o el desarrollo del pensamiento crítico (Zorrilla et al., 2019). Esas limitaciones hacen que los estudiantes se apropien escasamente de los saberes, por lo tanto, se revelan dificultades en los desempeños cuando presentan algún tipo de prueba académica.

El desempeño de los estudiantes ha sido objeto de investigación (Crujeiras Pérez y Jiménez Aleixandre, 2015; Blanco Anaya y De Bustamante, 2017); se ha abordado desde los procesos de aprendizaje de las ciencias para el desarrollo de competencias, evidenciado en los resultados de las pruebas estandarizadas como el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés). Además, los desempeños de los estudiantes están relacionados con la obtención de resultados en pruebas escritas para

evaluar competencias científicas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OECD], 2006). Es notable que los informes suministrados por PISA se han utilizado como insumo de aprendizaje para dar cuenta de la aplicación de hechos, contenidos y conocimientos, desde el punto de vista memorístico, sin que se desarrollen procesos de reflexión en el aula (Crujeiras Pérez y Jiménez Aleixandre, 2015).

Los aspectos que se evalúan, de acuerdo con la (OECD, 2006) son: identificación de cuestiones científicas, que relacionan los contenidos que son posible investigar, palabras clave para la búsqueda de información científica y características clave de una investigación científica. Otro aspecto identificado es la explicación científica de fenómenos que abarca aplicación de conocimientos científicos en una situación determinada, descripción o interpretación científica de fenómenos, y predicción de cambios. Por último, otros elementos tenidos en consideración son utilizar la evidencia científica, que implica la identificación de pruebas científicas, la elaboración y comunicación de conclusiones, la identificación de los supuestos, las pruebas y los razonamientos que sostienen las conclusiones, y la reflexión sobre las implicaciones sociales de la ciencia y los avances tecnológicos.

A pesar del desarrollo de procesos de investigación sobre el desempeño de los estudiantes, tanto desde lo memorístico en contenidos como desde una perspectiva teórica, existen escasos estudios relacionados con el diseño, implementación y evaluación de trabajos prácticos y su incidencia en el desempeño de los educandos. De aquí, la pertinencia e importancia del presente trabajo, que tiene como objetivo identificar las relaciones entre los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes. En tal sentido, se busca dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las relaciones entre la implementación de trabajos prácticos de ciencias y el desempeño de los estudiantes?

METODOLOGÍA

La presente revisión sistemática se ha desarrollado teniendo en cuenta las directrices de la metodología PRISMA (Mengist et al., 2020; Page et al., 2021). En la figura 1 se ilustra el procedimiento PRISMA aplicado para la realización de la revisión sistemática de literatura.

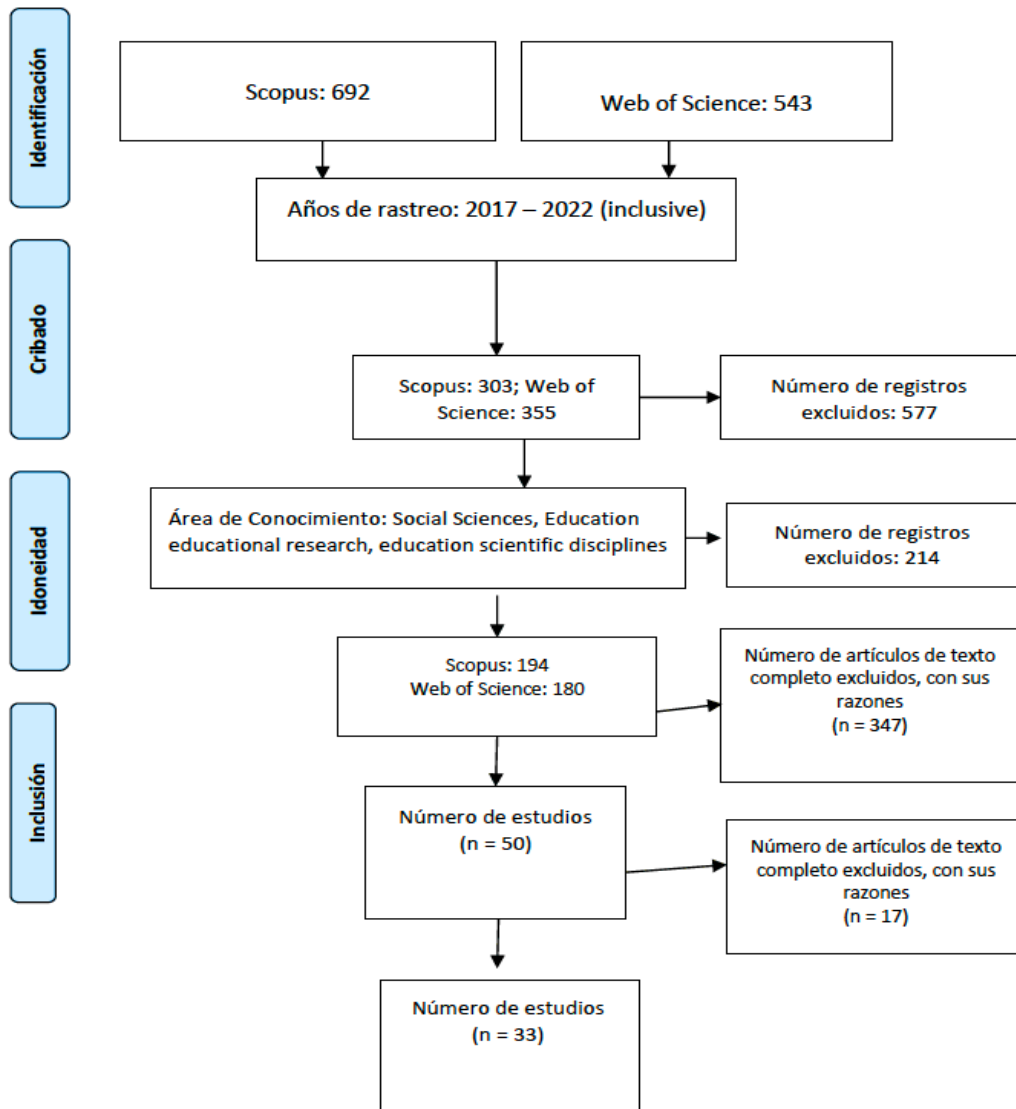


Figura 1. Procedimiento PRISMA para revisión sistemática
Fuente: Mengist et al. (2020) y Page et al. (2021)

Procedimiento. Las bases de datos seleccionadas fueron *Scopus* y *Web of Science (WoS)*. En la localización de la literatura potencialmente relevante se utilizó la cadena de búsqueda conformada por palabras clave: *Practical AND Works AND student AND Achievement* (en inglés) y trabajos AND prácticos AND desempeño AND estudiantes (en español). Además, para *WoS* se consideraron las áreas de *Education Educational Research & Education Scientific Disciplines* y para *Scopus*, *Social Sciences*. Se tuvieron en cuenta el título, el resumen y las palabras clave. Una vez recuperada y seleccionada la literatura se procedió a su análisis, interpretación, resumen y cotejo con el auxilio de los métodos de revisión documental y hermenéutico.

Criterios de inclusión y exclusión. Se tuvieron en cuenta estudios empíricos donde se identificaron la implementación de trabajos prácticos y su incidencia en el desempeño de los estudiantes. Como áreas académicas se consideraron trabajos en Química, Biología, Física, Ciencias de la salud y Ciencias de la ingeniería. El periodo de selección se consideró entre los años 2017 y 2022. Quedaron excluidas las investigaciones no empíricas, como revisiones teóricas, metaanálisis o estudios de caso único.

Codificación de variables de estudio. Para registrar la información más relevante de los artículos seleccionados, se utilizó una matriz de registro, donde se consignaron: nombre del autor(es), año de publicación, muestra, objetivo y hallazgos significativos.

RESULTADOS

A continuación, se expresan los resultados obtenidos que dan respuesta a la pregunta de investigación; donde se evidenció la incidencia de los trabajos prácticos en el desempeño de los estudiantes. En el cuadro 1 se muestra el resumen de las publicaciones obtenidas.

Cuadro 1. Resumen de publicaciones obtenidas

No.	Autor(es), año	Muestra poblacional	Objetivo	Hallazgos
1	(Alneyadi, 2019)	45 profesores	Explorar las percepciones de los profesores de ciencias sobre la naturaleza de la implementación de laboratorios virtuales y su contribución al desarrollo del aprendizaje.	Hubo mejoría en habilidades científicas como investigación, indagación, observación, medición, exactitud, precisión y planificación. También se evidenció progreso en habilidades intelectuales como pensamiento crítico, toma de decisiones, resolución de problemas y en actitudes hacia la ciencia.
2	(Awad, 2021)	120 estudiantes	Examinar la influencia de la metodología STEM (<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>) en el aprendizaje y motivación de los estudiantes en el tema de sonido.	El trabajo práctico favoreció el éxito y la motivación de los estudiantes.
3	(Baladseh et al., 2017)	50 estudiantes	Investigar la efectividad de la implementación de laboratorios virtuales en el aprendizaje de los conceptos de circuitos electrónicos.	La implementación de trabajos prácticos virtuales ayudó a los estudiantes a organizar hechos, información y conceptos, se identificó una mejora en los aprendizajes de los estudiantes en las habilidades, aumentó el rendimiento y facilitó la comprensión de los conceptos científicos.
4	(Boyle, 2019a)	14 estudiantes	Describir en detalle los trabajos prácticos a implementar en un proyecto extracurricular de enseñanza de la Física.	Se ejemplifican trabajos prácticos que promueven la participación de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de eventos científicos.
5	(Boyle, 2019b)	14 estudiantes	Describir una iniciativa de mejora de un club STEM para captar el interés de los estudiantes por el aprendizaje de la Física.	Se presentó impacto positivo en la implementación de trabajos prácticos, en la que los estudiantes son líderes de sus aprendizajes, desarrollando habilidades en solución de problemas y mejora de la actitud hacia el aprendizaje de la Física.
6	(Boyle, 2019c)	14 estudiantes	Identificar la incidencia de un proyecto extracurricular basado en STEM con relación a las actitudes, autoeficacia y desempeño de los estudiantes.	Se presentó mejoría importante en la visión sobre la ciencia y los científicos por parte de los estudiantes, a tal punto, que la mayoría de estos desean participar en el club de forma permanente. Además, se identificó que los estudiantes mejoraron su desempeño en ciencias y perciben a esta como una oportunidad de desarrollar su proyecto de vida.
7	(Chu et al., 2021)	66 estudiantes	Evaluar la incidencia de la implementación y evaluación de un <i>kit</i> de prácticas para la enseñanza del sonido, usando teléfonos celulares.	La implementación del <i>kit</i> de prácticas mejoró la comprensión de los estudiantes en los conceptos de sonido. Promueve el proceso de enseñanza y aprendizaje interactivo en educación secundaria.
8	(Fadzil y Saat, 2020)	8 docentes.	Identificar la competencia de profesores de biología en la	Los estudiantes no son acompañados eficazmente en el trabajo práctico,

Los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes: una revisión sistemática de literatura.

			realización de trabajos prácticos y su incidencia en los estudiantes.	trayendo como consecuencia baja participación en los experimentos y poco desarrollo de habilidades.
9	(Fung, 2020)	20 estudiantes entre 16 y 17 años.	Estudiar el mecanismo de interacción entre el aula invertida y el trabajo práctico; así como su incidencia en la implementación en STEM.	El trabajo práctico es esencial para una mejor comprensión, proporciona hechos para contrastar hipótesis.
10	(Ghani et al., 2017)	32 estudiantes	Observar la incidencia del uso de mapas conceptuales como herramientas evaluativas para promover habilidades de pensamiento de los estudiantes.	La construcción de mapas conceptuales es adecuada para el desarrollo de procesos de evaluación de la comprensión de actividades.
11	(Giroto Junior et al., 2022)	24 estudiantes	Evaluar las implicaciones pedagógicas de la implementación de trabajos prácticos remotos.	Los trabajos prácticos remotos son una alternativa viable para el desarrollo de experimentos, que promueven la participación de los estudiantes y la interacción con el docente. Aunque estos no reemplazan totalmente a los trabajos prácticos tradicionales son un complemento para los procesos de aprendizaje.
12	(Hernández Serrano y Muñoz Rodríguez, 2020)	210 docentes y 280 estudiantes.	Identificar la percepción de los estudiantes sobre los conceptos científicos y su aplicación en la vida cotidiana. Examinar la percepción de los docentes sobre las metodologías utilizadas para el aprendizaje de disciplinas STEM y analizar el valor de actividades formativas innovadoras.	Se percibe el trabajo práctico como actividad interesante, sin embargo, es la que menos se utiliza por parte de los docentes.
13	(Itzek Greulich y Vollmer, 2017)	1228 estudiantes	Investigar sobre el estado emocional y la motivación en el aprendizaje de las ciencias.	Los estudiantes consideran que los trabajos prácticos son más fáciles y los prefieren con respecto a otras formas de enseñar las ciencias, preferiblemente cuando estos se abordan en equipo.
14	(Kichukova y Taneva, 2021)	190 estudiantes	Establecer la influencia de la motivación de estudiantes y auxiliares de laboratorio médico en el proceso de aprendizaje.	El trabajo práctico promueve la orientación al logro del aprendizaje de estudiantes y auxiliares de laboratorio médico.
15	(Kizilaslan et al., 2021)	9 estudiantes	Evaluar la incidencia de un material diseñado y desarrollado para la enseñanza de materia y energía para estudiantes en situación de discapacidad.	El material suministrado fue efectivo en los aprendizajes; se obtuvieron resultados satisfactorios en las pruebas académicas.
16	(Kurtulmus-Yilmaz y Önöral, 2022)	358 estudiantes	Comparar el desempeño de estudiantes en un curso de anatomía dental mediado de dos grupos, uno presencial y otro virtual.	El desempeño de los estudiantes participantes en la metodología virtual fue más alto que los estudiantes del método presencial, en el que se abre un abanico de posibilidades para el aprendizaje (simulación virtual y la realidad aumentada, y su combinación).
17	(Lal et al., 2017)	259 estudiantes	Investigar la efectividad de la implementación de un modelo de evaluación de trabajo práctico a estudiantes de 2 año de ingeniería.	El trabajo práctico promueve el desarrollo de habilidades esenciales en los estudiantes. Habilidades como la escritura de informes, desarrollo de habilidades investigativas, comprensión conceptual, aplicación de técnicas, habilidades de trabajo en equipo y

Los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes: una revisión sistemática de literatura.

				habilidades comunicativas fueron destacadas en el desempeño de los estudiantes.
18	(Lal et al., 2020)	29 estudiantes y 22 docentes	Evaluar las interacciones entre docentes y estudiantes que contribuyen a la consecución de resultados de aprendizaje.	La interacción cara a cara tiende a ser el modo preferido para los estudiantes, pues resulta más fácil el manejo de instrumentos. A pesar de los avances en las interacciones, los estudiantes continúan dependiendo de los docentes en el trabajo práctico, debido a que el diseño presentado es tipo receta.
19	(Lee et al., 2017)	71 estudiantes	Medir la forma en la que los estudiantes de odontología evaluaban su desempeño en procedimientos odontológicos.	Los estudiantes que presentaban bajo rendimiento sobrevaloraban su autoevaluación, mientras que los estudiantes destacados con buenos resultados presentaban mejor precisión en sus procesos autoevaluativos, al punto que subestimaban su propio rendimiento.
20	(Li et al., 2022)	18 estudiantes	Evaluar la incidencia de un curso de laboratorio de clonación de ratones con la utilización de ingeniería genética y simulación de computador.	La utilización de simulación por computador es una alternativa efectiva para ayudar a los estudiantes en el diseño de proyectos, comunicación e interpretación de resultados y la autogestión, sin comprometer los propósitos de aprendizaje en el trabajo práctico.
21	(Lin y Tsai, 2018)	390 estudiantes	Investigar la autoeficacia de estudiantes taiwaneses y sus fuentes.	El trabajo práctico permite a los estudiantes tener experiencias al aplicar los conceptos en las actividades de laboratorio. Las actividades se desarrollan desde el estilo de trabajo tipo receta, para confirmar teorías vistas en las sesiones de clase y en los libros de texto, llevando a que la autoeficacia se debilite en el tiempo.
22	(Olelewe et al., 2021)	315 estudiantes	Determinar la incidencia de una metodología de aprendizaje de instalaciones eléctricas.	Se promovió el mejoramiento de habilidades y el rendimiento de los estudiantes.
23	(Ping et al., 2019)	112 estudiantes	Determinar la eficacia de la implementación de un modelo de indagación orientada a la argumentación con trabajo práctico para el mejoramiento de habilidades de pensamiento científico en estudiantes.	Los estudiantes mejoraron sus habilidades de argumentación y de pensamiento científico, en comparación con metodologías tradicionales de enseñanza.
24	(Rayistan et al., 2020)	141 estudiantes	Demostrar la posibilidad de introducir trabajos prácticos virtuales en procesos de aprendizaje a distancia de futuros químicos.	La implementación de trabajos prácticos virtuales promueve la motivación, la auto-preparación y el dominio de nuevo material, centrando el ejercicio en el proceso experimental y no en los equipos y herramientas.
25	(Röllke Großmann, 2022)	y 170 estudiantes.	Identificar los predictores de motivación intrínseca de los estudiantes en entornos de trabajo práctico extracurricular.	Los trabajos prácticos extracurriculares promueven el aprendizaje de los estudiantes, independiente de sus características. La motivación intrínseca se moviliza cuando el docente genera ambientes de autonomía en los estudiantes.
26	(Shana Abulibdeh, 2020)	y 98 estudiantes	Evaluar el efecto del trabajo práctico en el rendimiento académico en ciencias.	Los estudiantes que desarrollaron su proceso con trabajos prácticos tuvieron mejores desempeños con respecto a los que trabajaron con metodología tradicional, fomentando la motivación y la comprensión de los conceptos científicos.

Los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes: una revisión sistemática de literatura.

27	(Steger et al., 2020)	129 estudiantes	Comparar la incidencia de la implementación de trabajos prácticos virtuales en comparación con los realizados en forma tradicional.	Se obtuvieron mejores resultados de aprendizaje en la implementación de trabajos prácticos de forma tradicional en comparación a los trabajos prácticos virtuales, no obstante, se reconoce el potencial que tiene la intervención virtual.
28	(Tomažič et al., 2020)	123 estudiantes	Evaluar la incidencia que tiene los dominios cognitivo y afectivo de conceptos biológicos cuando se experimenta con animales venenosos y peligrosos.	El trabajo con animales venenosos promovió el cambio de actitudes en los estudiantes, en cuanto a la concepción que se tiene sobre el interés por el aprendizaje. Actitudes como el miedo y la repulsión disminuyeron significativamente, y se podrían mejorar las actitudes cuando se usan espacios de trabajo como los zoológicos.
29	(Valiente et al., 2020)	184 estudiantes	Evaluar la incidencia de la implementación de laboratorios portátiles en el desarrollo de habilidades prácticas en estudiantes de electrónica.	Los estudiantes mostraron resultados satisfactorios en términos de la comprensión del uso de laboratorio portátil, en cuanto a percepción, actitudes y satisfacción en sus aprendizajes.
30	(Vlaardingerbroek et al., 2017)	234 estudiantes	Identificar los conocimientos y actitudes sobre microscopía que tienen los estudiantes universitarios a partir de su experiencia de aprendizaje en la secundaria.	Se evidencian experiencias positivas en los aprendizajes de los estudiantes en el manejo del microscopio, el cambio de actitudes hacia la ciencia, la participación de los estudiantes y mejoras en la construcción del conocimiento del manejo de instrumentos.
31	(Wellhöfer y Lühken, 2022)	14 estudiantes	Identificar los factores que mejoraron la motivación intrínseca en los conceptos de aprendizaje basado en problemas con trabajo práctico en un curso de química inorgánica.	El aprendizaje basado en problemas tiene un potencial excelente para el trabajo práctico al mejorar la motivación del estudiante, llevando a este a tener un aprendizaje autónomo de los conceptos científicos.
32	(Woithe et al., 2022)	509 estudiantes.	Analizar la incidencia de los resultados motivacionales y los factores que influyen en la experiencia que adquieren los estudiantes en sus procesos de formación científica con trabajo práctico.	Se obtuvieron resultados positivos en el aspecto motivacional y la autopercepción de los estudiantes en la imagen de ciencia, hubo progreso en las mujeres, que mostraron mayor interés por el aprendizaje de las ciencias, mayor curiosidad por el trabajo en el laboratorio y aprendizaje en contextos externos a la escuela.
33	(You, 2019)	No se manifiesta	Analizar la incidencia de procesos de evaluación formativa con la implementación de trabajos prácticos en educación en ingeniería de microondas.	Se obtuvieron resultados positivos en los aprendizajes de los estudiantes en un curso de ingeniería de microondas.

Se identificaron 96 autores de 19 países distribuidos en 24 revistas. Con relación a los años de publicación de los artículos se identifica que entre los años 2017-2019 se publicaron 13 artículos y entre 2020 y 2022 se reconocieron 20 publicaciones. La revisión sistemática desveló tres categorías principales en las relaciones entre los trabajos prácticos y el desempeño de los estudiantes. Estas son desarrollo de habilidades, construcción de conocimiento y cambio de actitudes. El cuadro 2 brinda información sobre los documentos analizados que abordaron cada una de esas categorías.

Cuadro 2. Categorías identificadas en la revisión sistemática

Categoría	Subcategorías	Artículos
Desarrollo de habilidades	Indagación	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,
	Observación	14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,
	Trabajo en equipo	26, 27, 29, 33
	Habilidades comunicativas	
	Presentación e interpretación de resultados	
	Desarrollo de pensamiento científico	
	Formulación de hipótesis	
Construcción del conocimiento	Producción de tablas y resultados	
	Clasificación	
	Transformación de conocimientos teóricos en prácticos	1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32
	Comprensión profunda de conceptos	
Cambio de actitudes	Argumentación	
	Cultivar el interés por la ciencia	1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 25, 28, 29, 30, 32
	Motivación	
	Autoeficacia	
	Construcción de proyecto de vida	

La relación más frecuente en las publicaciones estudiadas fue el desarrollo de habilidades de los estudiantes con cerca del 84%. El análisis de los documentos seleccionados sugiere que la implementación de trabajos prácticos ayuda a desarrollar procesos de mejoramiento de habilidades científicas, dentro de las que se destacan la indagación, la observación, el trabajo en equipo, habilidades comunicativas, la presentación e interpretación de resultados y la autogestión; asimismo, los documentos evidenciaron que el desarrollo de habilidades de razonamiento tiene impactos positivos en el éxito académico.

Alrededor del 73% de las publicaciones analizadas están relacionadas con los trabajos prácticos y su incidencia en la construcción de conocimientos. Los resultados desvelaron que, el diseño e implementación de trabajos prácticos mejoró los conocimientos científicos de los estudiantes, en el que estos transformaron los conocimientos teóricos en prácticos. De igual forma, los resultados obtenidos en los procesos de evaluación de trabajos prácticos evidencian esta transformación. También se destaca el uso de mapas conceptuales como insumo de evaluación.

Por otro lado, al menos el 42% de los artículos reportados están relacionados con la implementación de trabajos prácticos y su incidencia en el cambio de actitudes en los estudiantes. Esta implementación permite transformar la visión de la ciencia para hacerla más cercana a la realidad de los estudiantes. Además, existe evidencia de una incidencia positiva en relación a la motivación intrínseca e interés de los estudiantes hacia la ciencia, tal como se reconoce en las investigaciones de Lee et al. (2017), Vlaardingerbroek et al. (2017), Shana y Abulibdeh (2020), y Woithe et al. (2022). Igualmente, fueron identificadas actitudes como la autoeficacia y hacia la construcción de proyectos de vida. Elementos confirmados mediante las investigaciones de Boyle (2019a, 2019b, 2019c) y Fung (2020).

De igual forma, el diseño e implementación de trabajos prácticos fomentó la curiosidad por el trabajo en el laboratorio y permitió generar ambientes de autonomía en el aprendizaje de los conceptos científicos, en ambientes externos a la escuela; resultados que están en correspondencia con las aportaciones de Röllke y Großmann (2022), Woithe et al. (2022) y, Wellhöfer y Lühken (2022). El cambio de actitud hacia la ciencia es uno de los aspectos destacados de la implementación de los trabajos prácticos. Por ejemplo, actitudes como el miedo y la repulsión fueron disminuidas de forma significativa cuando los estudiantes se enfrentan a cierto tipo de trabajos prácticos (manipulación de animales venenosos) (Tomažič et al., 2020). La revisión sistemática permitió evidenciar que, a través de los trabajos prácticos, la imagen de ciencia mejora en los estudiantes. Estos comienzan a percibirla como

interesante y aplicada en la vida cotidiana. Además, deja de ser reduccionista y no está centrada en el aprendizaje de fórmulas complicadas (Álvarez Herrero y Valls Bautista, 2019).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de la revisión de los 33 artículos seleccionados muestran que la implementación de trabajos prácticos genera en los estudiantes el desarrollo de habilidades científicas, la construcción del conocimiento y cambio de actitudes.

Desarrollo de habilidades

Los trabajos prácticos permiten el desarrollo de competencias y habilidades (Hernández et al., 2019). No obstante, y a pesar de que la literatura en el área sugiere que existen diferencias en los resultados de aprendizaje dependiendo del modelo de trabajos prácticos, es innegable que estos favorecen la adquisición de habilidades científicas. También, es importante destacar, que los trabajos prácticos con componentes innovadores permiten además del desarrollo de habilidades de investigación las habilidades cognitivas (Nainggolan et al., 2020). De hecho, en la presente revisión se identificó que los trabajos prácticos son un componente fundamental en los procesos de aprendizaje de las ciencias, y que estos trabajos deben tener elementos que cuestionen en los estudiantes la ocurrencia de fenómenos, la evaluación de las explicaciones a estos y la forma en la que se reportan los resultados y su interpretación.

Del mismo modo, fueron identificadas en actividades de trabajos prácticos habilidades como el registro de resultados (You, 2019), la observación, (Ping et al., 2019; Fung, 2020; Rayistan et al., 2020; Awad, 2021), la indagación (Ping et al., 2019; Shana y Abulibdeh, 2020), la inferencia, el control de variables, la formulación de hipótesis (Rusek et al., 2018), la producción de tablas y gráficos de resultados obtenidos, las relaciones que se pueden establecer, la construcción de definiciones operativas, la predicción y la clasificación (Alneyadi, 2019; Awad, 2021).

Asimismo, propician el fomento del trabajo en equipo, las destrezas comunicativas, la presentación y la interpretación de resultados (Lal et al., 2017; Alneyadi, 2019). Se destaca además, la capacidad de analizar la información (Ghani et al., 2017) y generar procesos de reflexión en las que pueden aportar sugerencias y participar, teniendo en cuenta sus argumentos en los resultados obtenidos (Chu et al., 2021). Estas habilidades permiten a los estudiantes desarrollar el proceso de hacer ciencia (Gericke et al., 2022), llevándolos a construir respuestas a las preguntas que se han formulado, justificar sus puntos de vista, explicar procedimientos e interpretar datos obtenidos, contrastar las hipótesis planteadas y explicar los fenómenos observados (Ping et al., 2019).

El pensamiento crítico también ha sido reportado como una habilidad crucial en el desarrollo intelectual (Alneyadi, 2019) y del pensamiento científico. Existe evidencia de que su desarrollo tiene impacto en la resolución de problemas y está además relacionado con la formulación de preguntas (Sutiani et al., 2021).

Por otro lado, es valioso que, en relación al ambiente laboral, se promueve el aprendizaje permanente de técnicas y procedimientos, que impactan el mundo profesional y la resolución de problemas contextualizados (Kichukova y Taneva, 2021).

Construcción de conocimientos

La sistematización de la literatura permite confirmar que, el diseño e implementación de trabajos prácticos mejora los conocimientos científicos de los estudiantes, al transformar los conocimientos teóricos en prácticos (Chu et al., 2021) y refirmar a través de la práctica la teoría. Aspecto también confirmado a través de los estudios de Itzek Greulich y Vollmer (2017), Lin y Tsai (2018), y Li et al. (2022). Lo anterior facilita la comprensión conceptual y la organización de los hechos, información y conceptos, tal como lo plantea Baladoh et al.

(2017). La implementación adecuada de trabajos prácticos permite que la presentación de los conceptos abstractos y complejos de abordar se realice de tal forma que se conviertan en concretos y reales (Fung, 2020; Giroto Junior et al., 2022).

Esto se evidencia en los procesos evaluativos, en los que los estudiantes están en capacidad de relacionar los fenómenos observados en el trabajo práctico y los resultados obtenidos, y se muestra comprensión de los conceptos trabajados en el proceso de aprendizaje. No solo los contenidos teóricos tuvieron incidencia en los procesos de los estudiantes, sino que otros como los conocimientos prácticos y habilidades fueron mejorados. Esto permite que se aborden habilidades como la argumentación de procesos (Lin y Tsai, 2018; Ping et al., 2019).

Sobre la evaluación de los conocimientos en los estudiantes, se reporta una correlación positiva entre la implementación de trabajos prácticos y el desempeño de estos (Shana y Abulibdeh, 2020). Lo anterior sugiere que los trabajos prácticos inciden en la construcción de conocimientos, no solo en los propios de las asignaturas, sino en aquellos que están relacionados con el desarrollo de habilidades prácticas, tales como la interpretación de datos obtenidos experimentalmente (Giroto Junior et al., 2022), que fomentan la argumentación de los procesos científicos y generan en los estudiantes la apropiación de formas diferentes de evaluación de los saberes. Sin embargo, el desempeño de los estudiantes frecuentemente se evalúa a través de pruebas tradicionales y muy poco mediante los trabajos prácticos.

Además, es ampliamente reconocido que los procesos de evaluación están centrados en la evaluación sumativa, ya que son usados como requisito en los procesos de admisión en instituciones de educación superior (Ghani et al., 2017). De esta forma, no es común la determinación de desempeños o niveles de desempeño mediante pruebas que permitan recopilar esta información. De hecho, las metodologías tradicionales de evaluación como *quíces* o entrega de informes de laboratorio aportan escasamente al desarrollo conceptual de los estudiantes (Hofstein et al. 2019). De ahí, la importancia que en los procesos de trabajos prácticos se propongan metodologías apropiadas de evaluación para que en los estudiantes se promueva el desarrollo cognitivo y la consecución de objetivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otro elemento de interés resulta la construcción de mapas conceptuales, lo que impacta positivamente en la consolidación de conceptos, favorece la adquisición profunda de estos y aumenta la capacidad de categorizar y establecer relaciones entre los fenómenos ocurridos en el desarrollo del trabajo práctico (Ghani et al., 2017).

Igualmente, la mediación virtual tuvo un rol importante en la implementación de los trabajos prácticos; aunque, para algunos estudios, los desarrollados de forma tradicional tuvieron mejores resultados de aprendizaje con relación a los trabajados en forma virtual o mediado por las TIC's (Baladoh et al., 2017; Rayistan et al., 2020; Steger et al., 2020). Pero, si se reconoce el potencial que tienen los medios virtuales en la construcción del conocimiento y la adquisición de habilidades como la argumentación y el desarrollo de la autonomía, así como en el abordaje de formas distintas de evaluación, en las que se puede combinar intervenciones de tipo tradicional con trabajos prácticos virtuales; además, de usar la realidad aumentada (Kurtulmus Yilmaz y Önoral, 2022).

La realización de trabajos prácticos mediados por tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) genera cambios de actitud en los estudiantes (Li et al., 2022; Steger et al., 2020), debido a que promueve la motivación y la autonomía, y permite asumir retos de aprendizaje y derivado de ellos, pensar y proponer procedimientos (Wellhöfer y Lühken, 2022), así como diseñar proyectos de investigación, fomentando la autogestión, sin comprometer los procesos de aprendizaje (Li et al., 2022). Asimismo, se reconoció en las publicaciones el potencial que presentan los trabajos prácticos virtuales sobre el aprendizaje de los estudiantes. El diseño e implementación de estos brinda a los estudiantes la posibilidad de resolver problemas reales y analizar datos complejos, lo que fomenta el desarrollo del

pensamiento crítico e interdisciplinar. Es notable que el uso de trabajos prácticos virtuales fomenta en los estudiantes la argumentación, la autonomía y por su versatilidad, facilita abordar diferentes formas de evaluación de los aprendizajes centradas en el estudiante (Awad, 2021). Además son un recurso versátil, por su eficacia y comodidad, debido a que puede utilizarse en cualquier momento y lugar (Chu et al., 2021).

Cambio de actitudes

Las actitudes juegan un rol importante en la implementación de los trabajos prácticos, debido a que los estudiantes mejoran su visión e interés por la ciencia (Boyle, 2019a, 2019b). Actitudes como la autoeficacia fueron abordadas en los estudios reportados, en los que hubo mejora en el desempeño de los estudiantes, lo cual lleva a que el aprendizaje de las ciencias se relacione con aspectos como la construcción de proyectos de vida (Boyle, 2019c).

Sin embargo, cuando la autoeficacia no se aborda de una forma apropiada, puede llevar a que los estudiantes con buen desempeño académico presenten aburrimiento en la presentación de las temáticas. Así, las consecuencias evidenciadas son desmotivación, apatía y subestimación de los aprendizajes adquiridos. La motivación intrínseca juega un papel importante en los aprendizajes, esta impulsa hacia la concienciación del estudiante, el desempeño académico y las actitudes hacia la ciencia, permitiéndole probar nuevas ideas (Röllke y Großmann, 2022; Wellhöfer y Lühken, 2022), incentivar la participación y transmitir información de los resultados obtenidos (Chu et al., 2021).

Por último, la investigación en didáctica de las ciencias ha establecido la importancia del rol que tiene el docente en el diseño e implementación de trabajos prácticos y la incidencia en el desempeño de los estudiantes. Se reconoce que los docentes presentan dificultades para diseñar, implementar y evaluar trabajos prácticos (Fadzil y Saat, 2020). Por tanto, es importante destacar la necesidad de que estos participen en programas de desarrollo profesional que promuevan el desarrollo de competencias en la preparación de trabajos prácticos, así como en el manejo de instrumentos y métodos (Hernández Serrano y Muñoz Rodríguez, 2020). De esta manera, se puede lograr que, los docentes mejoren en sus aptitudes, actitudes y comprensión conceptual que implica el diseño, implementación y evaluación de trabajos prácticos, de tal manera que, los docentes aporten a partir de su práctica, elementos que generen procesos de alfabetización científica.

CONCLUSIONES

La sistematización de los materiales bibliográficos realizada permite concluir que:

- La implementación de trabajos prácticos incide en el desempeño de los estudiantes; favorece la construcción de conocimientos, el desarrollo de habilidades y actitudes. Promueven la organización de ideas, conceptos e información, lo que facilita la construcción de conocimientos propios de las disciplinas científicas. Asimismo, facilita la realización de procedimientos en un contexto real permitiendo el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas y del pensamiento crítico. También, promueven en los estudiantes la adecuada percepción de la importancia de la ciencia en la sociedad, la presencia de los conocimientos científicos en la vida cotidiana y la relación de las ciencias en la consolidación de los proyectos de vida. Otra perspectiva que se manifiesta es el asumir retos de aprendizaje, en los que se producen motivación e interés por el estudio regular y el cumplimiento de las actividades en el proceso de aprendizaje.
- Los trabajos prácticos permiten la generación de alternativas de evaluación, específicamente formativa, para mejorar los procesos de aprendizaje. Cuando son mediados por las tecnologías de la información y la comunicación ofrecen un potencial significativo para el desempeño de los estudiantes.

LIMITACIONES Y ESTUDIOS FUTUROS

El estudio se limita a las publicaciones del periodo 2017-2022. Los autores se proponen realizar otras investigaciones que contemplen las publicaciones del año 2023 y lo que va del 2024.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen la ayuda brindada por los bibliotecarios y técnicos informáticos que ayudaron en la búsqueda de los materiales bibliográficos necesarios para este trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE LOS COAUTORES

Samuel David Vargas Neira: Realizó el diseño teórico del estudio. Análisis de la información. Redacción del artículo.

Andrés Bernal Ballén: Selección de los materiales bibliográficos. Análisis de la información. Elaboración de resúmenes.

John Jairo Briceño Martínez: Revisión final del artículo. Análisis de la información. Elaboración de los cuadros y figuras. Aplicación de la norma APA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akuma, F. V. y Callaghan, R. (2019). Teaching practices linked to the implementation of inquiry-based practical work in certain science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(1), 64–90. <https://doi.org/10.1002/tea.21469>
- Alegre Buj, M. y Cuetos Revuelta, M. (2020). Use of sensors and automatic data collection equipment in the practical work of Physics and Chemistry of middle and high school: The Arduino platform. *Revista Eureka*, 18(1). https://doi.org/10.25267/REV_EUREKA_ENSEN_DIVULG_CIENC.2021.V18.I1.1202
- Alneyadi, S. S. (2019). Virtual lab implementation in science literacy: Emirati science teachers' perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/109285>
- Álvarez Herrero, J. y Valls Bautista, C. (2019). The use of contextualization through experimental demonstrations to improve the future teachers' perception and attitude towards Chemistry. *Enseñanza de Las Ciencias*, 37(3), 73–88. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2674>
- Awad, N. (2021). Exploring STEM integration: assessing the effectiveness of an interdisciplinary informal program in fostering students' performance and inspiration. *Research in Science and Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1931832>
- Baladoh, S. M., Elgamal, A. F. y Abas, H. A. (2017). Virtual lab to develop achievement in electronic circuits for hearing-impaired students. *Education and Information Technologies*, 22(5), 2071–2085. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9532-7>
- Blanco Anaya, P. y De Bustamante, J. D. (2017). Análisis del nivel de desempeño para la explicación de fenómenos de forma científica en una actividad de modelización. *Revista Eureka*, 14(3), 505–520. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.01
- Boyle, J. (2019a). Teaching gravitational waves in the lower secondary school. Part I. A teaching module. *Physics Education*, 54(2). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaf779>
- Boyle, J. (2019b). Teaching gravitational waves in the lower secondary school. Part II. A model for a STEM enrichment programme. *Physics Education*, 54(2).

<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaf76e>

- Boyle, J. (2019c). Teaching gravitational waves in the lower secondary school. Part III. Monitoring the effect of a STEM intervention on students' attitude, self-efficacy and achievement. *Physics Education*, 54(2). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaf771>
- Chen, X. y Eilks, I. (2019). An Analysis of the Representation of Practical Work in Secondary Chemistry Textbooks from Different Chinese Communities. *Science Education International*, 30(4), 354–363. <https://doi.org/10.33828/sei.v30.i4.13>
- Chu, W. W., Ong, E. T., Ayop, S. K., Mohd Azmi, M. S., Abdullah, A. S., Abd Karim, N. S., y Tho, S. W. (2021). The innovative use of smartphone for sound STEM practical kit: a pilot implementation for secondary classroom. *Research in Science and Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1978963>
- Crujeiras Pérez, B. y Jiménez Aleixandre, M. (2015). Analysis of high school students' scientific competency: Answers and justifications to PISA items. *Revista Eureka*, 12(3), 385–401. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.01
- Fadzil, H. M. y Saat, R. M. (2020). Exploring secondary school biology teachers' competency in practical work. *JPII*, 9(1), 117–124. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1>
- Fung, C. H. (2020). How Does Flipping Classroom Foster the STEM Education: A Case Study of the FPD Model. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(3), 479–507. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09443-9>
- Gallego, R., Gómez Ochoa de Alda, J. y Marcos Merino, J. (2019). Extracción de ADN con material cotidiano: diseño, implementación y validación de una intervención activa interdisciplinar. *Educación Química*, 30(1), 42. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.67658>
- Gericke, N., Högström, P. y Wallin, J. (2022). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 00(00), 1–41. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>
- Ghani, I. B., Ibrahim, N. H., Yahaya, N. A. y Surif, J. (2017). Enhancing students' HOTS in laboratory educational activity by using concept map as an alternative assessment tool. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 849–874. <https://doi.org/10.1039/c7rp00120g>
- Giroto Junior, G., Cachichi, R. C., Galembeck, E. y Anto, P. (2022). Analysis of pre-service and in-service teachers' perceptions about practical activities involving remote laboratory. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 17(2), 300–316.
- Gumilar, S. y Ismail, A. (2021). The representation of laboratory activities in Indonesian physics textbooks: a content analysis. *Research in Science and Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1928045>
- Hernández Serrano, M. y Muñoz Rodríguez, J. (2020). Interest in STEM disciplines and teaching methodologies. Perception of secondary school students and preservice teachers. *Educar*, 56(2), 369–386. <https://doi.org/10.5565/REV/EDUCAR.1065>
- Hernández, M. Á., Benítez Pérez, M. y Alicia, A. (2018). La enseñanza de las ciencias experimentales a partir del conocimiento pedagógico de contenido. *Instituto Politécnico Nacional*, 18, 141–163.
- Hernández, M., Antonio, D. M., Guevara, V. y Morales, R. (2019). Virtual reality laboratories: a review of experiences. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 13(3), 947–966. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00558-7>
- Hofstein, A., Dkeidek, I., Katchevitch, D., Nahum, T. L., Kipnis, M., Navon, O., Shore, R., Taitelbaum, D. y Mamlok Naaman, R. (2019). Research on and Development of Inquiry-

- Type Chemistry Laboratories in Israel. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6), 514–523. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800056>
- Itzek Greulich, H. y Vollmer, C. (2017). Emotional and motivational outcomes of lab work in the secondary intermediate track: The contribution of a science center outreach lab. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 3–28. <https://doi.org/10.1002/tea.21334>
- Kichukova, K. S. y Taneva, T. G. (2021). Achievement Motivation and Attitude of Medical Laboratory Assistants to Continuing Education. *Obrazovanie i Nauka*, 23(6), 185–215. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-6-185-215>
- Kizilaslan, A., Zorluoglu, S. L. y Sozbilir, M. (2021). Improve learning with hands-on classroom activities: science instruction for students with visual impairments. *European Journal of Special Needs Education*, 36(3), 371–392. <https://doi.org/10.1080/08856257.2020.1732110>
- Kurtulmus Yilmaz, S. y Önöral, Ö. (2022). Effectiveness of screen-to-screen and face-to-face learning modalities in dental anatomy module during Covid-19 pandemic. *Anatomical Sciences Education*, 15(1), 57–66. <https://doi.org/10.1002/ase.2150>
- Lal, S., Lucey, A. D., Lindsay, E. D., Sarukkalige, P. R., Mocerino, M., Treagust, D. F. y Zadnik, M. G. (2017). An alternative approach to student assessment for engineering–laboratory learning. *Australasian Journal of Engineering Education*, 22(2), 81–94. <https://doi.org/10.1080/22054952.2018.1435202>
- Lal, S., Lucey, A. D., Lindsay, E. D., Treagust, D. F., Mocerino, M. y Zadnik, M. G. (2020). Perceptions of the relative importance of student interactions for the attainment of engineering laboratory-learning outcomes. *Australasian Journal of Engineering Education*, 25(2), 155–164. <https://doi.org/10.1080/22054952.2020.1860363>
- Lee, C., Asher, S. R., Chutinan, S., Gallucci, G. O. y Ohyama, H. (2017). The Relationship Between Dental Students' Assessment Ability and Preclinical and Academic Performance in Operative Dentistry. *J Dent Educ.*,81(3), 310–317.
- Li, L., Song, C., Ma, Y. y Zou, Y. (2022). “Half-wet-half-dry”: an innovation in undergraduate laboratory classes to generate transgenic mouse models using CRISPR/Cas9 and computer simulation. *Journal of Biological Education*. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.2011770>
- Lin, T. J. y Tsai, C. C. (2018). Differentiating the Sources of Taiwanese High School Students' Multidimensional Science Learning Self-Efficacy: An Examination of Gender Differences. *Research in Science Education*, 48(3), 575–596. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9579-x>
- Marín González, F., Cabas, L. de J., Cabas, L. C. y Paredes Chacín, A. J. (2018). Formación Integral en Profesionales de la Ingeniería. Análisis en el Plano de la Calidad Educativa. *Formación Universitaria*, 11(1), 13–24. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062018000100013>
- Mengist, W., Soromessa, T. y Legese, G. (2020). Ecosystem services research in mountainous regions: A systematic literature review on current knowledge and research gaps. In: Elsevier B. V., *Science of the Total Environment* Vol. 702. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134581>
- Nainggolan, B., Hutabarat, W., Situmorang, M. y Sitorus, M. (2020). Developing innovative chemistry laboratory workbook integrated with project-based learning and character-based chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(3), 895–908. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13359a>
- Olelewe, C. J., Doherty, F. V., Orji, C. T. y Aneyo, I. (2021). Effects of innovative pedagogy integration in electrical installation and maintenance works in Enugu and Lagos states technical colleges. *International Journal of Electrical Engineering Education*. <https://doi.org/10.1177/0020720921997051>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: a framework for PISA 2006*. (1st ed.).
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ Publishing Group Vol. 372*. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Park, W. y Song, J. (2018). Goethe's Conception of "Experiment as Mediator" and Implications for Practical Work in School Science. *Science and Education, 27*(1-2), 39-61. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9965-z>
- Ping, I. L., Halim, L. y Osman, K. (2019). The Effects of Explicit Scientific Argumentation Instruction through Practical Work on Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA, 5*(2), 112. <https://doi.org/10.30870/jppi.v5i2.5931>
- Rayistan, M. G., Borodina, M. A., Denisova, O. I., Bogachev, Y. S. y Sekerin, V. D. (2020). The effectiveness of using virtual laboratory workshops in online education of students studying the discipline "inorganic chemistry." *Periodico Tche Quimica, 17*(36), 934-948. https://doi.org/10.52571/ptq.v17.n36.2020.949_periodico36_pgs_934_948.pdf
- Röllke, K. y Großmann, N. (2022). Predictors of Students' Intrinsic Motivation in a Biotechnological Out-of-School Student Lab. *Frontiers in Education, 7*(March), 1-10. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.859802>
- Rusek, M., Beneš, P. y Carroll, J. (2018). Unexpected Discovery: A Guided-Inquiry Experiment on the Reaction Kinetics of Zinc with Sulfuric Acid. *Journal of Chemical Education, 95*(6), 1018-1021. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00110>
- Shana, Z. y Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal of Technology and Science Education, 10*(2), 199-215. <https://doi.org/10.3926/JOTSE.888>
- Steger, F., Nitsche, A., Arbesmeier, A., Brade, K. D., Schweiger, H. G. y Belski, I. (2020). Teaching Battery Basics in Laboratories: Hands-On Versus Simulated Experiments. *IEEE Transactions on Education, 63*(3), 198-208. <https://doi.org/10.1109/TE.2020.2970554>
- Sutiani, A., Situmorang, M. y Silalahi, A. (2021). Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction, 14*(2), 117-138. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1428a>
- Tomažič, I., Hummel, E., Schrenk, M., Rupnik, T. y Randler, C. (2020). Cognitive and affective outcomes of teaching about poisonous and venomous animals. *Journal of Biological Education, 54*(1), 63-76. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1546757>
- Valiente, D., Rodríguez, F., Ferrer, J. C., Alonso, J. L. y Fernández de Ávila, S. (2020). *Enhancing practical skills in the electronics classroom with portable labs*. [Conference: 2020 XIV Congreso de Tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (XIV Technologies Applied to Electronics Teaching Conference) (TAEE)]. DOI:10.1109/TAEE46915.2020.9163733
- Vlaardingerbroek, B., Taylor, N., Bale, C. y Kennedy, J. (2017). Linking the experiential, affective and cognitive domains in biology education: a case study-microscopy. *Journal of Biological Education, 51*(2), 144-150. <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1177574>
- Wellhöfer, L. y Lühken, A. (2022). Problem-Based Learning in an Introductory Inorganic Laboratory: Identifying Connections between Learner Motivation and Implementation. *Journal of Chemical Education, 99*(2), 864-873. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00808>
- Woithe, J., Müller, A., Schmeling, S. y Kuhn, J. (2022). Motivational outcomes of the science outreach lab S'Cool LAB at CERN: A multilevel analysis. *Journal of Research in Science*

Teaching, November 2021, 930–968. <https://doi.org/10.1002/tea.21748>

You, K. Y. (2019). Formative assessment practices in undergraduate microwave engineering education. *International Journal of Electrical Engineering Education*. <https://doi.org/10.1177/0020720919881757>

Zorrilla, E., Morales, L., Mazzitelli, C. A. y Olivera, A. del C. (2019). Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de ciencias naturales. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*, 14(2), 286–302. <https://doi.org/10.14483/23464712.13750>