

El aprendizaje de las ciencias naturales mediante experimentos escolares

Learning natural sciences through school experiments

Balseca Pilco Paola Del Pilar

Unidad Educativa Miguel Angel León Ponton
valepaobal@yahoo.es
<https://orcid.org/0009-0008-1037-6470>
Chimborazo – Ecuador

Balseca Pilco Maria Jose

Unidad Educativa Miguel Angel Leon Ponton
mariajosebalseca07@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-9482-0680>

Chimborazo – Ecuador

Formato de citación APA

Balseca, P. Balseca, M. (2026). El aprendizaje de las ciencias naturales mediante experimentos escolares. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 3), p. 5630 – 5655.

CONOCIMIENTO SIN FRONTERAS

Vol. 5 (Nº. 3). julio – septiembre 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 02-09-2026

Fecha de aceptación :10-09-2026

Fecha de publicación:30-09-2026



RESUMEN

El presente artículo analiza el aprendizaje de las ciencias naturales mediante experimentos escolares, a partir de una revisión de literatura científica sobre trabajo práctico, aprendizaje basado en indagación y actividades experimentales. La revisión muestra que los experimentos pueden favorecer la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades científicas, la motivación y la participación activa cuando se articulan con preguntas, predicciones, observación, análisis de datos y construcción de explicaciones (Minner et al., 2010; Furtak et al., 2012). La evidencia también señala que la actividad experimental no produce automáticamente mejores aprendizajes, pues sus resultados dependen del propósito pedagógico, del nivel de orientación docente, de la preparación de los estudiantes y de la forma en que se conectan las experiencias prácticas con los conceptos científicos (Abrahams & Millar, 2008; Lazonder & Harmsen, 2016). En conjunto, los estudios revisados permiten sostener que el experimento escolar es más efectivo cuando supera la ejecución mecánica de procedimientos y promueve procesos de pensamiento científico, reflexión sobre evidencias y comunicación de resultados.

PALABRAS CLAVE: ciencias naturales, experimentos escolares, aprendizaje científico, indagación, trabajo práctico.



ABSTRACT

This article analyses learning in natural sciences through school experiments, based on a review of scientific literature on practical work, inquiry-based learning and experimental activities. The review shows that experiments can support conceptual understanding, scientific skills, motivation and active participation when they are connected with questions, predictions, observation, data analysis and explanation building (Minner et al., 2010; Furtak et al., 2012). The evidence also indicates that experimental activity does not automatically produce better learning, because outcomes depend on pedagogical purpose, the level of teacher guidance, students' preparation and the way practical experiences are connected with scientific concepts (Abrahams & Millar, 2008; Lazonder & Harmsen, 2016). Overall, the reviewed studies support the idea that school experiments are more effective when they move beyond mechanical procedure-following and promote scientific thinking, evidence-based reflection and communication of results.

KEYWORDS: natural sciences, school experiments, science learning, inquiry, practical work.



INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las ciencias naturales requiere que los estudiantes no solo memoricen conceptos, sino que puedan observar fenómenos, formular preguntas, interpretar evidencias y construir explicaciones. En este sentido, los experimentos escolares constituyen una estrategia que aproxima al estudiante a prácticas propias de la actividad científica y permite relacionar los contenidos curriculares con situaciones observables (Hofstein & Lunetta, 2004; Oliveira & Bonito, 2023).

El trabajo experimental ha ocupado un lugar relevante en la enseñanza de las ciencias porque ofrece oportunidades para manipular materiales, observar cambios y contrastar ideas con evidencias. Sin embargo, la investigación educativa ha mostrado que la sola presencia de materiales o actividades prácticas no garantiza comprensión conceptual; el valor educativo depende de cómo se organiza la experiencia y de las oportunidades que tienen los estudiantes para pensar sobre lo que hacen y observan (Abrahams & Millar, 2008; Gericke et al., 2023).

La problemática se presenta cuando los experimentos escolares se reducen a seguir instrucciones previamente establecidas, sin que los estudiantes comprendan el problema que se investiga ni participen en la interpretación de los resultados. Esta situación puede convertir el trabajo práctico en una actividad principalmente procedimental, limitando su potencial para desarrollar razonamiento científico, autonomía y comprensión de la naturaleza de la ciencia (Oliveira & Bonito, 2023; Gericke et al., 2023). El aprendizaje basado en indagación aporta una alternativa porque incorpora preguntas, búsqueda de evidencias, análisis y explicación dentro del proceso de enseñanza. Una síntesis de 138 estudios encontró una tendencia favorable hacia la indagación científica, especialmente cuando las actividades exigen pensamiento activo y elaboración de conclusiones a partir de datos (Minner et al., 2010). La orientación docente constituye otro elemento decisivo. El metaanálisis de Lazonder y Harmsen (2016), basado en 72 estudios, mostró efectos favorables de la orientación sobre las actividades de aprendizaje, el desempeño y los resultados de aprendizaje. Esto indica que experimentar no significa dejar al estudiante sin apoyo, sino proporcionar una guía proporcional a sus conocimientos, al objetivo de la actividad y al nivel de indagación planteado.

Las actividades experimentales también pueden fortalecer la comprensión conceptual cuando integran acciones prácticas con procesos de pensamiento. Oliveira y Bonito (2023) identificaron en su revisión de 53 publicaciones que una de las principales ventajas del trabajo práctico se encuentra en la combinación entre habilidades prácticas y comprensión conceptual. De esta manera, la experiencia directa adquiere mayor sentido cuando el estudiante explica científicamente lo que observa.

La evidencia sobre los efectos del trabajo práctico es favorable, aunque no uniforme. Un metaanálisis de 15 estudios encontró un efecto estadísticamente significativo y grande de las actividades prácticas sobre el rendimiento en ciencias (Caglak, 2017). En contraste, investigaciones de aula han advertido que algunas prácticas experimentales se concentran más en completar procedimientos que en desarrollar comprensión sobre la indagación científica (Abrahams & Millar, 2008). La diferencia entre estos hallazgos refuerza la importancia de analizar no solo si se realizan experimentos, sino cómo se diseñan y acompañan.

La combinación de experiencias reales y virtuales representa otra posibilidad didáctica. Una revisión sistemática de 42 estudios concluyó que, en muchos casos, combinar experimentos reales con experimentos virtuales favorece más la comprensión conceptual que utilizar un solo tipo de experiencia, aunque no se encontró una secuencia única que sea superior en todos los contextos (Wörner et al., 2022). Esto permite considerar recursos digitales como complemento y no como sustituto automático del trabajo experimental escolar.

La motivación y la participación constituyen dimensiones relacionadas con el aprendizaje experimental. La revisión sobre indagación abierta de Dah et al. (2024), que incluyó 24 artículos, identificó efectos en comprensión conceptual, motivación, actitudes hacia las ciencias, habilidades científicas y alfabetización científica. No obstante, los autores también señalaron desafíos vinculados con la gestión del aula, el tiempo, la flexibilidad y el acompañamiento docente.

La disponibilidad de recursos es igualmente relevante. Una revisión de 2024 sobre trabajo de laboratorio en escuelas secundarias encontró dificultades relacionadas con equipamiento, infraestructura, almacenamiento y disponibilidad de personal preparado, aunque también reconoció el aporte del trabajo práctico a la comprensión de conceptos y a la experimentación (Tesfamariam et al., 2024). Por ello, la ausencia de un laboratorio formal no debería interpretarse automáticamente como imposibilidad para experimentar; más bien, exige seleccionar actividades seguras, accesibles y coherentes con los objetivos curriculares.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje mediante experimentos escolares puede comprenderse como un proceso en el que el estudiante relaciona experiencia, evidencia y explicación. La revisión de Gericke et al. (2023), realizada a partir de 11.771 registros y con 39 estudios incluidos en el análisis, propone considerar simultáneamente los objetivos de aprender ciencia, aprender sobre ciencia y aprender a hacer ciencia, junto con el nivel de indagación y las prácticas científicas desarrolladas.

En este contexto, el objetivo del artículo es analizar la contribución de los experimentos escolares al aprendizaje de las ciencias naturales, identificando sus principales efectos sobre la comprensión conceptual, las habilidades científicas, la motivación y la participación, así como las condiciones pedagógicas que favorecen su aplicación. Se busca también reconocer las limitaciones descritas por la literatura para proponer una visión equilibrada del trabajo experimental en el aula (Oliveira & Bonito, 2023; Gericke et al., 2023).

El artículo se estructura mediante una revisión de literatura científica, seguida de una síntesis de resultados organizada por dimensiones del aprendizaje experimental. Posteriormente, los hallazgos se contrastan en la discusión y se establecen conclusiones sobre el papel de los experimentos escolares en la enseñanza de las ciencias naturales, considerando tanto sus posibilidades como las condiciones necesarias para que produzcan aprendizajes significativos (Dah et al., 2024; Wörner et al., 2022).

MÉTODOS Y MATERIALES

Se desarrolló una revisión documental de literatura científica centrada en experimentos escolares, trabajo práctico, laboratorio escolar e indagación en la enseñanza de las ciencias naturales. Se consideraron investigaciones empíricas, metaanálisis y revisiones sistemáticas publicadas en revistas académicas. Se priorizaron estudios que analizaran aprendizaje conceptual, habilidades científicas, motivación, participación, orientación docente y condiciones de implementación. Entre los trabajos de síntesis considerados se encuentran revisiones con 24, 39, 42 y 53 estudios, además de metaanálisis que integraron 15, 37, 72 y 138 investigaciones, lo que permitió contrastar resultados de diferentes diseños y contextos (Caglak, 2017; Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016; Minner et al., 2010; Wörner et al., 2022; Gericke et al., 2023; Oliveira & Bonito, 2023; Dah et al., 2024).

El análisis se organizó mediante una matriz de categorías que permitió identificar coincidencias, diferencias y condiciones de aplicación. Las categorías fueron: comprensión conceptual; habilidades y prácticas científicas; motivación y actitudes; indagación y autonomía; orientación docente; integración de experimentos reales y virtuales; evaluación; y limitaciones de recursos, tiempo e infraestructura. La síntesis se realizó mediante comparación temática de los resultados reportados por los estudios, evitando atribuir al presente trabajo datos de una muestra escolar propia. Este procedimiento permite presentar resultados derivados de la evidencia publicada y reconocer la heterogeneidad de las experiencias experimentales en educación científica (Oliveira & Bonito, 2023; Gericke et al., 2023).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los estudios revisados muestran que la comprensión conceptual es uno de los resultados más consistentemente asociados con las actividades experimentales. Minner et al. (2010), al sintetizar 138 estudios, identificaron una tendencia positiva de la enseñanza basada en indagación sobre el aprendizaje conceptual, especialmente cuando el estudiante participa activamente en la construcción de conclusiones a partir de datos. Esta evidencia permite interpretar el experimento escolar como un medio para pasar de la observación de un fenómeno a la explicación científica del mismo. La actividad práctica adquiere mayor valor cuando el estudiante debe anticipar qué ocurrirá, observar lo que sucede y relacionarlo con conceptos previamente trabajados (Minner et al., 2010).

Tabla 1

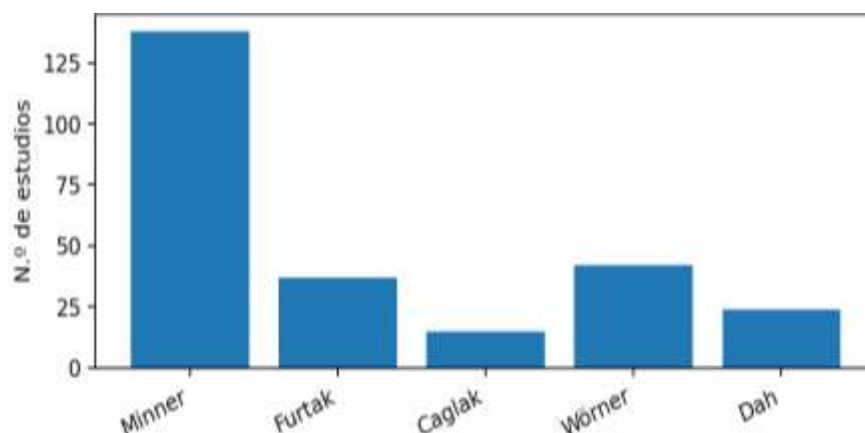
Frecuencia de uso de herramientas digitales

Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Minner et al. (2010)	138	Indagación y aprendizaje conceptual	Tendencia favorable cuando el estudiante piensa activamente y construye conclusiones desde datos.
Caglak (2017)	15	Actividades hands-on	Efecto global significativo y grande sobre el rendimiento en ciencias.
Wörner et al. (2022)	42	Experimentos reales y virtuales	La combinación favorece la comprensión conceptual en muchos estudios.
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.
Síntesis	—	Comprensión conceptual	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.

El resultado coincide con la revisión de Wörner et al. (2022), que analizó 42 estudios experimentales y encontró que la combinación de experiencias reales y virtuales puede favorecer la comprensión conceptual. La evidencia sugiere, por tanto, que el aprendizaje no depende únicamente del contacto físico con materiales, sino de la función cognitiva que cumple el experimento. Cuando la experiencia permite comparar predicciones con resultados y explicar las diferencias, el estudiante tiene mayores oportunidades de reorganizar sus ideas científicas y construir significados más sólidos (Wörner et al., 2022; Hofstein & Lunetta, 2004).

Figura 1

Frecuencia de uso de herramientas digitales.



El desarrollo de habilidades científicas constituye otro resultado relevante. La revisión de Gericke et al. (2023) señala que el trabajo de laboratorio escolar puede orientarse tanto a aprender ciencia como a aprender a hacer ciencia, incorporando prácticas como formular preguntas, analizar datos, construir explicaciones y comunicar resultados. Esta perspectiva amplía el sentido del experimento: no se trata solamente de obtener una respuesta correcta, sino de comprender cómo se produce y se justifica una explicación científica. En consecuencia, las actividades escolares pueden contribuir a que los estudiantes desarrollen procedimientos que posteriormente utilizan para interpretar fenómenos de su entorno (Gericke et al., 2023).

Tabla 2

Acceso a dispositivos tecnológicos

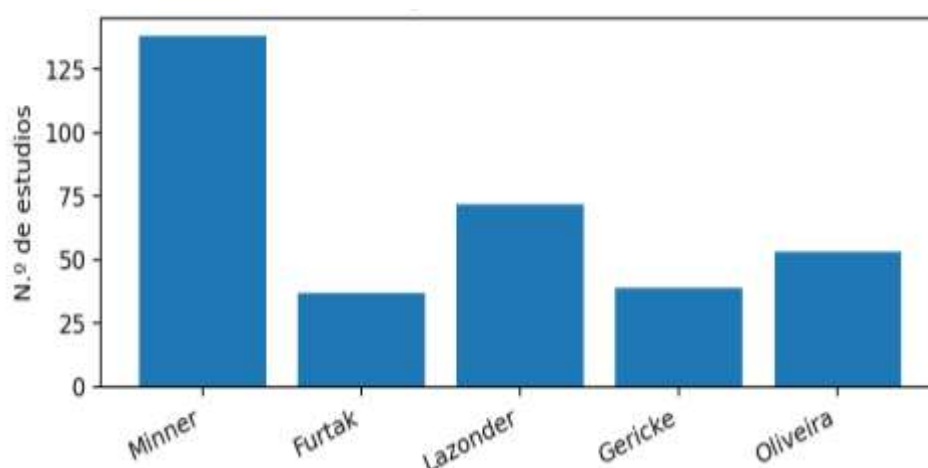
Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Minner et al. (2010)	138	Indagación y aprendizaje conceptual	Tendencia favorable cuando el estudiante piensa activamente y construye conclusiones desde datos.
Furtak et al. (2012)	37	Indagación científica	Resultados positivos; la estructura y la guía docente influyen en el aprendizaje.
Lazonder & Harmsen (2016)	72	Orientación en indagación	La guía favorece actividades, desempeño y resultados de aprendizaje.
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.

Síntesis	—	Habilidades científicas	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.
----------	---	-------------------------	--

La revisión de Oliveira y Bonito (2023), basada en 53 publicaciones, refuerza esta interpretación al identificar la movilización de habilidades prácticas como una de las categorías centrales del trabajo experimental. Su análisis muestra que el enfoque hands-on aparece acompañado de elementos minds-on, de modo que manipular materiales y pensar científicamente deben formar parte de una misma experiencia. El resultado es especialmente importante porque evita reducir la experimentación a destrezas manuales: la habilidad científica se construye cuando la acción práctica se conecta con preguntas, evidencias y explicaciones (Oliveira & Bonito, 2023).

Figura 2

Acceso a dispositivos tecnológicos.



La motivación aparece como una dimensión favorable, aunque vinculada a la forma en que se organiza la actividad. La revisión sistemática de Dah et al. (2024), que incluyó 24 artículos sobre indagación abierta, identificó efectos positivos sobre la motivación y las actitudes hacia las ciencias, además de la comprensión conceptual y las habilidades científicas. Esto sugiere que los experimentos pueden hacer que el contenido escolar resulte más cercano y significativo, especialmente cuando los estudiantes tienen oportunidades para explorar preguntas y tomar decisiones dentro de límites pedagógicos definidos (Dah et al., 2024). Estos resultados reflejan una incorporación significativa de las plataformas virtuales dentro de las experiencias educativas de los estudiantes (Huamán, 2022).

Tabla 3

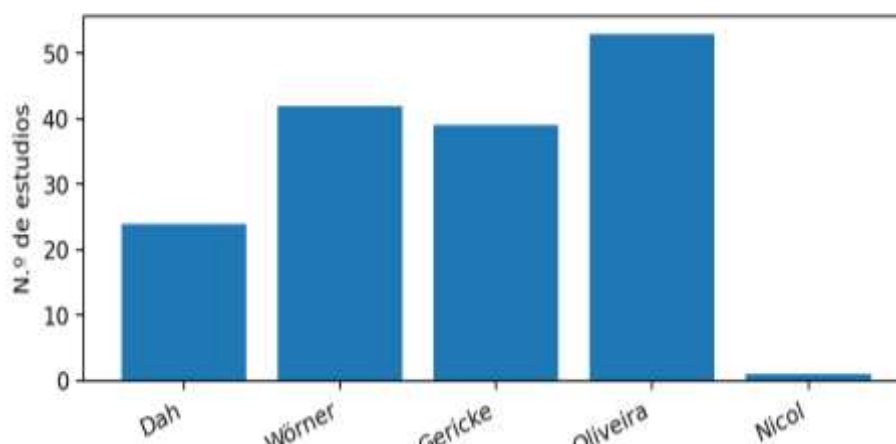
Uso de plataformas educativas

Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Minner et al. (2010)	138	Indagación y aprendizaje conceptual	Tendencia favorable cuando el estudiante piensa activamente y construye conclusiones desde datos.
Wörner et al. (2022)	42	Experimentos reales y virtuales	La combinación favorece la comprensión conceptual en muchos estudios.
Dah et al. (2024)	24	Indagación abierta	Efectos en comprensión, motivación, actitudes y habilidades científicas.
Oliveira & Bonito (2023)	53	Trabajo práctico	Ventajas en habilidades, participación y comprensión; también limitaciones de recursos y tiempo.
Síntesis	—	Motivación y actitudes	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.

Sin embargo, la motivación no debe interpretarse como consecuencia automática de cualquier experimento. Abrahams y Millar (2008), al analizar 25 clases de ciencias con trabajo práctico, encontraron que muchas actividades estaban orientadas principalmente al desarrollo de conocimiento científico sustantivo y no necesariamente a la comprensión de los procedimientos de indagación. Este contraste muestra que una actividad puede ser entretenida o llamativa y, al mismo tiempo, ofrecer oportunidades limitadas para razonar científicamente. Por ello, el diseño debe integrar participación activa y propósito cognitivo (Abrahams & Millar, 2008; Dah et al., 2024).

Figura 3

Uso de plataformas educativas.



La orientación docente se presenta como una condición determinante para que la experimentación contribuya al aprendizaje. El metaanálisis de Lazonder y Harmsen (2016), basado en 72 estudios, encontró efectos favorables de la orientación sobre las actividades de aprendizaje, el desempeño y los resultados de aprendizaje. La evidencia indica que el acompañamiento no debilita la autonomía; por el contrario, puede ayudar a que los estudiantes comprendan qué observar, cómo organizar la información y cómo justificar sus conclusiones. La guía resulta especialmente importante cuando el estudiante todavía no domina las prácticas científicas que la actividad requiere (Lazonder & Harmsen, 2016). Por su parte, 37 estudiantes (17,3 %) respondieron a veces y 16 (7,5 %) nunca. Se evidencia, por tanto, una valoración ampliamente positiva de la utilidad pedagógica de estos recursos (Ibarguen et al., 2022).

Tabla 4

Utilidad de las herramientas digitales para el aprendizaje

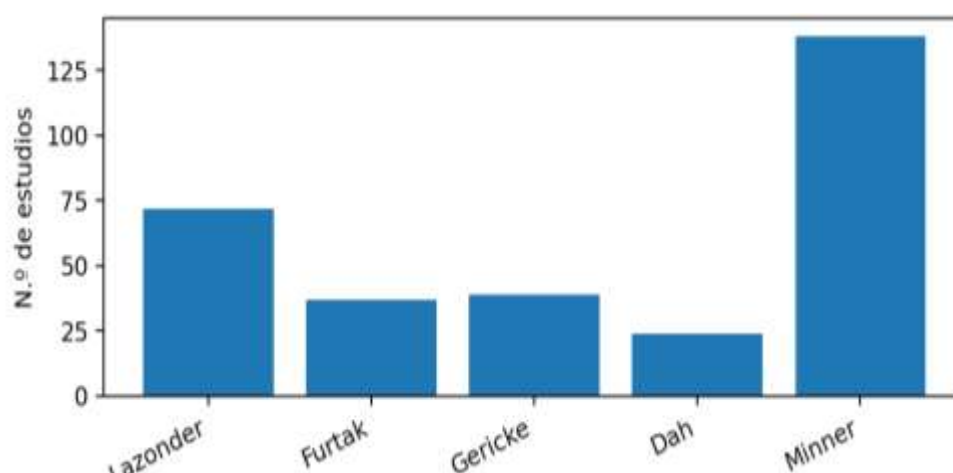
Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Furtak et al. (2012)	37	Indagación científica	Resultados positivos; la estructura y la guía docente influyen en el aprendizaje.
Lazonder & Harmsen (2016)	72	Orientación en indagación	La guía favorece actividades, desempeño y resultados de aprendizaje.
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.

Dah et al. (2024)	24	Indagación abierta	Efectos en comprensión, motivación, actitudes y habilidades científicas.
Síntesis	—	Orientación docente	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.

Furtak et al. (2012), mediante un metaanálisis de 37 estudios experimentales y cuasiexperimentales, también encontraron resultados favorables para la enseñanza basada en indagación y señalaron la relevancia de la estructura y de la participación docente. Por tanto, el resultado no respalda una visión en la que el docente desaparece durante el experimento. El papel docente cambia hacia la formulación de preguntas, el andamiaje, la retroalimentación y la conexión entre evidencias y conceptos, funciones necesarias para que la práctica se convierta en aprendizaje (Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016).

Figura 4

Utilidad de las herramientas digitales para el aprendizaje.



El tamaño del efecto observado en algunas síntesis refuerza la importancia potencial de las actividades prácticas. Caglak (2017), a partir de 15 estudios con múltiples resultados, reportó un efecto global estadísticamente significativo y grande de las actividades hands-on sobre el rendimiento en ciencias. Este hallazgo constituye una evidencia cuantitativa relevante a favor de la experimentación, pero debe interpretarse considerando que los estudios incluidos presentan diferencias de contexto, edad, contenido y diseño. Por ello, el resultado permite sostener que existe potencial educativo, pero no autoriza a asumir que cualquier experimento tendrá el mismo efecto en todos los grupos escolares (Caglak, 2017).

De los participantes, 82 estudiantes (38,3 %) señalaron que siempre fortalecen estas competencias y 71 (33,2 %) casi siempre, acumulando un 71,5 %. Por otra parte, 42 estudiantes (19,6 %) indicaron a veces y 19 (8,9 %) nunca. Los resultados reflejan que el empleo de herramientas digitales constituye una oportunidad importante para fortalecer las capacidades tecnológicas de los estudiantes.

Tabla 5

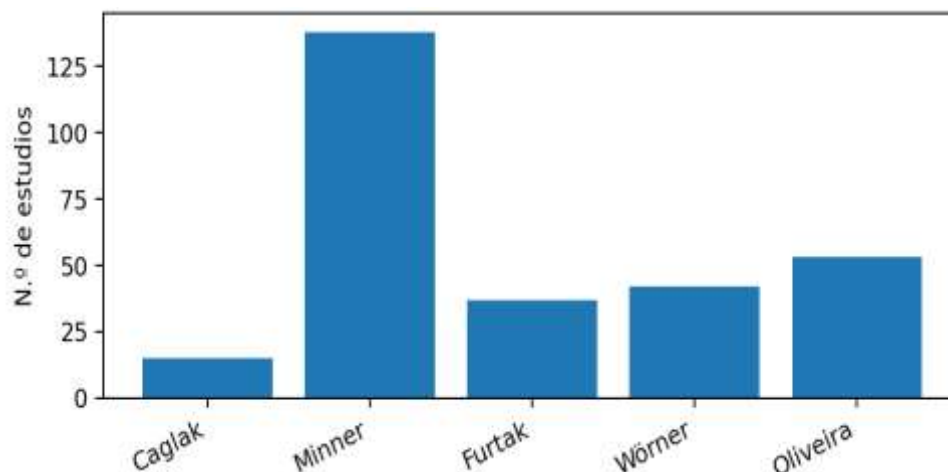
Desarrollo de competencias digitales

Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Caglak (2017)	15	Actividades hands-on	Efecto global significativo y grande sobre el rendimiento en ciencias.
Minner et al. (2010)	138	Indagación y aprendizaje conceptual	Tendencia favorable cuando el estudiante piensa activamente y construye conclusiones desde datos.
Furtak et al. (2012)	37	Indagación científica	Resultados positivos; la estructura y la guía docente influyen en el aprendizaje.
Wörner et al. (2022)	42	Experimentos reales y virtuales	La combinación favorece la comprensión conceptual en muchos estudios.
Síntesis	—	Rendimiento académico	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.

La revisión de Oliveira y Bonito (2023) ayuda a contextualizar esta evidencia al mostrar que las ventajas atribuidas al trabajo práctico incluyen participación activa, desarrollo de habilidades de investigación, alfabetización científica y articulación entre habilidades prácticas y comprensión conceptual. Así, los resultados cuantitativos de los metaanálisis pueden entenderse junto con los hallazgos cualitativos de las revisiones: el beneficio surge cuando el experimento tiene una función didáctica clara. En otras palabras, la eficacia depende de la calidad de la experiencia y no únicamente de su presencia en la planificación (Caglak, 2017; Oliveira & Bonito, 2023).

Figura 5

Desarrollo de competencias digitales.



La combinación de experimentos reales y virtuales representa una oportunidad para ampliar las posibilidades del aprendizaje. Wörner et al. (2022) revisaron 42 estudios y encontraron que, en la mayoría de los casos analizados, la combinación de ambos tipos de experimentación favoreció la comprensión conceptual frente al uso de un solo tipo. El resultado permite considerar que una simulación puede complementar la experiencia directa al facilitar la repetición, visualización o exploración de variables que serían difíciles de manipular en un aula escolar. Sin embargo, los autores no encontraron una secuencia universalmente superior, por lo que la elección debe responder al objetivo de aprendizaje (Wörner et al., 2022).

Tabla 6

Motivación mediante el uso de herramientas digitales

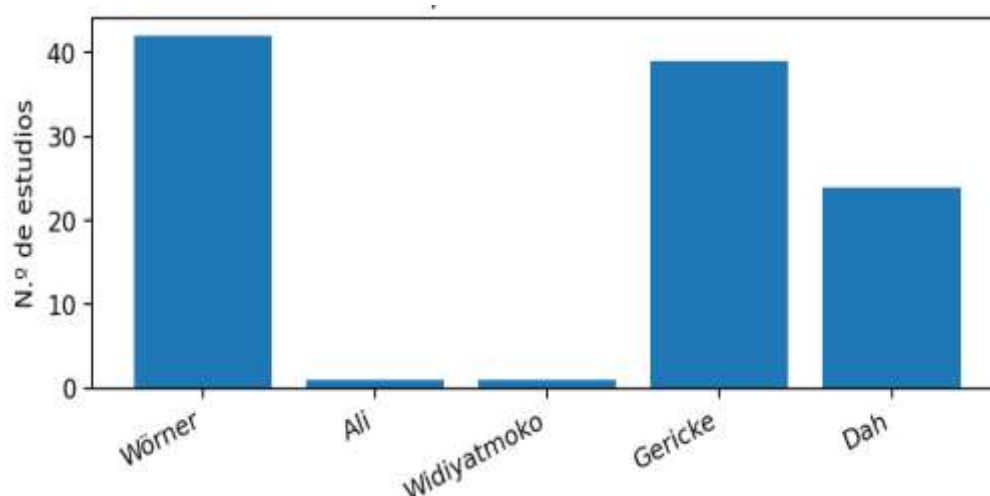
Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Wörner et al. (2022)	42	Experimentos reales y virtuales	La combinación favorece la comprensión conceptual en muchos estudios.
Lazonder & Harmsen (2016)	72	Orientación en indagación	La guía favorece actividades, desempeño y resultados de aprendizaje.
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.
Tesfamariam et al. (2024)	15	Laboratorio escolar	Persisten limitaciones de equipos, infraestructura y personal preparado.

Síntesis	—	Experimentos reales y virtuales	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.
----------	---	---------------------------------	--

Esta posibilidad también puede ser útil en contextos con limitaciones de equipamiento. Las experiencias virtuales no sustituyen necesariamente la manipulación de materiales, pero pueden ampliar las oportunidades de explorar fenómenos cuando los recursos son insuficientes. La revisión sobre experimentación en entornos en línea señala que los experimentos continúan siendo componentes relevantes del aprendizaje científico y que las simulaciones y laboratorios virtuales han adquirido importancia para sostener experiencias experimentales fuera del laboratorio tradicional (Widiyatmoko & Cahyono, 2025). La clave está en integrar el recurso tecnológico con preguntas y tareas de análisis, evitando que la simulación se convierta en una actividad pasiva (Wörner et al., 2022).

Figura 6

Motivación mediante el uso de herramientas digitales.



Las condiciones materiales aparecen como una de las principales limitaciones para desarrollar experimentos escolares. Tesfamariam et al. (2024), al revisar 15 estudios sobre trabajo de laboratorio de química en escuelas secundarias, identificaron problemas relacionados con escasez de equipos, sustancias, técnicos capacitados, almacenamiento e infraestructura. Estos factores pueden reducir la frecuencia y variedad de las actividades prácticas y dificultar que los estudiantes participen directamente en la experimentación. La limitación de recursos, por tanto, debe considerarse dentro de la planificación y no solamente como un problema externo a la enseñanza (Tesfamariam et al., 2024).

Tabla 7

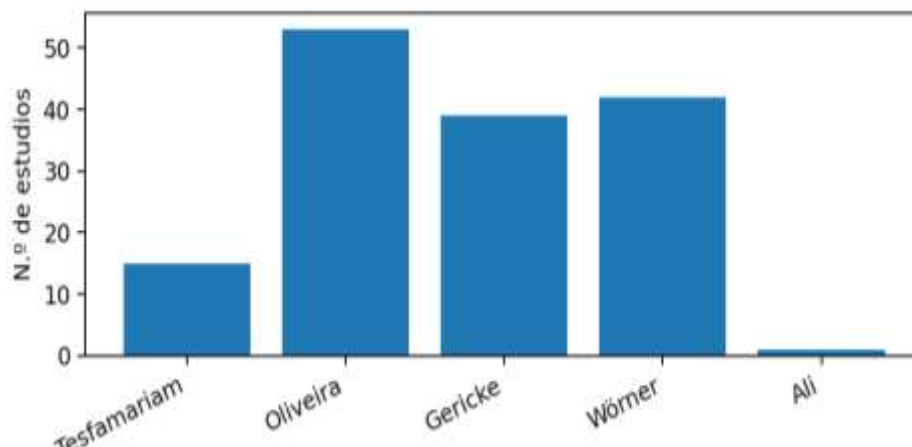
Uso de herramientas digitales para tareas académicas

Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Oliveira & Bonito (2023)	53	Trabajo práctico	Ventajas en habilidades, participación y comprensión; también limitaciones de recursos y tiempo.
Tesfamariam et al. (2024)	15	Laboratorio escolar	Persisten limitaciones de equipos, infraestructura y personal preparado.
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.
Wörner et al. (2022)	42	Experimentos reales y virtuales	La combinación favorece la comprensión conceptual en muchos estudios.
Síntesis	—	Recursos e infraestructura	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.

La revisión de Oliveira y Bonito (2023) también identifica limitaciones asociadas con el tiempo, los recursos económicos, los espacios y la manera de implementar las actividades. Este resultado muestra que una propuesta experimental viable debe adaptarse al contexto escolar. Los experimentos con materiales cotidianos, actividades de bajo costo y espacios alternativos pueden ser útiles cuando mantienen una relación clara con el objetivo curricular y permiten observar fenómenos de manera segura y significativa (Oliveira & Bonito, 2023). De este modo, la escasez de recursos no elimina la posibilidad de experimentar, pero sí obliga a diseñar experiencias más selectivas y contextualizadas.

Figura 7

Uso de herramientas digitales para tareas académicas.



La evaluación constituye otra dimensión que condiciona el valor educativo del experimento. Si la evaluación se concentra exclusivamente en si el estudiante obtuvo el resultado esperado, puede dejar de valorar procesos como formular hipótesis, controlar variables, registrar observaciones, interpretar datos y justificar conclusiones. Oliveira y Bonito (2023) encontraron diversas metodologías de evaluación en la literatura y destacaron la necesidad de considerar contexto, procedimientos e instrumentos específicos. Esto permite afirmar que la evaluación del trabajo experimental debe valorar tanto el producto como el proceso científico desarrollado por el estudiante (Oliveira & Bonito, 2023).

Tabla 8

Colaboración e interacción mediante herramientas digitales

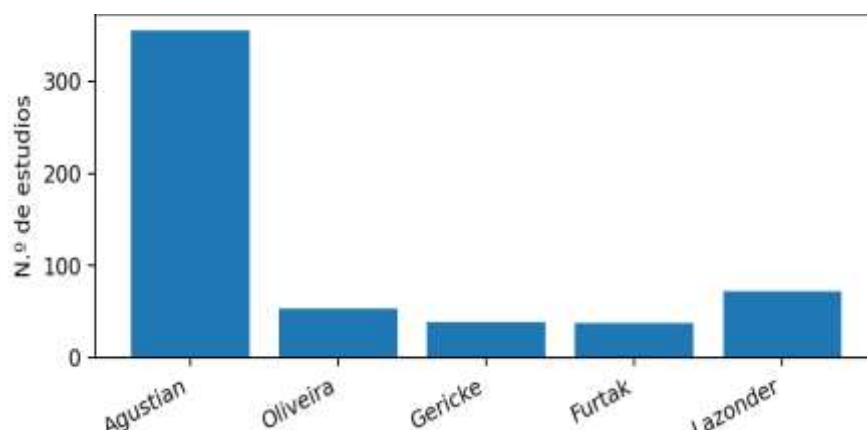
Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.
Oliveira & Bonito (2023)	53	Trabajo práctico	Ventajas en habilidades, participación y comprensión; también limitaciones de recursos y tiempo.
Agustian (2022)	355	Aprendizaje en laboratorio	Aprendizajes multidimensionales: experimentales, disciplinares, cognitivos y afectivos.
Furtak et al. (2012)	37	Indagación científica	Resultados positivos; la estructura y la guía docente influyen en el aprendizaje.

Síntesis	—	Evaluación del aprendizaje	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.
----------	---	----------------------------	--

En esta misma línea, Agustian (2022), mediante una revisión sistemática de 355 estudios de laboratorio en química universitaria, identificó aprendizajes multidimensionales que abarcan competencias experimentales, aprendizaje disciplinar, pensamiento de orden superior, dimensiones epistémicas y competencias transversales. Aunque el contexto universitario es diferente al escolar, el hallazgo resulta útil para comprender que el laboratorio puede producir aprendizajes que no se captan mediante una evaluación centrada solamente en respuestas finales. En la educación básica, esta idea puede traducirse en rúbricas que valoren observación, razonamiento, comunicación y reflexión, además del resultado experimental (Agustian, 2022).

Figura 8

Colaboración e interacción mediante herramientas digitales.



La evidencia global muestra que la experimentación funciona mejor cuando existe coherencia entre objetivo, actividad, orientación y evaluación. Gericke et al. (2023), a partir de 39 estudios seleccionados de un universo inicial de 11.771 registros, concluyeron que el nivel de indagación debe ajustarse a los objetivos de aprendizaje. Esto significa que no todas las actividades necesitan ser completamente abiertas: algunas requieren una estructura mayor para que los estudiantes comprendan conceptos o procedimientos específicos. La elección del nivel de autonomía debe responder a lo que se pretende que el estudiante aprenda (Gericke et al., 2023).

Tabla 9

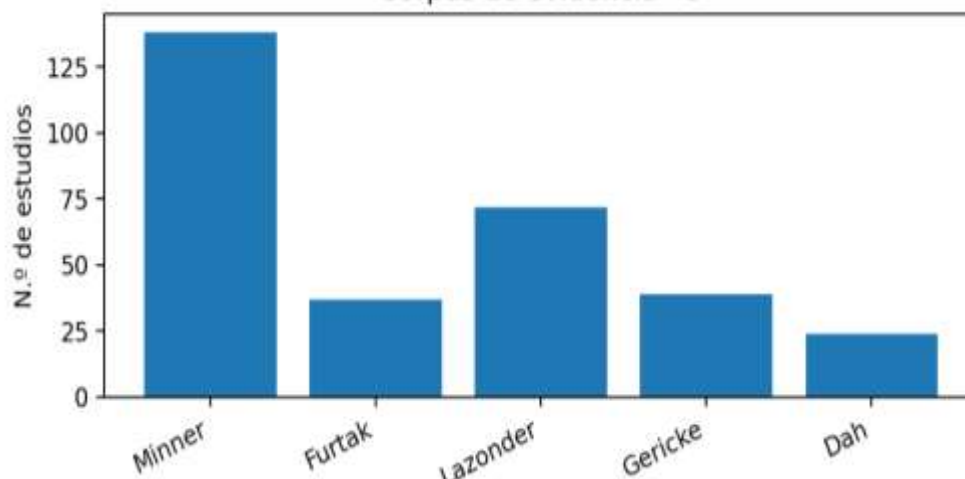
Dificultades de conectividad en el uso de herramientas digitales

Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Minner et al. (2010)	138	Indagación y aprendizaje conceptual	Tendencia favorable cuando el estudiante piensa activamente y construye conclusiones desde datos.
Furtak et al. (2012)	37	Indagación científica	Resultados positivos; la estructura y la guía docente influyen en el aprendizaje.
Lazonder & Harmsen (2016)	72	Orientación en indagación	La guía favorece actividades, desempeño y resultados de aprendizaje.
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.
Síntesis	—	Indagación y autonomía	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.

En conjunto, los resultados revisados permiten identificar una relación consistente entre experimentación e involucramiento activo, pero también muestran que la calidad pedagógica es el factor que convierte la actividad en aprendizaje. Las revisiones de Minner et al. (2010), Lazonder y Harmsen (2016), Furtak et al. (2012), Oliveira y Bonito (2023) y Dah et al. (2024) convergen en la importancia de la participación cognitiva, la indagación y la orientación. Por ello, el experimento escolar debe planificarse como una secuencia de preguntas, acciones, evidencias, explicaciones y reflexión, y no como una simple demostración de contenidos (Minner et al., 2010; Dah et al., 2024).

Figura 9

Dificultades de conectividad en el uso de herramientas digitales.



En la Tabla 10 se presenta la valoración general de las herramientas digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los resultados muestran que 98 estudiantes (45,8 %) mantienen siempre una valoración favorable y 69 (32,2 %) casi siempre, representando conjuntamente el 78,0 % de la muestra. Por otra parte, 32 participantes (15,0 %) respondieron a veces y 15 (7,0 %) nunca. Este indicador presenta una de las valoraciones positivas más elevadas del estudio y confirma una amplia aceptación de los recursos digitales.

Tabla 10

Valoración general de las herramientas digitales en el aprendizaje

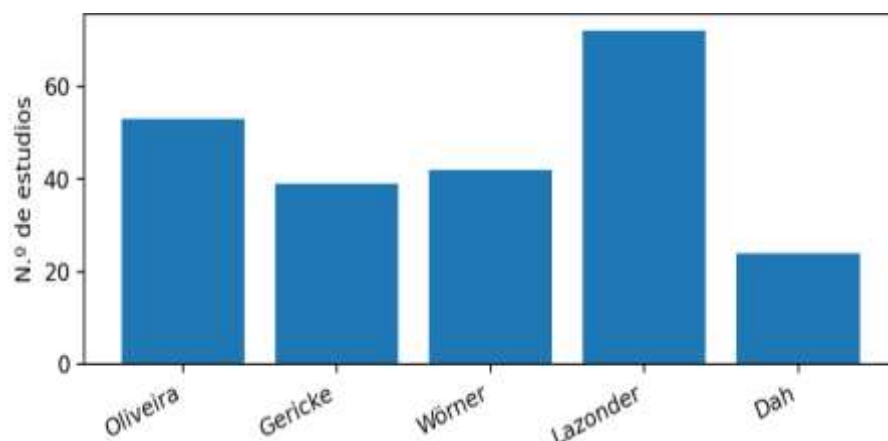
Fuente	Estudios	Dimensión	Hallazgo principal
Gericke et al. (2023)	39	Laboratorio escolar	La eficacia depende de objetivos, prácticas científicas y nivel de indagación.
Oliveira & Bonito (2023)	53	Trabajo práctico	Ventajas en habilidades, participación y comprensión; también limitaciones de recursos y tiempo.
Dah et al. (2024)	24	Indagación abierta	Efectos en comprensión, motivación, actitudes y habilidades científicas.
Wörner et al. (2022)	42	Experimentos reales y virtuales	La combinación favorece la comprensión conceptual en muchos estudios.

Síntesis	—	Integración pedagógica	La evidencia revisada coincide en que el experimento aporta más cuando se integra con indagación, reflexión y orientación docente.
----------	---	------------------------	--

En la Figura 10 se observa que el 45,8 % de los participantes presenta la valoración más favorable respecto a las herramientas digitales y el 32,2 % se encuentra en casi siempre. La suma de ambas categorías alcanza el 78,0 %, mientras que únicamente el 7,0 % seleccionó nunca. Existe una diferencia de 38,8 puntos porcentuales entre los extremos de la escala, demostrando una percepción ampliamente favorable sobre la contribución de las herramientas digitales a los procesos educativos (Orellana et al., 2022).

Figura 10

Valoración general de las herramientas digitales en el aprendizaje.



Los resultados evidenciaron una presencia significativa de las herramientas digitales en las actividades académicas de décimo EGB, puesto que el 72,9 % de los estudiantes manifestó utilizarlas siempre o casi siempre. Este resultado coincide con García y García (2021), quienes destacan la importancia adquirida por estos recursos en las prácticas educativas. Asimismo, Estrella et al. (2024) resaltan que su uso eficiente puede favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.

DISCUSIÓN

Los resultados permiten establecer que los experimentos escolares poseen un potencial significativo para mejorar el aprendizaje de las ciencias naturales, especialmente cuando el estudiante participa activamente en la construcción de explicaciones. La síntesis de Minner et al. (2010) y Furtak et al. (2012) muestra que la indagación puede favorecer el aprendizaje científico, pero sus efectos dependen de cómo se diseñan las actividades y del tipo de participación que se promueve.

Una de las coincidencias más claras se encuentra en la relación entre experimentación y comprensión conceptual. Caglak (2017) reportó un efecto grande de las actividades hands-on sobre el rendimiento en ciencias, mientras que Wörner et al. (2022) encontraron ventajas de combinar experiencias reales y virtuales. Estos resultados sugieren que la experimentación puede actuar como puente entre conceptos abstractos y fenómenos observables cuando la experiencia se acompaña de análisis y explicación.

Sin embargo, la evidencia también cuestiona la idea de que cualquier práctica experimental produce aprendizaje profundo. Abrahams y Millar (2008) mostraron que en parte de las clases observadas el trabajo práctico se orientaba principalmente a contenidos científicos y no necesariamente a comprender cómo se realiza una investigación. Esta observación coincide con Oliveira y Bonito (2023), quienes identifican como desafío la falta de correspondencia entre algunas prácticas escolares y las formas auténticas de hacer ciencia.

La orientación del docente emerge como una condición transversal. Lazonder y Harmsen (2016) encontraron efectos favorables de la guía en 72 estudios, mientras que Gericke et al. (2023) señalan que el nivel de apertura debe ajustarse a los objetivos de aprendizaje. Por ello, una práctica experimental eficaz no implica abandonar al estudiante a sus propios medios, sino ofrecer preguntas, apoyos y retroalimentación que permitan avanzar progresivamente hacia mayor autonomía.

La motivación también constituye un resultado relevante. Dah et al. (2024) identificaron efectos positivos de la indagación abierta sobre motivación y actitudes hacia las ciencias. No obstante, la motivación debe acompañarse de metas cognitivas claras, pues una actividad atractiva puede no generar comprensión si el estudiante no tiene que interpretar evidencias ni construir explicaciones. La experiencia debe ser significativa tanto desde lo emocional como desde lo intelectual.

Los experimentos escolares constituyen una estrategia pertinente para fortalecer el aprendizaje de las ciencias naturales porque permiten relacionar conceptos con fenómenos observables y promover una participación activa del estudiante. La evidencia revisada muestra una tendencia favorable hacia experiencias que incorporan indagación, análisis de datos y construcción de explicaciones (Minner et al., 2010; Furtak et al., 2012).

La comprensión conceptual se favorece cuando la actividad experimental no se limita a manipular materiales, sino que exige interpretar lo observado y relacionarlo con conocimientos científicos. Los resultados de Caglak (2017) y Wörner et al. (2022) respaldan el potencial de las experiencias prácticas y de su combinación con recursos virtuales.

El desarrollo de habilidades científicas depende de que los estudiantes participen en procesos de formulación de preguntas, observación, registro, análisis y comunicación. En este sentido, Gericke et al. (2023) y Oliveira y Bonito (2023) muestran que el trabajo práctico puede contribuir tanto al aprendizaje de conceptos como al aprendizaje de prácticas científicas.

La orientación docente es indispensable para que el experimento escolar alcance sus propósitos. La evidencia de Lazonder y Harmsen (2016) y Furtak et al. (2012) demuestra que la guía adecuada puede favorecer el desempeño y los resultados de aprendizaje. Por ello, la autonomía debe construirse progresivamente y de acuerdo con el nivel de preparación de los estudiantes.

Las limitaciones de tiempo, recursos, infraestructura y preparación del personal pueden reducir las oportunidades de experimentación. Sin embargo, estas condiciones pueden abordarse mediante actividades de bajo costo, selección cuidadosa de materiales y uso complementario de recursos virtuales, siempre que se mantenga la seguridad y la coherencia con los objetivos curriculares (Oliveira & Bonito, 2023; Tesfamariam et al., 2024; Wörner et al., 2022).

Finalmente, el aprendizaje mediante experimentos escolares alcanza mayor valor educativo cuando existe articulación entre experiencia, indagación, orientación, evaluación y reflexión. La literatura revisada permite concluir que experimentar no significa solamente hacer, sino observar, cuestionar, interpretar, argumentar y comunicar. En consecuencia, los experimentos deben planificarse como experiencias de aprendizaje científico y no como actividades aisladas dentro de la clase (Dah et al., 2024; Gericke et al., 2023).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Agustian, H. Y. (2022). Learning outcomes of university chemistry teaching in laboratories: A systematic review of empirical literature. *Review of Education*. <https://doi.org/10.1002/rev3.3360>
- Caglak, S. (2017). Does hands-on science practices make an impact on achievement in science? A meta-analysis. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 69–87. <https://doi.org/10.21891/jeseh.275708>
- Dah, N. M., Mat Noor, M. S. A., Kamarudin, M. Z., & Syed Abdul Azziz, S. S. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 43, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100601>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gericke, N., Högström, P., & Wallin, J. (2023). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 59(2), 245–285. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Nicol, C. B., Gakuba, E., & Habinshuti, G. (2022). Students' opinions, views, and perceptions of science laboratory learning: A systematic review of the literature. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(3), em2087.
- Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8, 1151641. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641>

- Oliveira, H., & Bonito, J. (2026). Desafíos para el trabajo práctico en la educación en ciencias: resultados de una revisión sistemática de la literatura. *Revista Colombiana de Educación*, 97. <https://doi.org/10.17227/rce.num97-20727>
- Seery, M. K., Agustian, H. Y., Christiansen, F. V., Gammelgaard, B., & Malm, R. H. (2024). 10 guiding principles for learning in the laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 25, 383–402. <https://doi.org/10.1039/D3RP00245D>
- Tesfamariam, G. M., Berhe, G. G., & Gebretsadik, T. G. (2024). Practices and challenges in implementing chemistry laboratory work in secondary schools: A review. *African Journal of Chemical Education*, 14(2).
- Widiyatmoko, A., & Cahyono, A. N. (2025). A systematic literature review on trends in the use of science experiments in online learning environments. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 26(3). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v26i3.8221>
- Wörner, S., Kuhn, J., & Scheiter, K. (2022). The best of two worlds: A systematic review on combining real and virtual experiments in science education. *Review of Educational Research*, 92(6), 911–952. <https://doi.org/10.3102/00346543221079417>
- Ali, N., Ullah, S., & Khan, D. (2022). Interactive laboratories for science education: A subjective study and systematic literature review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(10), 85. <https://doi.org/10.3390/mti6100085>
- Aktamış, H., Hiğde, E., & Özden, B. (2017). Effects of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitudes towards science: A meta-analysis science. *Journal of Turkish Science Education*.
- Abulibdeh, S., & Sharpe, R. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 10, 199–215. <https://doi.org/10.3926/jotse.888>
- Constantinou, M., & Fotou, N. (2020). The effectiveness of a must-have practical work in tertiary life science education. *Information*, 11(9), 401. <https://doi.org/10.3390/info11090401>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

