Revista de Estudios Generales (REG).
ISSN: 3073-1259Vol.5 (N°.4). Octubre - Diciembre 2026
DOI: 10.70577/reg.v5i4.1199

Simuladores virtuales en la enseñanza de la física y la química: aportes, limitaciones y orientaciones didácticas

Virtual simulators in physics and chemistry education: contributions, limitations, and didactic guidelines

Lic. Robayo Andrade Nelba Mayela
UE Isidro Ayora
nelba.robayo@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0007-9297-568X
Los Rios- Ecuador

Lic. Avilez Moran Rosa Katherine
UE Isidro Ayora
rosa.avilez@docentes.educacion.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-3309-4420
Los Rios- Ecuador

Lic. Nuñez Ibarra Elisa Cumanda
UE Isidro Ayora
cumanda.nunez@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0000-5407-4281
Los Rios- Ecuador

Lic. Guerra Duque Tatiana Mercedes
UE Isidro Ayora
mercedes.guerra@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0009-7103-4359
Los Rios- Ecuador

Formato de citación APA
Robayo, N. Avilez, R. Nuñez, E. & Guerra, T.. (2026). Simuladores virtuales en la enseñanza de la física y la química: aportes, limitaciones y orientaciones didácticas. Revista REG, Vol. 5 (N°. 4), p. 3075 - 3087.

NEXO CIENTIFICO
Vol. 5 (N°. 4). Octubre – Diciembre 2026.
ISSN: 3073-1259
Fecha de recepción: 30 -10-2026
Fecha de aceptación :03-11-2026
Fecha de publicación:31-12-2026

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

RESUMEN

La incorporación de simuladores virtuales en la enseñanza de la física y la química ha ampliado las posibilidades de representar fenómenos, experimentar con variables y aproximar al estudiantado a procesos que no siempre pueden observarse o reproducirse en un laboratorio escolar. El objetivo de este artículo es analizar, mediante una revisión bibliográfica narrativa e integradora, los aportes, las limitaciones y las condiciones didácticas asociadas al uso de simuladores y laboratorios virtuales en ambas disciplinas, a partir de publicaciones difundidas entre 2021 y 2026. Se consultaron registros académicos y revistas especializadas, priorizando revisiones sistemáticas, estudios empíricos y trabajos de investigación en educación científica. La literatura revisada señala beneficios recurrentes en la comprensión conceptual, la visualización de modelos microscópicos y abstractos, la exploración de relaciones entre variables, la retroalimentación y la seguridad experimental. No obstante, los resultados no son uniformes: dependen de la calidad del diseño pedagógico, la guía docente, los conocimientos previos, la accesibilidad tecnológica y la correspondencia entre la simulación y los objetivos curriculares. También se advierte que las simulaciones no desarrollan por sí solas destrezas manuales, manejo de instrumentos ni todas las formas de razonamiento experimental. Se concluye que su mayor potencial se alcanza mediante una integración planificada con actividades de indagación, discusión, resolución de problemas y, cuando sea posible, prácticas presenciales. Por tanto, deben concebirse como recursos complementarios y no como sustitutos universales del laboratorio físico.

PALABRAS CLAVE: simuladores virtuales, enseñanza de la física, enseñanza de la química, laboratorios virtuales, aprendizaje activo, educación científica

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

ABSTRACT

The incorporation of virtual simulators into physics and chemistry education has expanded opportunities to represent phenomena, experiment with variables, and expose students to processes that cannot always be observed or reproduced in a school laboratory. This article analyzes, through a narrative and integrative literature review, the contributions, limitations, and instructional conditions associated with the use of simulators and virtual laboratories in both disciplines, drawing on publications issued between 2021 and 2026. Academic records and specialized journals were consulted, prioritizing systematic reviews, empirical studies, and research in science education. The reviewed literature reports recurring benefits for conceptual understanding, visualization of microscopic and abstract models, exploration of variable relationships, feedback, and experimental safety. However, outcomes are not uniform: they depend on instructional design, teacher guidance, prior knowledge, technological accessibility, and alignment between simulations and curricular objectives. Simulations alone do not develop manual skills, instrument handling, or every form of experimental reasoning. The article concludes that their greatest potential is achieved through planned integration with inquiry-based activities, discussion, problem solving, and, whenever possible, face-to-face laboratory work. Therefore, virtual simulators should be understood as complementary resources rather than universal replacements for physical laboratories.

KEYWORDS: virtual simulators, physics education, chemistry education, virtual laboratories, active learning, science education

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

INTRODUCCIÓN

La física y la química permiten explicar fenómenos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana; sin embargo, su aprendizaje presenta dificultades particulares. En física, conceptos como campo eléctrico, fuerza, energía, ondas o movimiento requieren relacionar representaciones matemáticas con procesos que no siempre son visibles. En química, el estudiantado debe conectar lo que observa a escala macroscópica con modelos de partículas y símbolos, como ecuaciones, fórmulas y estructuras. Cuando la enseñanza se limita a la exposición verbal o a la resolución mecánica de ejercicios, estas relaciones pueden quedar fragmentadas y favorecer aprendizajes memorísticos.

En este contexto, los simuladores virtuales se han convertido en recursos de apoyo para la enseñanza de las ciencias. Se trata de entornos digitales que representan sistemas, objetos o procesos y permiten modificar condiciones para observar sus efectos. Algunos presentan modelos simplificados de fenómenos físicos; otros reproducen procedimientos de laboratorio, instrumentos, sustancias o interacciones moleculares. Su valor educativo no reside únicamente en trasladar una experiencia a una pantalla, sino en ofrecer oportunidades para formular predicciones, manipular variables, contrastar resultados y revisar explicaciones.

La expansión de estos recursos se aceleró durante la emergencia sanitaria por COVID-19, cuando numerosas instituciones tuvieron que mantener actividades experimentales sin acceso regular a laboratorios presenciales. En Ecuador, Urquizo Cruz et al. (2022) analizaron el empleo de PhET, Crocodile Chemistry y Yenka en actividades de química y reportaron que las herramientas facilitaron la retroalimentación y la motivación durante las prácticas guiadas. Sin embargo, el estudio no encontró diferencias significativas en el rendimiento académico, un resultado que recuerda que la incorporación de tecnología no garantiza automáticamente mejores calificaciones.

La evidencia posterior ha permitido superar la visión de los simuladores como una solución temporal. En física, Banda y Nzabahimana (2021) revisaron 31 investigaciones experimentales y cuasiexperimentales sobre PhET y encontraron evidencia favorable para la comprensión conceptual. Wang et al. (2025), por su parte, sintetizaron 45 artículos sobre experimentos virtuales en física y observaron que se utilizan especialmente en mecánica y electricidad, con énfasis en la percepción visual de fenómenos y en la orientación de las actividades según el nivel educativo. En química, las investigaciones han explorado el equilibrio químico, las soluciones, las prácticas de laboratorio y los entornos de realidad virtual.

No obstante, es necesario evitar conclusiones simplistas. Un simulador puede facilitar la visualización de un proceso, pero también puede ocultar las incertidumbres, errores de medición y

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

contingencias que forman parte del trabajo científico real. Una interfaz atractiva puede aumentar la participación sin producir necesariamente comprensión profunda. Asimismo, el acceso a dispositivos, conectividad y acompañamiento docente es desigual. Por ello, la pregunta relevante no es solamente si los simuladores funcionan, sino bajo qué condiciones, para qué contenidos, con qué estrategias y con qué resultados de aprendizaje.

El objetivo de este artículo es analizar los aportes y las limitaciones de los simuladores virtuales en la enseñanza de la física y la química, identificando estrategias didácticas que favorezcan su integración crítica. Se abordan cuatro dimensiones: comprensión conceptual y visualización; aprendizaje experimental e indagación; motivación, accesibilidad y seguridad; y desafíos para la evaluación y la práctica docente. La revisión considera publicaciones comprendidas entre 2021 y 2026, con especial atención a revisiones de literatura y estudios empíricos que permiten contrastar resultados.

MÉTODOS Y MATERIALES

Se desarrolló una revisión bibliográfica narrativa de carácter integrador. Este enfoque permitió reunir y comparar investigaciones con diseños diferentes —revisiones sistemáticas, estudios cuasiexperimentales, análisis cualitativos y artículos de reflexión— sin presentar los resultados como un metaanálisis ni atribuirles una homogeneidad que no poseen. El periodo de publicación considerado fue 2021–2026, de acuerdo con el requisito temporal establecido para el trabajo.

La búsqueda se orientó a publicaciones sobre simuladores, laboratorios virtuales, PhET, realidad virtual y experimentación digital aplicados a la enseñanza de la física y la química. Se consultaron registros y portales académicos como ERIC, SciELO, PubMed/PMC, revistas científicas de acceso abierto, editoriales académicas y repositorios universitarios. Se emplearon combinaciones de términos en español e inglés: “simuladores virtuales”, “laboratorios virtuales”, “enseñanza de la física”, “educación química”, “virtual laboratories”, “physics education”, “chemistry education” y “PhET simulations”.

Se consideraron como criterios de inclusión: (a) publicación entre 2021 y 2026; (b) relación directa con la enseñanza o el aprendizaje de física, química o ciencias experimentales; (c) descripción de resultados, aplicaciones, ventajas, dificultades o recomendaciones pedagógicas; y (d) disponibilidad de información bibliográfica suficiente para identificar la fuente. Se priorizaron artículos revisados por pares, revisiones sistemáticas y estudios empíricos. Se excluyeron textos sin relación educativa directa, materiales promocionales y documentos que no permitieran verificar autoría o fecha.

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

La selección fue intencional y temática. Se identificaron estudios sobre comprensión conceptual en física, laboratorios virtuales de química, experiencias de realidad virtual, integración de prácticas reales y virtuales y revisiones generales de ciencias. La información se organizó en una matriz de lectura con los siguientes campos: autor y año, disciplina, nivel educativo o contexto, tipo de recurso, diseño o enfoque, principales hallazgos y limitaciones. Posteriormente, se compararon los resultados y se agruparon en categorías temáticas.

Como limitación metodológica, esta revisión no constituye una revisión sistemática exhaustiva: no se reporta un diagrama PRISMA ni un recuento total de registros porque el propósito fue realizar una síntesis narrativa basada en fuentes verificables y pertinentes. Además, los estudios difieren en población, duración, contenidos, instrumentos de evaluación y definición de "laboratorio virtual"; por ello, sus resultados deben interpretarse de forma contextual y no como una medida única del efecto de los simuladores.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Comprensión conceptual y visualización de fenómenos

Uno de los aportes más consistentes de los simuladores es la posibilidad de representar procesos difíciles de observar directamente. En física, una simulación permite modificar masa, fuerza, velocidad, resistencia o voltaje y visualizar de inmediato cómo cambian las magnitudes relacionadas. En lugar de limitarse a memorizar una ecuación, el estudiante puede explorar qué ocurre cuando altera una variable y contrastar la predicción con el comportamiento del modelo. Banda y Nzabahimana (2021) concluyeron que las simulaciones PhET pueden fortalecer la comprensión conceptual cuando se integran en ambientes de aprendizaje activo.

La visualización, sin embargo, no debe confundirse con comprensión. Un estudiante puede manipular controles y observar animaciones sin explicar por qué ocurre un fenómeno. Para que la simulación tenga valor cognitivo, el docente debe proponer preguntas que exijan interpretar los resultados: ¿qué variable se mantuvo constante?, ¿qué relación se observa?, ¿por qué el gráfico cambia de esa manera?, ¿qué evidencia respalda la explicación? La actividad requiere pasar de la observación a la formulación de una explicación sustentada.

En química, el reto central consiste en vincular tres niveles de representación: macroscópico, submicroscópico y simbólico. Rahmawati et al. (2022), al estudiar el equilibrio químico con simulaciones interactivas PhET, identificaron que los estudiantes podían responder correctamente preguntas de contenido, pero el desempeño descendía cuando debían justificar sus respuestas. Este hallazgo revela que observar partículas en movimiento o modificar concentraciones no elimina por sí

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

mismo las concepciones alternativas. El simulador debe acompañarse de preguntas de explicación, representaciones gráficas y traducción entre modelos y ecuaciones.

Por tanto, los simuladores resultan especialmente útiles cuando hacen explícita la relación entre variables o escalas de representación. En física, pueden conectar diagramas, vectores, gráficas y movimiento; en química, pueden relacionar cambios visibles, interacciones entre partículas y expresiones simbólicas. La intervención docente sigue siendo esencial para que la representación digital no se convierta en una imagen atractiva pero superficial.

Experimentación, indagación y desarrollo de habilidades científicas

Los laboratorios virtuales ofrecen un espacio para repetir procedimientos, modificar condiciones y explorar escenarios sin consumir reactivos ni exponer al alumnado a ciertos riesgos. En química, esta posibilidad es relevante para estudiar mezclas, concentración de soluciones, equilibrio, reacciones y manejo conceptual de materiales. Urquizo Cruz et al. (2022) encontraron que PhET, Crocodile Chemistry y Yenka fueron útiles para desarrollar actividades experimentales guiadas y facilitar retroalimentación en el contexto universitario ecuatoriano.

La evidencia también muestra que la preparación virtual puede enriquecer la práctica presencial. Reeves et al. (2021) estudiaron experiencias de estudiantes universitarios en laboratorios de química con realidad virtual y advirtieron que algunos participantes percibían el entorno como útil para completar tareas, pero no necesariamente como una experiencia suficiente para aprender procedimientos de laboratorio. En una línea complementaria, el estudio sobre ejercicios de laboratorio de química en realidad virtual de 2023 encontró que los estudiantes valoraban realizar la actividad virtual antes de la práctica real, aunque reconocían que el entorno digital no sustituía la experiencia física (Viitaharju et al., 2023).

En física, Wang et al. (2025) identificaron que las experiencias virtuales se concentran en mecánica y electricidad, áreas donde los modelos digitales pueden hacer visibles relaciones abstractas. Su revisión también señaló la importancia de las orientaciones didácticas y la necesidad de ampliar la investigación en óptica, termodinámica y acústica. Esto sugiere que la selección del simulador debe responder al contenido y no a la novedad tecnológica.

La integración de prácticas reales y virtuales puede ser más provechosa que la elección excluyente entre una y otra. El metaanálisis de Wang et al. (2025) sobre la combinación de experimentos reales y virtuales en física reportó un efecto positivo moderado sobre el rendimiento de aprendizaje (ES = 0.66), con mayor utilidad en contenidos abstractos o complejos. El dato respalda una

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

secuencia en la que la simulación prepara, anticipa o permite repetir una experiencia, mientras que el laboratorio físico ofrece contacto con instrumentos, materiales, mediciones y fuentes de error.

Desde la indagación, una secuencia adecuada puede comenzar con una pregunta o problema, continuar con una predicción individual, permitir la manipulación controlada de variables y terminar con la interpretación de evidencias. Por ejemplo, en física se puede investigar cómo cambia la corriente al modificar la resistencia en un circuito; en química, cómo influye la concentración en el comportamiento de un sistema en equilibrio. El informe debe incluir hipótesis, variables, procedimiento, datos, interpretación y reflexión sobre las limitaciones del modelo.

Motivación, accesibilidad, seguridad y autonomía

La flexibilidad es una ventaja importante: las simulaciones pueden utilizarse en distintos horarios, repetirse tantas veces como sea necesario y adaptarse a actividades individuales o colaborativas. Reyes et al. (2024) sintetizaron beneficios relacionados con accesibilidad, flexibilidad y aprendizaje activo, y destacaron que los laboratorios virtuales permiten organizar experiencias de indagación en entornos escalables. En contextos donde los laboratorios físicos son limitados, estos recursos pueden ampliar las oportunidades de aproximación experimental.

La seguridad también constituye un aporte, especialmente cuando se estudian procedimientos que implican calor, electricidad, presión, sustancias corrosivas o materiales peligrosos. Una simulación permite anticipar etapas, reconocer riesgos y comprender el fundamento de un procedimiento antes de ejecutarlo. Sin embargo, la seguridad digital no reemplaza la formación para el trabajo seguro en el laboratorio real. El estudiante debe aprender a identificar riesgos concretos, utilizar equipos de protección y seguir protocolos institucionales.

En cuanto a la motivación, los entornos interactivos pueden despertar curiosidad y favorecer la participación, pero no todos los estudios encuentran incrementos automáticos en el interés. El estudio de experiencias en laboratorios virtuales de química reportó que la motivación no aumentó directamente en todos los participantes, aun cuando se reconocieron beneficios para la preparación de la práctica (Viitaharju et al., 2023). Por ello, la motivación depende también del sentido de la tarea, la retroalimentación y la participación intelectual que se solicite.

La accesibilidad debe analizarse desde una perspectiva de equidad. Se requieren dispositivos compatibles, conectividad, interfaces comprensibles y alternativas para estudiantes con necesidades diversas. Cuando una actividad depende de conexión permanente o de equipos de alto rendimiento, puede profundizar desigualdades. El docente puede prever actividades descargables, trabajo por parejas, uso compartido de dispositivos, guías impresas y opciones equivalentes sin conexión.

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

Limitaciones y desafíos pedagógicos

La primera limitación es la simplificación de la realidad. Toda simulación se construye a partir de un modelo y de supuestos. Algunos programas omiten fricción, pérdidas de energía, impurezas, variaciones ambientales, incertidumbre instrumental o errores humanos. En consecuencia, los resultados digitales suelen ser más estables y limpios que los obtenidos en una práctica real. El estudiante debe comprender que la simulación no es el fenómeno mismo, sino una representación construida para determinados propósitos.

La segunda limitación corresponde a las habilidades procedimentales. Una experiencia virtual puede enseñar la secuencia lógica de una técnica, pero no necesariamente desarrolla coordinación manual, destreza para pipetear, lectura de escalas, montaje de circuitos, calibración de instrumentos o respuesta ante imprevistos. La revisión de Reyes et al. (2024) destaca que los laboratorios virtuales deben complementar las experiencias prácticas y que su implementación requiere alineación curricular, apoyo institucional y formación docente.

La tercera dificultad es el diseño instruccional. Si el estudiante recibe una simulación sin objetivo claro, puede explorar al azar y concentrarse en aspectos secundarios de la interfaz. Wang et al. (2025) señalan la necesidad de diversificar las formas de evaluación y prestar atención a la comprensión más allá de la memorización. La evaluación debe valorar explicaciones, predicciones, transferencia a situaciones nuevas y capacidad para justificar decisiones experimentales.

La cuarta limitación se relaciona con la preparación docente. Integrar una herramienta digital requiere seleccionar el recurso, verificar su exactitud, anticipar errores conceptuales, diseñar preguntas y decidir cómo se evaluará el aprendizaje. La tecnología no reemplaza el conocimiento disciplinar ni la mediación pedagógica. Al contrario, demanda que el docente haga explícitos los objetivos y acompañe el razonamiento del estudiante.

Orientaciones para una integración didáctica eficaz

A partir de los hallazgos revisados, se propone una integración en cinco momentos. Primero, diagnóstico: recuperar conocimientos previos y reconocer posibles ideas alternativas mediante preguntas breves o una situación problemática. Segundo, predicción: solicitar que el alumnado anticipe el resultado antes de abrir la simulación. Tercero, exploración guiada: manipular una o dos variables a la vez, registrar observaciones y comparar escenarios. Cuarto, explicación: relacionar lo observado con conceptos, modelos, gráficos y expresiones matemáticas o químicas. Quinto, transferencia: resolver una situación diferente o contrastar la simulación con una experiencia real.

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

En física, para abordar las leyes de Newton, el docente puede pedir que se prediga el movimiento de un objeto bajo distintas fuerzas, explorar la masa y la fuerza neta en una simulación y elaborar una gráfica que sustente la explicación. En electricidad, puede plantear cómo cambia la corriente al modificar la resistencia, manteniendo constantes otras variables. En química, para estudiar concentración, el grupo puede predecir el efecto de añadir soluto, observar la representación de partículas y justificar el cambio mediante el modelo de disolución.

La guía de trabajo debe evitar instrucciones que se reduzcan a “ingrese y juegue”. Conviene incluir propósito, pregunta investigable, variables, pasos de exploración, tabla de registro, preguntas de análisis y una conclusión basada en evidencia. También es recomendable pedir capturas o esquemas solo cuando aporten información; la evidencia principal debe ser el razonamiento escrito y oral.

La evaluación puede combinar una prueba conceptual antes y después de la actividad, una rúbrica de informe, observación de la colaboración y preguntas de transferencia. Es importante diferenciar entre el manejo técnico del simulador y el aprendizaje científico. Un estudiante puede dominar los controles sin comprender el fenómeno, o comprenderlo y necesitar apoyo para manejar la interfaz. Ambos aspectos deben observarse de manera diferenciada.

Síntesis comparativa de la evidencia

En conjunto, la literatura presenta coincidencias y matices. Las revisiones en física encuentran resultados favorables para la comprensión conceptual, pero también recomiendan mayor variedad de contenidos y métodos de evaluación (Banda & Nzabahimana, 2021; Wang et al., 2025). En química, los estudios muestran posibilidades para visualizar procesos y preparar experiencias, aunque advierten que las simulaciones no resuelven por sí solas las dificultades de explicación ni reemplazan las destrezas del laboratorio (Rahmawati et al., 2022; Reeves et al., 2021; Reyes et al., 2024). Los trabajos ecuatorianos resultan especialmente pertinentes porque documentan el uso de simuladores en la formación de futuros docentes y en contextos donde los recursos de laboratorio pueden ser limitados (Urquizo Cruz et al., 2022).

La interpretación más equilibrada es que el efecto educativo depende de la relación entre herramienta, contenido, estudiante y estrategia docente. No existe un simulador universal ni una modalidad digital que sea superior para todos los objetivos. Para comprender fenómenos abstractos, explorar variables y ensayar procedimientos, la simulación puede ofrecer ventajas importantes. Para desarrollar destrezas motoras, manipular materiales reales y reconocer incertidumbres

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

experimentales, la práctica presencial conserva un valor insustituible. En consecuencia, la decisión pedagógica debe basarse en el propósito de aprendizaje y en las condiciones disponibles.

CONCLUSIÓN

La revisión bibliográfica permite concluir que los simuladores virtuales constituyen recursos valiosos para fortalecer la enseñanza de la física y la química, especialmente cuando facilitan la visualización de fenómenos abstractos, la exploración de variables y la construcción de explicaciones basadas en evidencias. La literatura publicada entre 2021 y 2026 reporta beneficios en comprensión conceptual, retroalimentación, flexibilidad y preparación de experiencias experimentales; sin embargo, estos beneficios no se producen de manera automática ni son idénticos en todos los contextos.

Se identificó que la mediación docente es un factor decisivo. Las actividades deben partir de objetivos claros, recuperar conocimientos previos, promover predicciones, orientar la manipulación de variables y exigir interpretaciones que conecten observaciones con modelos científicos. La simple exposición a una simulación o la repetición de instrucciones no garantiza aprendizaje profundo. Por ello, la evaluación debe considerar no solo respuestas correctas, sino también razonamiento, argumentación, transferencia y comprensión de las limitaciones del modelo.

Asimismo, los simuladores no sustituyen completamente los laboratorios presenciales. Aunque permiten ensayar procedimientos de forma segura y accesible, no reproducen todas las habilidades manuales, los errores de medición ni las contingencias del trabajo experimental. La combinación de actividades virtuales y prácticas reales aparece como una alternativa pedagógica prometedora, sobre todo para contenidos abstractos o complejos.

Finalmente, se recomienda que las instituciones educativas fortalezcan la formación docente, aseguren condiciones mínimas de acceso tecnológico y seleccionen simuladores de acuerdo con la pertinencia curricular, la calidad científica y la accesibilidad. En futuras investigaciones conviene estudiar efectos a largo plazo, habilidades experimentales, colaboración, pensamiento crítico y equidad de acceso, además de ampliar la evidencia en contenidos menos investigados. La tecnología adquiere verdadero sentido educativo cuando se integra a una propuesta didáctica que sitúa al estudiante como participante activo en la construcción del conocimiento científico.

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. Physical Review Physics Education Research, 17(2), 023108. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108

Campos Mera, G., & Benarroch Benarroch, A. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: Una revisión sistemática. Enseñanza de las Ciencias, 42(2), 109–129. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040

May, D., Jahnke, I., & Moore, S. (2023). Online laboratories and virtual experimentation in higher education from a sociotechnical-pedagogical design perspective. Journal of Computing in Higher Education, 35, 203–222. https://doi.org/10.1007/s12528-023-09380-3

Peechapol, C. (2021). Investigating the effect of virtual laboratory simulation in chemistry on learning achievement, self-efficacy, and learning experience. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 16(20), 196–207. https://doi.org/10.3991/ijet.v16i20.23561

Rahmawati, Y., Zulhipri, Z., Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' conceptual understanding in chemistry learning using PhET interactive simulations. Journal of Technology and Science Education, 12(2). https://doi.org/10.3926/jotse.1597

Reeves, S. M., Crippen, K. J., & McCray, E. D. (2021). The varied experience of undergraduate students learning chemistry in virtual reality laboratories. Computers & Education, 175, 104320. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104320

Reyes, R. L., Isleta, K. P., Regala, J. D., & Bialba, D. M. R. (2024). Enhancing experiential science learning with virtual labs: A narrative account of merits, challenges, and implementation strategies. Journal of Computer Assisted Learning, 40(6), 3167–3186. https://doi.org/10.1111/jcal.13061

Urquizo Cruz, E. P., Sánchez Salcán, N. de J., & Orrego Riofrío, M. C. (2022). Experimental activities using virtual simulators to learn chemistry during COVID-19 pandemic. Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, (17). https://doi.org/10.37135/chk.002.17.08

Viitaharju, P., Nieminen, M., Linnera, J., Yliniemi, K., & Karttunen, A. J. (2023). Student experiences from virtual reality-based chemistry laboratory exercises. Education for Chemical Engineers, 44, 191–199. https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.06.004

Wang, X.-M., Yu, X.-H., Yu, D.-D., Hwang, G.-J., & Lan, M. (2025). Does combining real and virtual experiments improve learning achievement in physics? Evidence from a meta-analysis (2001–

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

2021). Educational Research Review, 46, 100661. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100661

Wang, Y., Zhang, L., & Pang, M. (2025). Virtual experiments in physics education: A systematic literature review. Research in Science & Technological Education, 43(2), 633–655. https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2327995

Alhashem, F., & Alfailakawi, A. (2023). Technology-enhanced learning through virtual laboratories in chemistry education. Contemporary Educational Technology, 15(4), ep474. https://doi.org/10.30935/cedtech/13739

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 articulo no es producto de una publicación anterior.

Las obras que se publican en Revista REG están bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial