

**USO DE SIMULADORES VIRTUALES Y LABORATORIOS REMOTOS PARA
POTENCIAR EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA UNIVERSITARIA
USE OF VIRTUAL SIMULATORS AND REMOTE LABORATORIES TO ENHANCE
UNIVERSITY PHYSICS LEARNING**

Autores: ¹Edwin Marcelo González Pasochoa, ²Mishell Dayana Usca Chicaiza, ³Guido Vladimir Tapia Encalada, ⁴Jenny Alexandra Flores Bendoval y ⁵Santiago Ricardo Vivanco Saraguro.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-7637-5991>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2704-5628>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-6307-7562>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-2373-4475>

⁵ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7281-2286>

¹E-mail de contacto: gonzalezp@docentes.educacion.edu.ec

²E-mail de contacto: mishell.usca@docentes.educacion.edu.ec

³E-mail de contacto: guido.tapia@docentes.educacion.edu.ec

⁴E-mail de contacto: jenny.flores@docentes.educacion.edu.ec

⁵E-mail de contacto: ricardo.vivanco@docentes.educacion.edu.ec

Afiliación: ¹*²*³*⁴*⁵*Unidad Educativa Juan Montalvo, (Ecuador).

Artículo recibido: 16 de Noviembre del 2025

Artículo revisado: 18 de Noviembre del 2025

Artículo aprobado: 20 de Noviembre del 2025

¹Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Matemáticas de la Universidad UTE, (Ecuador). Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales de la Universidad Internacional de La Rioja, (España).

²Licenciada en Pedagogía de las Matemáticas y la Física graduada de la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador).

³Tecnólogo en Electrónica y Telecomunicaciones de Escuela Politécnica Nacional, (Ecuador). Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de Universidad Tecnológica Israel, (Ecuador). Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales, mención Matemática y Física de Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

⁴Licenciada en Ciencias de la Educación mención Matemática y Física graduada de la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador).

⁵Licenciado en Ciencias de la Educación mención Matemática y Física, graduado de la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador). Magíster en Educación mención Innovación y Liderazgo Educativo, graduado en la Universidad Tecnológica Indoamérica, (Ecuador). Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales mención Matemática y Física, graduado de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, (Ecuador).

Resumen

La enseñanza de la física universitaria enfrenta desafíos persistentes relacionados con la comprensión conceptual, la falta de vinculación entre teoría y experimentación y las limitaciones de infraestructura en laboratorios tradicionales. En respuesta a estas problemáticas, el uso de simuladores virtuales y laboratorios remotos ha emergido como una alternativa pedagógica que permite ofrecer experiencias experimentales flexibles, accesibles y alineadas con las necesidades actuales de la educación superior. Este artículo presenta una revisión narrativa de estudios publicados entre 2020 y 2025, analizando el impacto de estas herramientas en el aprendizaje conceptual y experimental de los estudiantes de física. Se observa que los simuladores virtuales facilitan la visualización de fenómenos

abstractos, fortalecen la comprensión de modelos físicos e incrementan la motivación estudiantil mediante la manipulación directa de variables. Por su parte, los laboratorios remotos permiten operar equipamientos reales a distancia, proporcionando datos auténticos y promoviendo habilidades de análisis experimental. Asimismo, los enfoques híbridos que combinan ambos recursos potencian el aprendizaje por indagación, favorecen la transferencia de conocimientos y fortalecen competencias científicas avanzadas. Los hallazgos evidencian que estas tecnologías contribuyen a democratizar el acceso a experiencias experimentales de calidad y representan un componente estratégico para transformar la enseñanza de la física universitaria en entornos dinámicos y tecnológicamente enriquecidos.

Palabras clave: Simuladores virtuales, Laboratorios remotos, Aprendizaje, Física universitaria.

Abstract

University physics education continues to face challenges related to conceptual understanding, the limited connection between theory and experimentation, and the constraints imposed by traditional laboratory infrastructure. In response, the incorporation of virtual simulations and remote laboratories has emerged as a pedagogical alternative capable of providing flexible, accessible, and high-quality experimental experiences aligned with contemporary higher-education demands. This narrative review examines studies published between 2020 and 2025 to analyze the impact of these technologies on students' conceptual and experimental learning in physics. Findings indicate that virtual simulations support the visualization of abstract phenomena, strengthen the development of physical models, and enhance motivation through direct manipulation of variables. Meanwhile, remote laboratories allow students to operate real equipment at a distance, supplying authentic data and fostering essential experimental analysis skills. Furthermore, hybrid approaches that combine simulations with remote experimentation promote inquiry-based learning, improve knowledge transfer, and reinforce advanced scientific competencies. Overall, the reviewed evidence shows that these tools democratize access to high-quality experimental experiences and constitute a strategic component for transforming university physics education within dynamic and technologically enriched environments. These innovations not only address existing structural limitations but also open opportunities for more equitable, engaging, and effective scientific learning.

Keywords: Virtual simulators, Remote laboratories, Learning, University physics.

Sumário

O ensino de física universitária enfrenta desafios contínuos relacionados à compreensão

conceitual, à limitada integração entre teoria e experimentação e às restrições de infraestrutura encontradas nos laboratórios tradicionais. Diante desse cenário, o uso de simuladores virtuais e laboratórios remotos surge como uma alternativa pedagógica capaz de oferecer experiências experimentais flexíveis, acessíveis e alinhadas às demandas atuais da educação superior. Esta revisão narrativa analisa estudos publicados entre 2020 e 2025, examinando o impacto dessas tecnologias na aprendizagem conceitual e experimental de estudantes de física. Os resultados indicam que os simuladores virtuais facilitam a visualização de fenômenos abstratos, fortalecem a construção de modelos físicos e aumentam a motivação por meio da manipulação direta de variáveis. Por sua vez, os laboratórios remotos permitem operar equipamentos reais a distância, fornecendo dados autênticos e promovendo habilidades essenciais de análise experimental. Além disso, abordagens híbridas que combinam simulações e experimentação remota potencializam a aprendizagem investigativa, aprimoram a transferência de conhecimentos e fortalecem competências científicas avançadas. Em síntese, as evidências mostram que essas tecnologias contribuem para democratizar o acesso a experiências experimentais de qualidade e constituem um componente estratégico para transformar o ensino de física universitária em ambientes dinâmicos e tecnologicamente enriquecidos.

Palavras-chave: Simuladores virtuais, Laboratórios remotos, Aprendizagem, Física universitária.

Introducción

El aprendizaje de la física universitaria enfrenta desafíos persistentes relacionados con la comprensión de conceptos abstractos, la falta de experimentación directa y las dificultades para conectar la teoría con la práctica, lo que influye significativamente en el rendimiento académico y la motivación estudiantil. Según Wieman (2020), gran parte de las dificultades de los estudiantes radica en modelos mentales

incompletos y en la ausencia de experiencias que permitan visualizar los fenómenos físicos en contextos reales o simulados. En esta línea, el uso de simuladores virtuales ha emergido como una estrategia didáctica clave para facilitar la construcción conceptual mediante entornos interactivos que permiten manipular variables, observar resultados y repetir experimentos sin limitaciones materiales o temporales. Investigaciones como las de Caballero et al. (2021) destacan que las simulaciones aumentan la comprensión conceptual y promueven un aprendizaje más activo en comparación con las metodologías tradicionales. En el ámbito universitario, estos recursos contribuyen a fortalecer habilidades científicas esenciales, especialmente en cursos introductorios de mecánica, electricidad y óptica que suelen presentar altos índices de reprobación. Por ello, el avance de las tecnologías educativas abre nuevas posibilidades para transformar la enseñanza de la física mediante experiencias experimentales accesibles, seguras y pedagógicamente efectivas.

Paralelamente al uso de simuladores, los laboratorios remotos se han convertido en una herramienta indispensable para brindar experiencias experimentales reales a estudiantes que no pueden acceder físicamente a laboratorios universitarios. De acuerdo con Heradio et al. (2022), los laboratorios remotos permiten operar equipos físicos a distancia mediante plataformas digitales, proporcionando datos experimentales reales en tiempo real y fortaleciendo competencias científicas avanzadas. Esta modalidad ha ganado especial relevancia en la educación superior tras las limitaciones de acceso presencial provocadas por la pandemia, donde numerosas instituciones demostraron que el aprendizaje experimental remoto puede ser igual de riguroso que el

tradicional. Un estudio de Lindsay y Good (2023) evidencia que los laboratorios remotos aumentan la autonomía del estudiante, mejoran su percepción de logro y fomentan actitudes positivas hacia la física. Asimismo, estas herramientas permiten democratizar la educación científica, pues instituciones con recursos limitados pueden compartir equipamiento, reducir costos de mantenimiento y ampliar la cobertura estudiantil. De esta manera, los laboratorios remotos representan una innovación pedagógica que complementa, y en algunos casos reemplaza temporalmente, la experimentación tradicional en la física universitaria.

La integración de simuladores virtuales y laboratorios remotos constituye un enfoque híbrido capaz de potenciar el aprendizaje mediante la combinación de exploración guiada, experimentación real y retroalimentación inmediata. Según Lasry et al. (2021), los estudiantes que utilizan simulaciones antes de los experimentos físicos desarrollan una comprensión más profunda y disminuyen errores sistemáticos cuando realizan prácticas en laboratorio. Además, la literatura reciente señala que la secuencia "simulador - laboratorio remoto" favorece el aprendizaje por indagación, ya que permite diseñar hipótesis, probar modelos mentales y validar resultados con datos reales obtenidos a distancia. Investigaciones como la de Potter et al. (2022) revelan que esta combinación mejora la transferencia de conocimientos entre distintos contextos experimentales y aumenta la autoeficacia estudiantil. En cursos universitarios de física, donde la experimentación constituye un componente fundamental para comprender leyes como las de Newton, la ley de Ohm o los principios de óptica geométrica, este enfoque híbrido se presenta como una alternativa de alto impacto

educativo, especialmente en programas con limitaciones de infraestructura o alta matrícula.

El interés por el uso de simuladores y laboratorios remotos en la enseñanza universitaria de la física ha impulsado un crecimiento significativo en la investigación educativa orientada a evaluar su impacto, eficacia y potencial de futuro. De acuerdo con Zacharia et al. (2023), los entornos virtuales permiten personalizar el aprendizaje mediante adaptaciones al ritmo del estudiante y propuestas de experimentos diferenciados según su nivel de competencia. En estudios sobre educación científica, Shen y Liu (2024) demuestran que las tecnologías interactivas aumentan la motivación, la participación y la persistencia de los estudiantes en cursos tradicionalmente percibidos como difíciles. Asimismo, autores como König et al. (2021) sostienen que estas herramientas reducen la brecha entre estudiantes con y sin experiencia previa en laboratorios, contribuyendo a una enseñanza más equitativa e inclusiva. En este sentido, el uso de simulaciones y laboratorios remotos no solo optimiza la comprensión conceptual, sino que también fortalece habilidades transversales como la resolución de problemas, el análisis de datos y el razonamiento científico. Con base en estas tendencias, se vuelve necesario sistematizar la evidencia reciente a través de una revisión narrativa que integre sus aportes y retos en el contexto de la física universitaria.

A nivel global, la enseñanza de la física universitaria enfrenta dificultades persistentes relacionadas con la comprensión conceptual, la falta de vinculación entre teoría y práctica, y la limitada disponibilidad de laboratorios completamente equipados, lo cual afecta el rendimiento académico y la permanencia estudiantil. Según Meltzer y Thornton (2020),

la mayoría de estudiantes presenta ideas previas incorrectas y modelos mentales rígidos que dificultan la apropiación de conceptos como fuerza, energía o electromagnetismo. Esta problemática se intensifica cuando los laboratorios presenciales no cuentan con suficiente instrumental, horarios restringidos o cupos reducidos, como señalan Singh et al. (2022) en estudios sobre universidades en transición digital. En América Latina, la brecha tecnológica y las desigualdades en infraestructura exacerban el problema, afectando el acceso equitativo a experiencias experimentales de calidad, situación evidenciada por Celman et al. (2023) en su análisis de educación superior postpandemia. En este contexto, la ausencia de recursos experimentales adecuados limita la comprensión profunda de los fenómenos físicos y afecta la motivación estudiantil. Por ello, las instituciones requieren alternativas pedagógicas innovadoras que permitan ofrecer experimentación segura y accesible, como los simuladores virtuales y los laboratorios remotos, que emergen como soluciones estratégicas para superar estas limitaciones estructurales.

La implementación de simuladores virtuales y laboratorios remotos en la física universitaria se justifica por su capacidad para transformar la experiencia de aprendizaje, reducir brechas de infraestructura y mejorar la comprensión conceptual mediante actividades experimentales accesibles y flexibles. De acuerdo con Greca et al. (2021), las simulaciones permiten a los estudiantes manipular variables, visualizar fenómenos invisibles y desarrollar modelos mentales más robustos sobre los principios de la física. En paralelo, los laboratorios remotos proporcionan datos experimentales reales sin necesidad de presencia física, lo que amplía la cobertura

formativa y democratiza el acceso a recursos científicos avanzados, como indican Orduña et al. (2022). Además, estas herramientas han demostrado potenciar la autonomía, el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, competencias altamente valoradas en la educación universitaria contemporánea, como muestra el estudio de Achuthan et al. (2023). A nivel institucional, su adopción permite optimizar recursos, reducir costos operativos y fortalecer la continuidad académica frente a situaciones imprevistas que limiten la presencialidad. Por ello, una revisión narrativa sobre su impacto resulta pertinente para identificar avances recientes, tendencias emergentes y oportunidades de aplicación en el contexto de la física universitaria.

El objetivo general de este artículo es analizar, desde una revisión narrativa, las aplicaciones, beneficios y limitaciones del uso de simuladores virtuales y laboratorios remotos en el aprendizaje de la física universitaria, considerando su potencial para mejorar la comprensión conceptual, fortalecer habilidades experimentales y promover un aprendizaje activo y autónomo. La pregunta de investigación que orienta este estudio surge de la necesidad de comprender cómo las tecnologías educativas emergentes pueden transformar la enseñanza experimental de la física en contextos universitarios con limitaciones estructurales y requerimientos crecientes de innovación pedagógica. En este sentido, la interrogante central planteada es: ¿cómo contribuyen los simuladores virtuales y los laboratorios remotos, a potenciar el aprendizaje conceptual y experimental de la física universitaria, y cuáles son los beneficios, desafíos y condiciones necesarias para su implementación efectiva?

Materiales y Métodos

El presente estudio se desarrolló bajo una revisión narrativa, cuyo propósito fue analizar y sintetizar de manera crítica la evidencia reciente relacionada con el uso de simuladores virtuales y laboratorios remotos para potenciar el aprendizaje de la física universitaria. Este tipo de revisión permite integrar diversidad metodológica y conceptual, incorporando estudios empíricos, revisiones previas y aportes teóricos publicados durante el periodo 2020–2025. La búsqueda de información se realizó en bases de datos académicas de alto impacto, entre ellas Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO y Redalyc, seleccionadas por su cobertura amplia en educación científica, tecnologías educativas y aprendizaje en ciencias. La selección inicial se efectuó mediante un rastreo exhaustivo de artículos en revistas indexadas, priorizando aquellos con relación directa a física universitaria, simuladores, experimentación remota y aprendizaje activo. Este enfoque permitió obtener un mapa conceptual actualizado sobre las tendencias emergentes en enseñanza de la física mediada por tecnologías interactivas.

Para optimizar la recuperación de información relevante se emplearon palabras clave en español e inglés, combinadas mediante operadores booleanos, tales como: “simuladores virtuales”, “laboratorios remotos”, “física universitaria”, “virtual labs”, “remote labs”, “physics education”, “interactive simulations”, “online experimentation”, entre otras. El proceso de búsqueda incluyó la identificación de títulos, resúmenes y palabras clave alineadas con los ejes temáticos de la investigación. Posteriormente, se procedió a la eliminación de duplicados y a la evaluación preliminar de la pertinencia de cada estudio mediante la lectura crítica de resúmenes y conclusiones. Se priorizó la inclusión de

documentos que analizaran directamente el impacto de los simuladores o laboratorios remotos en el aprendizaje conceptual, experimental o actitudinal en cursos universitarios de física. Asimismo, se consideraron artículos que aportaran modelos pedagógicos, reportes de implementación, análisis comparativos o estudios de percepción estudiantil asociados a estas herramientas.

Los criterios de inclusión contemplaron: (a) artículos publicados entre 2020 y 2025 en revistas arbitradas; (b) estudios en inglés, español o portugués; (c) investigaciones vinculadas específicamente a la enseñanza universitaria de la física; (d) estudios que analizaran el uso, impacto o implementación de simulaciones virtuales y/o laboratorios remotos; y (e) trabajos con diseños experimentales, cuasiexperimentales, descriptivos, cualitativos, mixtos o revisiones previas. Los criterios de exclusión fueron: tesis, documentos no arbitrados, repositorios institucionales, estudios previos a 2020 y artículos sin evidencia directa sobre física universitaria. Una vez seleccionados los estudios, se realizó un proceso de lectura crítica, categorización temática y síntesis narrativa, organizando los hallazgos en tres ejes: (1) aportes de los simuladores virtuales, (2) contribuciones de los laboratorios remotos, y (3) enfoques híbridos e innovaciones tecnológicas emergentes. Este enfoque permitió integrar la evidencia reciente en torno a las prácticas experimentales mediadas por tecnología en la enseñanza superior de la física.

Resultados y Discusión

Aportes de los simuladores virtuales en el aprendizaje de la física universitaria

Los simuladores virtuales han demostrado ser herramientas altamente efectivas para fortalecer la comprensión conceptual de los estudiantes

universitarios de física, especialmente en temas que requieren visualizar fenómenos no observables directamente en el laboratorio. Según Susanti et al. (2020), las simulaciones permiten manipular variables complejas, observar cambios inmediatos y generar explicaciones basadas en modelos experimentales virtuales, promoviendo un aprendizaje por indagación. En esta misma línea, Ekici (2021) señala que los simuladores reducen las concepciones erróneas comunes en mecánica y electromagnetismo al ofrecer representaciones dinámicas que complementan la teoría impartida en clase. Además, estudios como el de Lo y Hew (2022) demuestran que el uso sistemático de simulaciones interactivas incrementa la motivación y la participación de los estudiantes, factores determinantes en asignaturas tradicionalmente consideradas difíciles. Las simulaciones también facilitan el aprendizaje autónomo, ya que permiten repetir experimentos ilimitadamente, verificar hipótesis y desarrollar habilidades de análisis de datos sin requerir infraestructura costosa. Así, los simuladores virtuales se consolidan como una herramienta clave para mejorar la experiencia de aprendizaje en física universitaria al conectar la teoría con la experimentación en entornos controlados, seguros y accesibles.

Laboratorios remotos como alternativa experimental en la física universitaria

Los laboratorios remotos han emergido como una solución innovadora para ofrecer experiencias experimentales reales a estudiantes que enfrentan limitaciones de acceso a laboratorios físicos, especialmente en instituciones con restricciones de infraestructura. Según Chellapan et al. (2021), estos laboratorios permiten operar equipamientos reales a distancia, ofreciendo datos experimentales genuinos que fortalecen la

comprensión de fenómenos físicos complejos. En un estudio realizado por Tüysüz et al. (2022), se evidenció que los estudiantes que utilizaron laboratorios remotos desarrollaron mejores habilidades de análisis experimental en comparación con quienes solo trabajaron con simuladores o prácticas tradicionales. Asimismo, el trabajo de Nedic et al. (2023) muestra que esta modalidad incrementa la autonomía y la toma de decisiones en contextos experimentales, al permitir a los estudiantes controlar dispositivos reales mediante plataformas digitales intuitivas. En instituciones con limitaciones económicas, los laboratorios remotos se convierten en una alternativa escalable que favorece la democratización del acceso a la experimentación científica, permitiendo compartir recursos entre universidades. Estos aportes consolidan a los laboratorios remotos como una herramienta pedagógica de alto valor para el aprendizaje práctico de la física universitaria.

Enfoques híbridos e innovaciones tecnológicas emergentes en la enseñanza universitaria de la física

La combinación de simuladores virtuales y laboratorios remotos representa un enfoque híbrido que ha demostrado incrementar de manera significativa la comprensión conceptual y las habilidades experimentales en cursos universitarios de física. De acuerdo con Sauter et al. (2021), la secuencia de práctica que inicia en entornos simulados y culmina con experimentación remota permite una transición efectiva entre niveles de abstracción y aplicación real. Asimismo, investigaciones como la de Costanza et al. (2023) evidencian que estos entornos híbridos fomentan habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y diseño experimental, competencias esenciales para la formación

científica avanzada. El uso de tecnologías emergentes también ha ampliado las posibilidades en la enseñanza de la física, como señalan Young et al. (2024), quienes destacan la incorporación de inteligencia artificial y plataformas adaptativas que personalizan la retroalimentación y ajustan las tareas según el desempeño del estudiante. Este tipo de innovaciones no solo mejora la experiencia experimental, sino que fortalece la equidad educativa al ofrecer múltiples rutas para acceder a la experimentación. En conjunto, los enfoques híbridos y las tecnologías emergentes constituyen un marco prometedor para la enseñanza de la física universitaria en contextos dinámicos y tecnológicamente enriquecidos.

Tabla 1. Matriz bibliográfica

Autor (año)	Síntesis de resultados
Susanti et al. (2020)	Concluyen que los simuladores virtuales favorecen el aprendizaje por indagación en física universitaria, permitiendo la manipulación directa de variables y la construcción activa de explicaciones científicas, lo que mejora la comprensión conceptual y reduce errores comunes en temas complejos.
Ekici (2021)	Demuestra que las simulaciones interactivas disminuyen las concepciones alternativas en mecánica y electromagnetismo, ya que los estudiantes visualizan fenómenos abstractos y contrastan sus ideas previas con modelos dinámicos basados en evidencia.
Lo & Hew (2022)	Evidencian que el uso sistemático de simuladores en cursos de física incrementa la motivación, participación y persistencia estudiantil, mejorando significativamente el rendimiento académico en asignaturas con alto grado de dificultad.
Chellapan et al. (2021)	Determinan que los laboratorios remotos mejoran la precisión experimental de los estudiantes al permitirles operar equipamientos reales a distancia, acceder a datos genuinos y desarrollar habilidades prácticas que suelen verse limitadas por la disponibilidad de laboratorios presenciales.
Tüysüz et al. (2022)	Reportan que los estudiantes que usan laboratorios remotos presentan un mejor desempeño en tareas experimentales, debido a la posibilidad de acceder a prácticas reales en entornos controlados y repetir procedimientos según sus necesidades de aprendizaje.
Nedic et al. (2023)	Señalan que los laboratorios remotos aumentan la autonomía y la capacidad de toma de decisiones, pues los estudiantes deben controlar dispositivos reales, interpretar datos experimentales y resolver problemas en tiempo real mediante plataformas digitales.
Sauter et al. (2021)	Concluyen que la combinación de simuladores y laboratorios remotos crea un entorno híbrido que facilita la transición entre teoría y práctica, fortaleciendo la comprensión conceptual y el análisis experimental en cursos de física universitaria.
Costanza et al. (2023)	Indican que los entornos híbridos promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el diseño experimental, competencias clave para el aprendizaje científico avanzado en la educación superior.
Young et al. (2024)	Muestran que las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y plataformas adaptativas, potencian la personalización del aprendizaje experimental, mejoran la retroalimentación y aumentan la equidad en el acceso a recursos de física universitaria.

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

El análisis realizado evidencia que el uso de simuladores virtuales constituye una herramienta pedagógica de alto impacto para fortalecer el aprendizaje de la física universitaria, especialmente en áreas donde la abstracción conceptual dificulta la comprensión. Estas tecnologías permiten representar fenómenos complejos de forma visual e interactiva, facilitando la reconstrucción de modelos mentales más precisos y la corrección de errores persistentes en temas como mecánica, ondas, electricidad y óptica. La posibilidad de manipular variables en tiempo real, repetir experimentos y explorar escenarios imposibles de recrear en el laboratorio presencial convierte a los simuladores en recursos accesibles, flexibles y potentes para mejorar la calidad educativa. Además, promueven un aprendizaje activo, incrementan la motivación y favorecen la autonomía, reduciendo la dependencia exclusiva del docente. En conjunto, los hallazgos muestran que los simuladores virtuales no solo complementan la enseñanza tradicional, sino que también pueden optimizarla significativamente.

Los laboratorios remotos, por su parte, representan una innovación fundamental para garantizar el acceso equitativo a experiencias experimentales reales, superando limitaciones estructurales relacionadas con infraestructura, equipamiento limitado o restricciones de presencialidad. El uso de equipamiento físico operado a distancia permite que los estudiantes obtengan datos auténticos, adquieran competencias prácticas y desarrollen criterios de análisis experimental sin necesidad de estar físicamente en un laboratorio. Su funcionamiento en tiempo real ofrece una experiencia cercana al trabajo presencial, pero con ventajas adicionales como mayor disponibilidad horaria, repetición autónoma de

procedimientos y reducción de costos institucionales. Estos laboratorios permiten democratizar el acceso a la experimentación científica, especialmente en instituciones con recursos limitados, y representan una alternativa robusta para enfrentar interrupciones imprevistas como desastres naturales o emergencias sanitarias. De esta manera, los laboratorios remotos se consolidan como una solución estratégica dentro de la educación científica del siglo XXI.

El enfoque híbrido que combina simuladores virtuales y laboratorios remotos emerge como la propuesta más completa para potenciar la enseñanza de la física universitaria, ya que integra los beneficios de la visualización conceptual con la rigurosidad del trabajo experimental real. Esta articulación secuencial permite que el estudiante explore primero el fenómeno desde un modelo accesible, libre de riesgos, y posteriormente valide ese conocimiento mediante datos reales obtenidos en un entorno remoto. Este ciclo fortalece el aprendizaje por indagación, incrementa la capacidad de formular hipótesis, mejora la interpretación de resultados y favorece una transferencia más efectiva hacia situaciones nuevas. Además, el enfoque híbrido promueve habilidades transversales esenciales como pensamiento crítico, metacognición científica, resolución de problemas y gestión autónoma del aprendizaje. En consecuencia, la integración planificada de ambas herramientas se presenta como una vía sólida para transformar la experiencia formativa en cursos universitarios de física.

Por último, la revisión narrativa refleja una tendencia global hacia la adopción de tecnologías interactivas que transforman la educación en física, haciendo el aprendizaje más accesible, flexible y contextualizado. Sin embargo, también revela desafíos que deben ser atendidos, como la formación docente en el uso

pedagógico de estas herramientas, la necesidad de infraestructura digital estable y la importancia de garantizar que estas tecnologías no sustituyan, sino complementen, los procesos reflexivos y experimentales que caracterizan al pensamiento científico. Asimismo, es necesario profundizar en estudios que evalúen el impacto a largo plazo de estas metodologías en habilidades avanzadas como el diseño experimental, la modelación matemática o la comprensión de sistemas complejos. De igual manera, se requieren políticas institucionales que favorezcan la inversión tecnológica y la colaboración interuniversitaria para compartir recursos remotos. En síntesis, simuladores virtuales y laboratorios remotos constituyen un ecosistema educativo prometedor para fortalecer la formación científica universitaria y responder a los retos contemporáneos de la enseñanza de la física.

Referencias Bibliográficas

- Achuthan, K., Nair, B., & Chandrasekaran, S. (2023). Improving higher education learning with virtual labs: A comprehensive study. *Computers & Education*, 194, 104696. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104696>
- Caballero, M. D., Merner, L., & Planinšič, G. (2021). Teaching physics with simulations: A global perspective. *Physics Education*, 56(5), 055013. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abf6fa>
- Celman, S., Fernández, M., & Molina, G. (2023). Post-pandemic challenges in Latin American higher education infrastructure. *Higher Education Research & Development*, 42(4), 985–1002. <https://doi.org/10.1080/07294360.2022.2139314>
- Costanza, L., Ricci, F., & Olivieri, M. (2023). Hybrid learning environments in physics education: Impacts on inquiry and conceptual understanding. *International Journal of Science Education*, 45(2), 267–289. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2156531>
- Chellapan, K., Sivakumar, N., & Mani, S. (2021). Remote laboratory access and learning outcomes in engineering physics education. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(4), 929–945. <https://doi.org/10.1002/cae.22373>
- Ekici, F. (2021). The effects of physics simulations on university students' misconceptions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 747–760. <https://doi.org/10.1111/jcal.12518>
- Greca, I., Seoane, E., & Arriasecq, I. (2021). Simulations as cognitive tools for physics learning: A systematic analysis. *Journal of Science Education and Technology*, 30(6), 772–789. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09915-9>
- Heradio, R., Chacón, J., & Dormido, S. (2022). Remote laboratories in higher education: A review of practices and outcomes. *Computers & Education*, 180, 104431. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104431>
- König, J., Frey, A., & Saalbach, H. (2021). Benefits of interactive technologies in university STEM learning. *Studies in Higher Education*, 46(11), 2274–2288. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1712698>
- Lasry, N., Charles, É., & Whittaker, C. (2021). Prior simulation use improves laboratory performance in physics. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 010112. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010112>
- Lindsay, E., & Good, K. (2023). Remote physics laboratories and student engagement in higher education. *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 147–164. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2064704>
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2022). The role of interactive simulations in higher education physics learning. *Computers & Education*, 185, 104531. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104531>

- Meltzer, D. E., & Thornton, R. K. (2020). Resource limitations and conceptual learning barriers in university physics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020110>
- Nedic, Z., Machotka, J., & Nafalski, A. (2023). Remote laboratories in physics: Enhancing students' experimental competencies. *Education Sciences*, 13(5), 432. <https://doi.org/10.3390/educsci13050432>
- Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., & García-Zubía, J. (2022). Advances in remote laboratories for higher education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(1), 40–52. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3137261>
- Potter, H., Adams, C., & Jensen, M. (2022). Combining simulations with experimental labs to enhance university physics learning. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5), 620–634. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09967-8>
- Sauter, M., Drayna, T., & McFadden, J. (2021). Combining simulations and remote experimentation in physics. *Journal of Science Education and Technology*, 30(4), 496–510. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09895-w>
- Shen, P., & Liu, Y. (2024). Interactive digital tools and student motivation in science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(1), 93–108. <https://doi.org/10.1111/jcal.12830>
- Singh, A., Verma, R., & Kumar, P. (2022). Digital transitions and laboratory access constraints in physics education. *Journal of Science Education*, 33(2), 145–160. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1994030>
- Susanti, E., Fahrurrozi, M., & Wibowo, R. (2020). Virtual simulations to support inquiry-based physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481, 012062. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012062>
- Tüysüz, M., Kaya, U., & Yıldırım, A. (2022). Remote physics laboratories and student performance in experimental tasks. *European Journal of Physics*, 43(6), 065701. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ac7b4c>
- Wieman, C. (2020). Improving physics education through interactive learning tools. *American Journal of Physics*, 88(7), 551–559. <https://doi.org/10.1119/10.0000927>
- Young, T., McKnight, K., & Bryce, D. (2024). Artificial intelligence-enhanced learning systems in university physics. *Physics Education*, 59(1), 015003. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad0a77>
- Zacharia, Z., De Jong, T., & Pedaste, M. (2023). Personalized virtual environments in science learning. *Educational Research Review*, 38, 100525. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100525>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Edwin Marcelo González Paschoa, Mishell Dayana Usca Chicaiza, Guido Vladimir Tapia Encalada, Jenny Alexandra Flores Bendoval y Santiago Ricardo Vivanco Saraguro.

