



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

LABORATORIOS VIRTUALES: INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR DE FÍSICA Y QUÍMICA DURANTE LA PANDEMIA COVID-19

**VIRTUAL LABORATORIES: INNOVATION IN HIGHER
EDUCATION OF PHYSICS AND CHEMISTRY DURING THE
COVID-19 PANDEMIC**

Federico Antonio Salazar Jiménez
Universidad Hispanoamericana - Costa Rica

Lourdes Quesada Bermudez
Universidad Hispanoamericana - Costa Rica

Antonio Tamargo Hernández
Universidad Hispanoamericana - Costa Rica

Johannatan Barboza Vallejo
Universidad Hispanoamericana - Costa Rica

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16933

Laboratorios virtuales: Innovación en la Educación Superior de Física y Química durante la pandemia COVID-19

Federico Antonio Salazar Jiménez¹
federico.salazar0803@uhispano.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0005-8200-3903>
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Lourdes Quesada Bermudez
lourdes.quesada@uhispano.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0003-0585-3459>
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Antonio Tamargo Hernández
atamargo@uhispano.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0005-0025-4814>
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Johannatan Barboza Vallejo
jbarboza@uh.ac.cr
<https://orcid.org/0009-0003-1305-522X>
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

RESUMEN

La educación virtual utiliza tecnologías de comunicación para facilitar el aprendizaje, apoyándose en software educativo y pedagogía colaborativa. Los laboratorios virtuales simulan objetos y procesos reales, permitiendo a los estudiantes experimentar sin riesgos y desarrollar habilidades científicas. Existen laboratorios basados en simulaciones, hardware remoto y realidad virtual o aumentada, evaluados mediante métodos como proceso analítico jerárquico (AHP), cuestionarios de satisfacción y modelos como ADDIE e ISO/IEC 9126. Durante la pandemia del COVID-19, la Universidad Hispanoamericana en reconocimiento de la importancia para mantener la continuidad académica y el desarrollo de competencias por el sector empleador (Mora et al., 2023); implementó laboratorios virtuales en cursos de física y química, con prácticas desde casa y análisis de datos. Estas herramientas demostraron que fueron efectivas para el aprendizaje con un impacto positivo en el desarrollo de competencias prácticas. En el presente artículo se busca brindar información sobre los laboratorios virtuales, sus clasificaciones, herramientas disponibles y estudios comparativos. Por lo tanto, se recomienda continuar con estas iniciativas, aportando también en el estudio de los estudiantes en sus horas de trabajo independiente en sus planes de estudio (Ramírez-Mora, 2023); enfocándose en mejorar su calidad y en su alineación con los objetivos de aprendizaje.

palabras claves: laboratorios virtuales, innovación, competencias, educación virtual, evaluación

¹ Autor principal
Correspondencia: federico.salazar0803@uhispano.ac.cr

Virtual laboratories: Innovation in Higher Education of Physics and Chemistry during the COVID-19 pandemic

ABSTRACT

Virtual education uses communication technologies to facilitate learning, relying on educational software and collaborative pedagogy. Virtual laboratories simulate real objects and processes, allowing students to experiment safely and develop scientific skills. There are laboratories based on simulations, remote hardware and virtual or augmented reality, evaluated using methods such as analytical hierarchical process (AHP), satisfaction questionnaires and models such as ADDIE and ISO/IEC 9126. During the COVID-19 pandemic, the Universidad Hispanoamericana in recognition of the importance of maintaining academic continuity and the development of skills by the employer sector (Mora et al., 2023); implemented virtual laboratories in physics and chemistry courses, with practices from home and data analysis. These tools demonstrated that they were effective for learning with a positive impact on the development of practical skills. This article seeks to provide information about virtual laboratories, their classifications, available tools and comparative studies. Therefore, it is recommended to continue with these initiatives, also contributing to the study of students in their hours of independent work in their study plans (Ramírez-Mora, 2023); focusing on improving its quality and its alignment with learning objectives.

Keywords: virtual laboratories, innovation, skills, virtual education, assessment

Artículo recibido 15 febrero 2025

Aceptado para publicación: 20 marzo 2025



INTRODUCCIÓN

En la era digital, la educación se ha vuelto cada vez más accesible y flexible gracias a la tecnología. Uno de los avances más significativos es la implementación de laboratorios virtuales, una herramienta que ha revolucionado la forma en que los estudiantes aprenden y aplican conocimientos en disciplinas científicas y técnicas. En este artículo, exploraremos qué son los laboratorios virtuales, sus clasificaciones, compararemos diferentes tipos, hablaremos de las herramientas disponibles, destacaremos sus beneficios y analizaremos técnicas educativas efectivas en su aplicación.

La pandemia de COVID-19 ha supuesto un gran desafío para la educación superior, especialmente para las carreras de ingeniería que requieren de prácticas de laboratorio para el desarrollo de competencias técnicas y científicas. Ante la imposibilidad de realizar actividades presenciales, se ha recurrido a diversas estrategias para adaptar los laboratorios a la modalidad virtual, aprovechando las ventajas de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El objetivo de este informe es describir y analizar las experiencias y los resultados obtenidos con la implementación de los laboratorios virtuales en los cursos de física y química.

METODOLOGÍA

Para la elaboración del documento se sigue la siguiente metodología:

- La revisión bibliográfica sobre los conceptos, características y beneficios de los laboratorios virtuales, así como las buenas prácticas y recomendaciones para su diseño y evaluación.
- La descripción y el análisis de los laboratorios virtuales realizados en el curso, que consistieron en el uso de simuladores, prácticas de laboratorio en casa, hojas de cálculo y material audiovisual aplicados.
- La recopilación y el tratamiento de los datos obtenidos mediante encuestas, entrevistas y observación directa e indirecta, que permitieron evaluar el grado de satisfacción, aprendizaje y motivación de los estudiantes con respecto a los laboratorios virtuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los espacios donde se han presentado los más grandes cambios tecnológicos, es sin duda en la educación virtual. Los modelos de educación virtual toman ventaja del modelo estándar o tradicional, pues la implementación de tecnologías de comunicación genera servicios de valor agregado para soportar los múltiples procesos y actividades presentes en los ambientes de la educación, en procesos



académicos, como cursos virtuales, documentos de referencia, laboratorios interactivos de simulación, etc., con programas diseñados con fines directamente educativos y conocidos como “software educativo”.

La educación virtual, como proceso de enseñanza-aprendizaje, está basada en los principios de pedagogía colaborativa, debido a la toma de responsabilidad del estudiante de una participación activa y frecuente, mediante diversos materiales educativos disponibles en la red, como ejercicios, prácticas de laboratorio, artículos, entre otros. Este tipo de enseñanza tiene como principal característica, la distancia entre el docente y el estudiante, quienes, en algunas ocasiones, no interactúan cara a cara, es decir no necesariamente se cuenta con un horario fijo, sin embargo, se tiene un seguimiento y un acompañamiento de las actividades realizadas. En este modelo, las tecnologías de comunicación facilitan los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Dentro de este modelo de enseñanza, se ubican los laboratorios virtuales, los cuales son representaciones realizadas a través de software que muestran en una pantalla objetos que imitan las características físicas de objetos reales; son altamente atractivos para la audiencia joven, pues se presentan como videojuegos, donde se les permite a los participantes, explorar e interactuar con los elementos existentes en este espacio virtual. Estos laboratorios enfatizan en técnicas de experimentación práctica y aplicaciones destinadas a realizar un seguimiento continuo de las actividades de los estudiantes. Están basados en la pedagogía colaborativa, el aprendizaje por descubrimiento y el aprender haciendo; estos permiten a los estudiantes acceder a equipos costosos y limitados, experimentar y equivocarse sin riesgos, y desarrollar capacidades y destrezas para la investigación científica. Como característica deben tener variedad, sencillez, creatividad, dinamismo, realismo, calidad, interactividad y diversión. Se usan para enseñar y aprender sobre fenómenos que son lentos, costosos o peligrosos de realizar en la realidad, también pueden capacitar y adiestrar a las personas en el uso de equipos o en giras virtuales.

Este proceso desarrolla el aprendizaje del estudiante según los siguientes enfoques:

Aprender haciendo

Mediante la experiencia directa, planteando un problema, con la finalidad de que sugiera las soluciones asumiendo la responsabilidad del resultado y de su validez, se estimula el pensamiento.

Aprendizaje por descubrimiento



Se sugiere que, mediante la organización de tareas de aprendizaje de habilidades intelectuales según su complejidad, que permitan la transferencia de lo aprendido, elaborado y adquirido en un marco de experiencias organizada, el estudiante aprende. Enfrentando el problema a partir de dos enfoques: a) Prueba y error, b) Discernimiento.

Los procedimientos de enseñanza a través de un laboratorio virtual en un computador personal es un concepto altamente potente, los estudiantes ya no están limitados a espacio o tiempo y las instituciones educativas que no poseen medios económicos o físicos para soportar un laboratorio real pueden hacer uso de este recurso. Así, se observa que algunas de las principales razones de uso de estos espacios cibernéticos son: la disminución en la inversión de costosas máquinas, la ampliación en el acceso a costosos y restringidos equipos de laboratorio, en los laboratorios realizados por grupos de estudiantes se puede observar un trabajo directo y cooperativo, pero hace falta reforzar el trabajo autónomo, la poca disponibilidad de tiempo libre en laboratorios para realizar de nuevo prácticas que permitan afianzar el conocimiento en un tema específico, la reducción del gasto de elementos consumibles, etc.

Las actividades por desarrollar en los laboratorios requieren que el estudiante desarrolle capacidades y destrezas para la ejecución, obtención, evaluación y comunicación de resultados.

La realización de prácticas virtuales permite al estudiante, equivocarse y repetir la acción, permitiendo un mejor dominio del material y los procedimientos a aplicarse en experimentos reales, haciendo uso de simulaciones interactivas a través de multimedia.

Según Monge Najera, 2007, a partir de experiencias de personas usuarias de laboratorios virtuales, se definen algunas características:

- a) Variedad en los contenidos y actividades,
- b) Sencillez en la redacción y el uso,
- c) Creatividad en texto, prácticas y multimedios,
- d) Dinamismos en la redacción y la presentación,
- e) Realismo en imágenes y actividades,
- f) Alta calidad en todo tipo de contenido gráfico (dibujos, fotografías y videos),
- g) Preguntas realmente relacionadas con la práctica de laboratorio,
- h) Cierta grado de “diversión” en cuanto a su uso,



i) Fuerte interactividad entre usuario y laboratorio.

Los laboratorios virtuales pueden aplicarse en diversos campos, entre los que destacan los laboratorios de ciencias biológicas, químicas, físicas, ingeniería y control de procesos. Asimismo, se pueden aplicar para demostrar procesos o sucesos que tardan mucho tiempo en ocurrir, como en los casos donde se quiera demostrar el comportamiento en el crecimiento de plantas o cultivos, los bioprocesos e incluso los estragos de los cambios ambientales. Por otra parte, entre los cursos que se pueden impartir de forma virtual aprovechando estos laboratorios se encuentran los cursos de capacitación en el uso de equipos o de adiestramiento y en aquellos que requieran de giras, las que pueden llevarse a cabo de forma virtual, con lo que se abaten los costos de viaje, alimento y alojamiento, además de que se reduce la probabilidad de accidentes de campo.

Los requisitos de un buen laboratorio virtual, según Kappelman (2002) son: a) ser autocontenido, b) ser interactivo, c) combinar imágenes bidimensionales y tridimensionales, d) tener animación tridimensional, video y sonido, e) incluir ejercicios (cuya calificación puede ser enviada automáticamente al docente), f) instalación automática, g) que la navegación no sea necesariamente lineal, h) posibilidad de guardar notas sin necesidad de procesador de textos externo, i) un buscador.

Tipos de laboratorios virtuales.

a) Laboratorios virtuales basados en simulaciones son aquellos que recrean digitalmente un fenómeno o un proceso científico mediante modelos matemáticos o algoritmos. Estos laboratorios permiten al usuario manipular variables, observar resultados, realizar mediciones y comprobar hipótesis de forma interactiva. Los laboratorios virtuales basados en simulaciones se pueden presentar en diferentes formatos, como animaciones, gráficos, vídeos o juegos.

Un ejemplo de laboratorio virtual basado en simulaciones es el proyecto PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, que ofrece más de 160 simulaciones gratuitas en línea de física, química, biología, ciencias de la tierra y matemáticas. Estas simulaciones se basan en investigación educativa y tienen un diseño intuitivo y lúdico que favorece el aprendizaje por descubrimiento.

b) Laboratorios virtuales basados en hardware remoto son aquellos que permiten al usuario acceder y controlar a distancia dispositivos o equipos reales ubicados en un laboratorio físico. Estos laboratorios requieren una conexión a internet y una interfaz gráfica que facilite la comunicación



entre el usuario y el hardware remoto. Los laboratorios virtuales basados en hardware remoto ofrecen la posibilidad de realizar experimentos auténticos con datos reales y observar el comportamiento real de los sistemas físicos.

Un ejemplo de laboratorio virtual basado en hardware remoto es el proyecto VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) de la Universidad Politécnica de Cataluña, que permite a los estudiantes realizar prácticas de electrónica con circuitos reales desde cualquier lugar y momento. Este proyecto utiliza una plataforma web que integra un software de diseño de circuitos, una cámara web que muestra el circuito real y un sistema automatizado que conecta los componentes según el diseño del usuario.

c) Laboratorios virtuales basados en realidad aumentada o virtual son aquellos que utilizan tecnologías inmersivas para crear entornos tridimensionales que simulan o complementan la realidad. Estos laboratorios pueden requerir dispositivos especiales, como gafas, cascos o guantes, que permiten al usuario interactuar con el entorno virtual mediante la vista, el sonido o el tacto. Los laboratorios virtuales basados en realidad aumentada o virtual pueden proporcionar experiencias sensoriales y emocionales que favorecen el interés y la motivación por el aprendizaje.

Un ejemplo de laboratorio virtual basado en realidad aumentada es el proyecto ARChemistry de la Universidad Nacional Autónoma de México, que utiliza dispositivos móviles para superponer imágenes digitales sobre objetos reales y facilitar el aprendizaje de conceptos químicos. Este proyecto permite a los estudiantes visualizar modelos moleculares, reacciones químicas, tablas periódicas y otros elementos químicos mediante la cámara de su teléfono o tableta.

Los diferentes tipos de laboratorios virtuales presentan ventajas y desventajas según el contexto educativo y los objetivos de aprendizaje. A continuación, se presenta una tabla comparativa entre los tipos de laboratorios virtuales basados en simulaciones, hardware remoto y realidad aumentada o virtual.

Tabla 1. Comparativa de las ventajas y desventajas de los tipos de laboratorios virtuales

Tipo	Ventajas	Desventajas
Simulaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Permiten estudiar fenómenos complejos, abstractos o peligrosos. - Facilitan la variación de parámetros y la visualización de efectos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden perder validez o fiabilidad si no se basan en modelos adecuados.

Tipo	Ventajas	Desventajas
	<ul style="list-style-type: none"> - Son fáciles de acceder y usar. - Son económicos y escalables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pueden generar confusión entre lo real y lo simulado. - Pueden limitar la creatividad o la exploración del usuario.
Hardware remoto	<ul style="list-style-type: none"> - Permiten realizar experimentos reales con datos reales. - Facilitan la observación del comportamiento real de los sistemas físicos. - Promueven el desarrollo de habilidades manuales y técnicas. - Fomentan la colaboración entre usuarios remotos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requieren una conexión a internet estable y rápida. - Pueden presentar problemas técnicos o logísticos. - Pueden tener limitaciones de acceso o disponibilidad. - Pueden implicar costes elevados de mantenimiento o actualización.
Realidad aumentada o virtual	<ul style="list-style-type: none"> - Permiten crear entornos inmersivos que estimulan los sentidos y las emociones. - Facilitan la contextualización y la transferencia del aprendizaje. - Promueven el interés y la motivación por el aprendizaje. - Potencian el desarrollo de habilidades espaciales y visuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requieren dispositivos especiales que pueden ser costosos o escasos. - Pueden provocar efectos adversos como mareos, náuseas o fatiga visual. - Pueden generar aislamiento o distracción del usuario.

Sin importar el tipo de laboratorio, estos se componen de diferentes elementos que facilitan el desarrollo de las actividades prácticas y el logro de los objetivos de aprendizaje. Estos elementos son el entorno virtual, el recurso virtual, la herramienta virtual y el guion didáctico, que facilitan el desarrollo y el aprendizaje de las actividades prácticas. Como orientaciones para diseñar actividades prácticas: son definir los objetivos de aprendizaje, seleccionar el tipo de laboratorio virtual, elaborar un guion



didáctico, implementar y difundir la actividad práctica y evaluar los resultados y el impacto de la actividad

Como todo proceso, los laboratorios deben ser evaluados, se pueden usar métodos como el proceso analítico jerárquico (AHP), el cuestionario de satisfacción, el análisis del desempeño y el análisis del proceso de aprendizaje. También se pueden considerar aspectos como la calidad técnica, la calidad pedagógica, la calidad comunicativa, y la calidad administrativa que determinan la funcionalidad, la pertinencia, la efectividad, la gestión, el control y la mejora continua de los laboratorios virtuales.

Existen varios modelos de evaluación, tales como el a) modelo ADDIE, es un proceso con enfoque sistemático y centrado en el estudiante que sirve como guía de referencia para el desarrollo de productos educativos y recursos de aprendizaje, para facilitar la construcción de conocimiento y habilidades durante episodios de aprendizaje guiado, es decir, que todas las actividades que se planean a través de este modelo están enfocadas en guiar al estudiante en la construcción de conocimiento en un espacio de aprendizaje (Carrillo & Carlos, 2019). Como marco de trabajo para el diseño instruccional consta de cinco fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Estas fases sirven para identificar las necesidades, los objetivos y los requisitos de un laboratorio virtual, establecer la estructura, el contenido y la metodología de este, crear y probar el recurso virtual, la herramienta y el entorno virtual, poner en marcha y difundir el laboratorio virtual entre los usuarios, y evaluar la efectividad y la calidad del laboratorio virtual.

b) Modelo ISO/IEC 9126: Es un estándar internacional que define seis características y varias subcaracterísticas de calidad del software: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad. Se puede aplicar a los laboratorios virtuales, que son software educativo para realizar prácticas en entornos virtuales.

En el modelo ISO/IEC 9126, se pueden seguir los siguientes pasos para evaluar los laboratorios virtuales: a) identificar el tipo y el contexto del laboratorio virtual, seleccionar las características y subcaracterísticas de calidad relevantes, b) definir las métricas internas y externas para medir cada subcaracterística, c) diseñar y aplicar los instrumentos de recogida de datos, e) analizar e interpretar los datos con técnicas estadísticas y f) elaborar un informe de evaluación con hallazgos, conclusiones y recomendaciones.



En este modelo los criterios para seleccionar características de calidad son: a) se deben considerar el tipo de laboratorio virtual, el contexto educativo y los objetivos de aprendizaje, y b) elegir las características y subcaracterísticas que sean más importantes para el caso. Por ejemplo, la funcionalidad puede ser más importante para un laboratorio virtual de hardware remoto, la usabilidad para uno de realidad aumentada o virtual y la portabilidad para uno que se use en diferentes plataformas o dispositivos.

Además de medir la calidad del laboratorio virtual, se requiere también valorar el desempeño o el producto de un estudiante, para esto existen herramientas que pueden utilizarse:

Rúbrica: Es un instrumento de evaluación que establece criterios, niveles y descriptores para valorar el avance y desempeño de un estudiante en el laboratorio virtual. Se debe definir los objetivos de aprendizaje, identificar los indicadores, establecer los niveles de logro, elaborar los descriptores, diseñar la tabla o matriz, aplicar la rúbrica, sumar las puntuaciones y retroalimentar al estudiante.

Cuestionario: Es un método de evaluación que consiste en formular preguntas relacionadas con el tema o el objetivo del laboratorio virtual. Se puede medir el nivel de conocimiento, comprensión, aplicación o análisis de los contenidos y las competencias adquiridas con el laboratorio virtual. Tiene ventajas y desventajas, como la facilidad, la rapidez, la objetividad, la versatilidad, la superficialidad, el error, la ansiedad y el aprendizaje memorístico.

La validez y la confiabilidad son criterios que aseguran que las métricas miden lo que se pretende medir y que producen resultados consistentes y precisos. La validez se puede evaluar mediante la validez de contenido, la validez de constructo y la validez de criterio. La confiabilidad se puede evaluar mediante el coeficiente alfa de Cronbach, el coeficiente de correlación intraclase y el método test-retest.

Según Mera & Benarroch, 2024, en los laboratorios virtuales predominan las aplicaciones web, aunque también se usan aplicaciones de escritorio y móviles. Destacando la importancia de la accesibilidad y la facilidad de uso a la hora de usar laboratorios virtuales.

Los laboratorios virtuales en la educación permiten desarrollar competencias y habilidades como la solución de problemas, el diseño de aplicaciones, la identificación de fallas, el uso del conocimiento, la aplicación de destrezas y actitudes, el aprendizaje autónomo, el trabajo colaborativo, el pensamiento

crítico y la creatividad. Estas competencias y habilidades facilitan el aprendizaje de los contenidos y las competencias previstos, así como el desempeño profesional y personal de los estudiantes.

Experiencia laboratorios virtuales

Las actividades virtuales se diseñaron con el fin de facilitar el aprendizaje de los conceptos y principios fundamentales de ambas disciplinas, así como el desarrollo de habilidades y competencias científicas y tecnológicas. Las actividades virtuales se clasificaron en cuatro tipos: prácticas con simulador virtual, prácticas para realizar desde casa, cuestionarios a partir de videos y prácticas de laboratorio con datos para analizar e interpretar los resultados. El informe se basa en los datos obtenidos mediante la plataforma virtual de la universidad, las encuestas de satisfacción aplicadas a los estudiantes y las entrevistas realizadas a los profesores.

Los tipos de laboratorios generados para los cursos de física y química se explican a continuación:

Prácticas con simulador virtual

Las prácticas con simulador virtual consistieron en el uso de un software que permite recrear situaciones y fenómenos físicos y químicos mediante la manipulación de variables y parámetros. Los estudiantes debían seguir las instrucciones del profesor para realizar los experimentos propuestos, observar los resultados y responder a las preguntas planteadas. Algunos ejemplos de prácticas con simulador virtual fueron: el estudio del movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado, la ley de Ohm, entre otros. Estas prácticas permitieron a los estudiantes comprender mejor los conceptos teóricos, así como desarrollar habilidades de observación, análisis, razonamiento y comunicación.

Prácticas para realizar desde casa

Las prácticas para realizar desde casa consistieron en el uso de materiales e instrumentos domésticos para realizar experimentos sencillos relacionados con la física y la química. Los estudiantes debían seguir las instrucciones del profesor para preparar los materiales, realizar los experimentos, registrar los datos y elaborar un informe. Algunos ejemplos de prácticas para realizar desde casa fueron: la separación de mezclas por filtración, decantación y destilación, entre otros. Estas prácticas permitieron a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos, así como desarrollar habilidades de planificación, ejecución, medición y reporte.

Cuestionarios a partir de videos

Los cuestionarios a partir de videos consistieron en el uso de videos educativos que explican o ilustran temas o fenómenos físicos y químicos. Los estudiantes debían ver los videos y responder a las preguntas formuladas por el profesor. Algunos ejemplos de cuestionarios a partir de videos fueron: el video sobre las leyes de Newton, el video sobre la ley de conservación de la masa, el video sobre las propiedades periódicas, el video sobre las reacciones químicas, entre otros. Estos cuestionarios permitieron a los estudiantes reforzar los contenidos teóricos, así como desarrollar habilidades de atención, comprensión y síntesis.

Prácticas de laboratorio con datos para analizar e interpretar los resultados

Las prácticas de laboratorio con datos para analizar e interpretar los resultados consistieron en el uso de datos obtenidos previamente por el profesor o por otras fuentes para realizar análisis e interpretaciones relacionados con la física y la química. Los estudiantes debían utilizar herramientas informáticas como hojas de cálculo o software estadístico para procesar los datos, representarlos gráficamente y extraer conclusiones. Algunos ejemplos de prácticas de laboratorio con datos para analizar e interpretar los resultados fueron: el análisis del movimiento parabólico de una pelota lanzada desde una altura determinada, el análisis del comportamiento eléctrico de un resistor sometido a diferentes voltajes, el análisis de la composición porcentual de diferentes compuestos químicos, el análisis de la velocidad de reacción de diferentes catalizadores, entre otros. Estas prácticas permitieron a los estudiantes aplicar el método científico, así como desarrollar habilidades de cálculo, análisis, interpretación y comunicación.

Evaluación

La evaluación de las actividades virtuales se realizó mediante los siguientes criterios:

- Asistencia y participación:** se valoró la asistencia y la participación activa de los estudiantes en las actividades virtuales, así como el cumplimiento de los plazos establecidos.
- Calidad y pertinencia:** se valoró la calidad y la pertinencia de las respuestas, los informes y las conclusiones elaboradas por los estudiantes, así como el uso adecuado de las herramientas y los recursos disponibles.
- Aprendizaje y motivación:** se valoró el grado de aprendizaje y motivación de los estudiantes con respecto a las actividades virtuales, así como el desarrollo de competencias científicas y tecnológicas.



Los resultados de la evaluación se obtuvieron mediante la plataforma virtual de la universidad, las encuestas de satisfacción aplicadas a los estudiantes y las entrevistas realizadas a los profesores. Los resultados indicaron que las actividades virtuales fueron bien recibidas por los estudiantes, quienes manifestaron un alto grado de satisfacción, aprendizaje y motivación. Asimismo, los profesores expresaron su conformidad con el diseño y la ejecución de las actividades virtuales, así como con el rendimiento y la actitud de los estudiantes. Los resultados también mostraron que las actividades virtuales contribuyeron a mejorar el desempeño académico de los estudiantes en los cursos de física y química.

CONCLUSIONES

Los laboratorios virtuales son una herramienta innovadora para la enseñanza de las ciencias básicas que ofrecen múltiples beneficios para el aprendizaje de los estudiantes y la práctica docente. Los laboratorios virtuales se pueden clasificar en diferentes tipos según el grado de interacción con el entorno real y el nivel de inmersión del usuario, cada uno con sus ventajas.

Las actividades virtuales realizadas en los cursos de física y química durante los años 2020 al segundo cuatrimestre del año 2023 fueron una estrategia exitosa para adaptar los laboratorios a la modalidad virtual, aprovechando las ventajas de las TIC. Las actividades virtuales permitieron a los estudiantes aprender y aplicar los conceptos y principios fundamentales de ambas disciplinas, así como desarrollar habilidades y competencias científicas y tecnológicas. Las actividades virtuales también generaron un alto grado de satisfacción, aprendizaje y motivación en los estudiantes, así como un buen rendimiento académico.

Se recomienda continuar con la implementación de las actividades virtuales en los cursos de física y química, así como explorar nuevas formas de mejorar su calidad y pertinencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabrera Medina, J., & Sánchez Medina, I. (2016). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. *Memorias De Congresos UTP*, 1(1), 49-55. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1296>
- Carrillo, M. J., & Carlos, R. G. L. (2019). *Diseñando el aprendizaje desde el Modelo ADDIE (Bachelor's thesis, Universidad de La Sabana)*.



- Caselles, K. B., López, J., & Piñón, M. (2020). Evaluación de calidad para la fase de diseño de aplicaciones web a partir de un modelo basado en la norma ISO/IEC 9126. In Desarrollo e Innovación en Ingeniería (pp. 171-179). Instituto Antioqueño de Investigación (IAI).
- GCFGlobal. (n.d.). Introducción a las plataformas virtuales educativas. Recuperado de <https://edu.gcfglobal.org/es/educacion-virtual/introduccion-a-las-plataformas-virtuales-educativas/1/>
- Kappelman, L. (2002). Requisitos de un buen laboratorio virtual. En La evolución de los laboratorios virtuales durante una experiencia de seis años con estudiantes a distancia. Academia.edu. Recuperado de https://www.academia.edu/4152902/La_evoluci%C3%B3n_de_los_laboratorios_virtuales_durante_una_experiencia_de_seis_a%C3%B1os_con_estudiantes_a_distancia.
- Lara Ramírez, L. E., Pérez Vega, M. I., Villalobos Gutiérrez, P. T., Villa-Cruz, V., Orozco López, J. O., & López Reyes, L. J. (2022). Uso de laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje activo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4211-4223. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1794
- Legacy Online School. (n.d.). Aprendizaje virtual en las escuelas: Ventajas y retos de la educación en línea. Recuperado de <https://legacyonlineschool.com/blog/aprendizaje-virtual-en-las-escuelas-ventajas-y-retos-de-la-educacion-en-linea.html>
- Morales González, B. (2022). Diseño instruccional según el modelo ADDIE en la formación inicial docente. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 14(1), 80-95.
- Mora, H. J. R., Rojas, R. A., & Navarro, E. B. (2023). Diagnóstico de Competencias Requeridas para el Ingeniero Industrial, de Acuerdo con las Expectativas de los Empleadores y del Entorno en el 2021-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), Article 6. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8883
- Nájera, J. M., & Estrada, V. H. M. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. (Spanish). *Educación (03797082)*, 31(1), 91–108.



- Universidad de Cataluña. (n.d.). Modelos pedagógicos en la educación virtual. Recuperado de <https://www.ucatalunya.edu.co/blog/modelos-pedagogicos-en-la-educacion-virtual>
<https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/35378>
- Mera, G. C., & Benarroch, A. B. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: Una revisión sistemática. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 42(2), Article 2. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040>
- Ramírez-Mora, H. J. (2023). Brecha existente entre la malla curricular de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana respecto dos universidades del TOP5 Latinoamericano que referencian al Washington Accord. *Revista Tecnología en Marcha*, Pág. 34-42. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i8.6925>
- Templos Pacheco, L. (2020). Modelo Instruccional ADDIE. *Logos Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 2*, 7(14), 24-26. Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/article/view/6093>

