

Funcionalidad y efectividad del laboratorio remoto como estrategia didáctica en la enseñanza de la química universitaria

¹ Mario Arístides Contreras Espinal

² Dolores Isabel Pineda Canelo

Resumen

La investigación que aquí se presenta ha tenido como propósito el análisis de la funcionalidad y de la efectividad del laboratorio remoto (LR) al enseñar Química universitaria en un contexto en el que se presentan limitaciones de tecnología e infraestructura. El estudio se desarrolló desde el enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, de tipo descriptivo y transversal, en el que se recolectó información a través de un cuestionario en escala Likert aplicado a 29 estudiantes de un Campus Regional de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Se trabajó con el total de la población y por lo tanto no se aplicaron procedimientos de muestreo. Las variables analizadas fueron la funcionalidad y la efectividad, la primera a partir de cuatro indicadores y la segunda mediante seis indicadores. Los resultados mostraron que, a pesar de necesitarse estrategias de mejora en todos los indicadores, el laboratorio remoto es una alternativa viable para complementar la enseñanza de la Química de manera práctica en las universidades.

Palabras clave: química universitaria, laboratorio remoto, experimentación en química

Functionality and effectiveness of the remote laboratory as a teaching strategy in university chemistry

Abstract

The purpose of the research presented here was to analyze the functionality and effectiveness of the remote laboratory (RL) when teaching university chemistry in a context where technology and infrastructure limitations are present. The study was developed from a quantitative approach with a non-experimental, descriptive and transversal design, in which information was collected through a Likert scale questionnaire applied to 29 students of a Regional Campus of the National Autonomous University of Honduras. We worked with the total population and therefore no sampling procedures were applied. The variables analyzed were functionality and effectiveness, the former based on four indicators and the latter on six indicators. The results showed that, despite the need for improvement strategies in all indicators, the remote laboratory is a viable alternative to complement the teaching of chemistry in a practical way in universities.

Keywords: university chemistry, remote laboratory, chemical experimentation

¹ Doctor en Ciencias Sociales con orientación en Gestión del Desarrollo, docente de Ciencias Naturales, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. <https://orcid.org/0000-0001-9392-8710>
Correo electrónico: mario.contreras@unah.edu.hn

² Máster en Educación Superior, licenciada en Ciencias Químicas y Farmacia, docente de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras Campus Copán. <https://orcid.org/0009-0000-0441-9675>
Correo electrónico: dolores.pineda@unah.edu.hn

Introducción

Antes de la masificación de los recursos digitales denominados como Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's), el recurso prioritario utilizado por los estudiantes universitarios era el libro de texto. En la actualidad, los recursos a los que pueden tener acceso, especialmente relacionados con las tecnologías digitales, son innumerables, sobre todo por el acceso al internet, desde donde se puede obtener software para una infinidad de tareas académicas o utilizar programas en línea que proveen una infinidad de posibilidades para el desarrollo de actividades de aprendizaje del nivel superior.

El uso efectivo de las tecnologías digitales en las universidades, es un factor determinante para la mejora de los procesos educativos y sobre todo para que los estudiantes obtengan aprendizajes verdaderamente significativos, ya que las herramientas y recursos innovadores como las plataformas virtuales y los simuladores en línea, contribuyen a la implementación de estrategias didácticas interactivas y favorecen la adquisición de habilidades necesarias para el mundo laboral actual, en el que predominan los recursos digitales (Bernal, 2023).

Este nuevo escenario en la educación superior obliga a que se modifiquen los roles de los principales actores educativos. En el caso del profesor, se debe transformar en un mediador y promotor de la interacción del estudiante con su realidad y con la ciencia, utilizando las tecnologías digitales como medio didáctico para establecer una conexión efectiva entre el estudiante y los contenidos académicos, aplicando además las estrategias necesarias para validar los procesos y «establecer el impacto de estas herramientas de mediación en la calidad educativa, el alcance de los objetivos de aprendizaje y los contenidos propuestos desde cada plan de estudios» (Poveda-Pineda y Cifuentes-Medina, 2020, p. 96).

Las ciencias experimentales, como es el caso de la Química, no son la excepción en cuanto a la necesidad de innovación, especialmente en cuanto a las actividades de

laboratorio que se requieren de forma obligatoria, las cuales constituyen un medio didáctico que tiene múltiples usos y aplicaciones, que pone en contacto al estudiante con experiencias que les proveen aprendizajes significativos y que les permiten consolidar los conocimientos teóricos, así como intercambiar experiencias con sus pares y con sus profesores, lo que a su vez tiene un impacto positivo en los procesos de discusión y socialización de los resultados obtenidos en las diversas prácticas y en la sistematización de procedimientos para su posterior aplicación (Martínez-Alonzo, 2022).

En los laboratorios de química, la mediación docente para el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje, generalmente se realiza en los espacios físicos acondicionados para tal fin, los cuales deben cumplir con ciertas especificaciones de infraestructura, así como contar con equipo y materiales que cumplan con los requerimientos de seguridad y que respondan al propósito pedagógico en el cual se busca que los estudiantes comprendan conceptos abstractos, que son difíciles de asimilar únicamente con las explicaciones verbales de los profesores (Villalobos-González *et al.*, 2022).

Sin embargo y a pesar de estos requisitos físicos, es posible la innovación y aplicación de tecnologías digitales para el desarrollo de prácticas de laboratorio, a través del enfoque de Laboratorio Remoto (LR), en los cuales se «desarrollan experimentos reales a distancia utilizando Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y del internet, además de aplicar enfoques modernos de aprendizaje» (Heno *et al.*, 2023, p. 160). Este tipo de laboratorio resulta muy útil, especialmente cuando la modalidad de estudio es a distancia, ya que facilita la experimentación y la indagación mediante tecnologías digitales cuando no se cuenta con acceso a espacio físico y materiales de laboratorio (Zárate-Moedano *et al.*, 2023).

Sin embargo, en la implementación de los laboratorios remotos, el mayor reto es lograr modificar el pensamiento de los docentes con

respecto a la manera en que conciben la enseñanza de la Química y que esto tenga un impacto en las estrategias didácticas que aplican utilizando para ello medios tecnológicos innovadores. Solo logrando este cambio de paradigma en los profesores es que se puede lograr el desarrollo de prácticas experimentales que integren conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales mediante la aplicación de tecnologías alternativas, sin dejar a un lado las necesidades e intereses de los estudiantes y el ritmo al que aprende cada uno. Para ello es necesario desarrollar estos procesos desde un enfoque constructivista, incentivando al estudiante a la solución de problemas experimentales, en un ambiente innovador que les permita construir conocimientos a partir de la experiencia científica (Marín, 2021).

La revisión de la bibliografía sobre el tema del LR muestra que se han desarrollado una buena cantidad de estudios con el propósito de conocer el resultado en el aprendizaje de los estudiantes al desarrollar las prácticas, también se ha valorado la satisfacción de los estudiantes. Por ejemplo, investigadores de Costa Rica y Argentina publicaron un estudio sobre el uso del LR para aplicar la ley de Boyle, indicando que dentro de los principales resultados de aprendizaje se destacaron «el manejo de datos empíricos, el reconocimiento del error en la medición, el entendimiento del diseño experimental, la confección de gráficos y ciertas conexiones con los modelos disciplinares» (Capuya *et al.*, 2023, p. 259).

En otros estudios se plantea que los laboratorios remotos contribuyen a «desarrollar la alfabetización científica del estudiantado» (Zárate Moedano *et al.*, 2023, p. 1), también se afirma que las prácticas caseras son efectivas «para la comprensión de los fenómenos químicos presentados» (Villalobos González *et al.*, 2022, p. 277) y además, que esta modalidad de laboratorio facilita la realización de las prácticas de física mecánica a distancia, sobre todo porque se emplean componentes de bajo costo en la implementación de los diseños experimentales, demostrando «la flexibilidad que presenta el método propuesto en la etapa

de ideación, facilitando la construcción de laboratorios con un alto componente físico y electromecánico» (Henao *et al.*, 2023, p. 159).

Los resultados en los estudios no siempre son positivos, por ejemplo, cuando después de las experiencias los profesores indican que los estudiantes deben mejorar en aspectos como «la manipulación de sustancias químicas de forma segura y el uso correcto de instrumentos de laboratorio, así como el desarrollo de habilidades y técnicas de laboratorio» (Villalobos-González *et al.*, 2022, p. 281), también cuando se señala que las guías de laboratorio no pueden ser las mismas que se usan en la presencialidad y que las usadas en laboratorios remotos deben estar adecuadas y optimizadas para obtener mejores resultados (Campos & Benarroch, 2024).

En general, los estudios resaltan la importancia y los efectos positivos que puede tener la implementación de LR, especialmente cuando no existen las condiciones para desarrollar laboratorios de manera presencial, tal como ocurre en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), especialmente en sus Campus Regionales, en donde existen algunas limitaciones en cuanto a infraestructura, condiciones e insumos para el desarrollo de algunas prácticas de laboratorio. Sobre todo porque existe alguna disparidad entre la infraestructura con que se cuenta en Ciudad Universitaria y la que se ha podido desarrollar en los Campus Regionales (HCERES, 2019).

Se plantea que las limitaciones económicas no permiten lograr la infraestructura deseada, sin embargo, se han realizado esfuerzos en algunos Campus Regionales por mejorar los laboratorios de ciencias básicas (HCERES, 2019) lo que evidentemente no es suficiente y las limitaciones persisten. Es por esta razón que la implementación de laboratorios remotos se presenta como una oportunidad para desarrollar experiencias de aprendizaje que complementen la presencialidad. En el presente estudio se ha intentado hacer un análisis de la funcionalidad y de la efectividad que tienen los laboratorios remotos aplicados a la enseñanza de la química universitaria, lo que permite

mostrar a los profesores que imparten Química, las posibilidades de innovar en sus espacios de aprendizaje.

Metodología

El estudio se ha desarrollado desde el enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de tipo descriptivo y transversal. El propósito del estudio ha sido analizar la percepción que tienen los estudiantes sobre la funcionalidad y efectividad de los laboratorios remotos en la enseñanza de la química universitaria. Como indicadores de funcionalidad se definieron la facilidad de uso, la disponibilidad y calidad de la información, el tiempo de duración de las sesiones y la calidad de las imágenes y visualización de los datos. Mientras que para medir la eficiencia se definieron como indicadores el refuerzo de conceptos teóricos, la comprensión del entorno de trabajo en laboratorio, comprensión de los errores experimentales, el manejo de datos reales de experimentación, la interpretación de resultados gráficos y la elaboración de reportes.

La población estuvo conformada por 29 estudiantes universitarios del Campus Regional de la UNAH en Copán, que cursaron el espacio de aprendizaje QQ-211 Química Analítica General en la cual se encuentra incluido el tema de titulaciones ácido-base, para el estudio fueron considerados la totalidad de los estudiantes y por lo tanto no se aplicó ningún tipo de muestreo. El proceso consistió en desarrollar una práctica de laboratorio de titulación ácido-base de forma remota, a través de la plataforma *LabsLan*, la cual ofrece acceso remoto para desarrollar prácticas en laboratorios reales de diferentes áreas del conocimiento científico y tecnológico (*LabsLand*, 2025).

La práctica se programa en el Aula Virtual ubicada en el Campus Virtual de la UNAH, en donde además de incluir la respectiva guía de laboratorio, se programó la práctica y se incluyó el enlace respectivo para ingresar a la plataforma *LabsLan*. Adicionalmente, a través de una plataforma de videoconferencia se desarrolló una sesión sincrónica, mediante la cual se brindaron las orientaciones sobre cada una de

las etapas a seguir en la práctica de LR. Posterior a la práctica, cada estudiante debió elaborar un informe de laboratorio siguiendo las indicaciones que se le brindaron en la guía respectiva.

La recolección de la información que permitió el análisis de la percepción de los estudiantes sobre la funcionalidad y la efectividad del LR en el tema específico de titulaciones ácido-base, se realizó mediante la aplicación de un cuestionario con opciones de respuesta en escala tipo Likert. El cuestionario fue sometido previamente a un proceso de validación a través de la revisión por expertos y posteriormente a una validación de campo. En la etapa de revisión por expertos, el cuestionario fue sometido a la evaluación de personas con experiencia en investigación y en elaboración de estas. Para ello se aplicó una variante del método Delphi, el cual, en su versión original consiste primero en una serie de cuestionarios que son aplicados a los expertos y en una segunda etapa de retroalimentación controlada, permitiendo llegar a un consenso (Montes *et al.*, 2023).

En la validación de campo, el instrumento fue aplicado a un grupo de estudiantes con características similares a la población objetivo. Como resultado de este proceso se logró validar la claridad y contenido de los ítems, como también corroborar que los ítems eran pertinentes para el análisis de la percepción de los estudiantes en relación con la funcionalidad y efectividad que tienen los laboratorios remotos en la enseñanza de la Química. En los casos donde se identificó la necesidad, se realizaron algunos ajustes a los ítems del instrumento. Tanto para la validación de campo, como para la aplicación definitiva se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los estudiantes que respondieron el instrumento y para proteger su identidad se codificaron los instrumentos mediante un código único, sin incluir identificadores personales, la única persona con acceso a los datos de los participantes fue la investigadora principal del estudio.

El análisis de datos y de resultados, por ser de tipo cuantitativo, se realizó utilizando técnicas estadísticas de análisis descriptivo. Inicialmente se obtuvieron los datos a partir de la plataforma web en donde los estudiantes contestaron el

instrumento. Los datos fueron descargados en un archivo en formato Excel, el cual fue trabajado para depurarlos y posteriormente ser exportados a una base de datos de SPSS, software de análisis estadístico en donde se realizó el análisis. Los resultados finales se presentan a través de gráficos de barra.

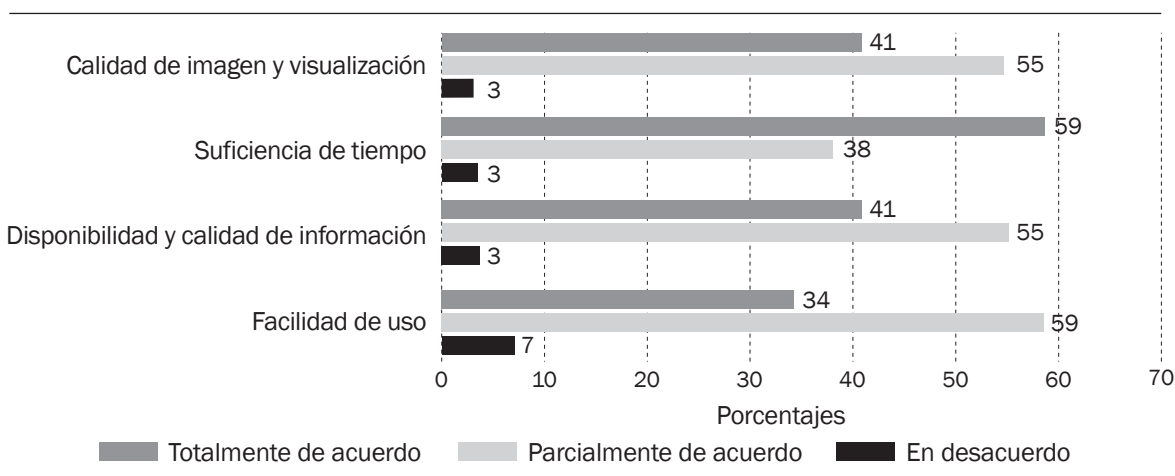
Resultados

El análisis de los datos llevó a la obtención de los resultados que se analizan a continuación para cada una de las variables propuestas y con sus respectivos indicadores. Con respecto a la variable de funcionalidad del LR se consultó a los estudiantes sobre los indicadores calidad de imagen y visualización, suficiencia de tiempo, disponibilidad y calidad de información, suficiencia de tiempo, facilidad de uso,

disponibilidad y calidad de información, así como por la facilidad de uso.

En cuanto a la facilidad de uso, un 34% de los estudiantes indican que están totalmente de acuerdo en que el LR es fácil de usar, mientras que un 59% respondieron que están parcialmente de acuerdo y un 7% no están de acuerdo que sea fácil su uso (Figura No. 1). Evidentemente, la mayoría de los participantes, que indican estar parcialmente de acuerdo, tienen dudas en cuanto a la facilidad del uso, esto podría deberse a que no tienen suficiente experiencia usando recursos tecnológicos y mucho menos en prácticas de laboratorio, el otro grupo de participantes a quienes se les hace fácil probablemente han tenido mayor contacto con tecnologías digitales.

Figura No. 1. Indicadores de funcionalidad del laboratorio remoto



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en el cuestionario

Sobre la disponibilidad y calidad de información (Figura No. 1), un 3% de los estudiantes expresan que el LR no les ofrece información de calidad y que no pueden acceder a ella de forma oportuna, mientras que un 41% de los estudiantes están de acuerdo con que la práctica de laboratorio le ofrece acceso a la información y que las instrucciones o datos necesarios para su desarrollo son de calidad. Por otro lado, el 55% de los participantes dicen estar parcialmente de acuerdo con la disponibilidad y calidad de la información proporcionada, esto

podría deberse a que tuvieron la facilidad de acceder a varios de los elementos informativos y a otros no, pero también que alguna parte de la información esta suficientemente clara y mientras que otra no tuvo esa claridad.

Otro de los indicadores sobre los que se consultó es el de la suficiencia de tiempo para desarrollar el LR. Un 59% de los estudiantes expresa que el tiempo es suficiente, el 38% indican estar parcialmente de acuerdo con esta afirmación, mientras que un 3% consideran que

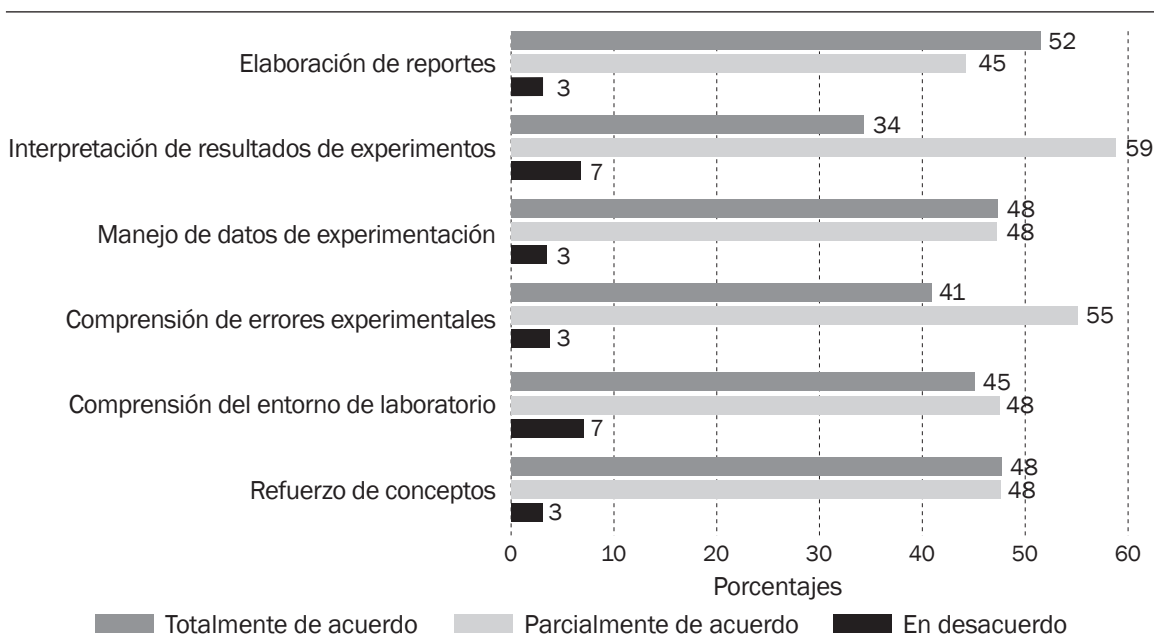
el tiempo destinado a la práctica no es suficiente (Figura No. 1). En general, se puede decir que para un 41% de los estudiantes participantes, la práctica de laboratorio desarrollada a distancia requiere programarse con mayor tiempo del que se había establecido previamente.

También se les consultó a los estudiantes sobre la calidad de imagen y visualización durante el desarrollo del laboratorio, en este sentido, un 41% indicaron que las consideran de calidad, un 3% expresan que no son de calidad y un 55% de los participantes, dicen estar parcialmente de acuerdo con la calidad de imagen y visualización. En general, esta percepción probablemente está relacionada con las características del dispositivo digital empleado, así como del acceso y estabilidad del

servicio de internet, aunque también podría indagarse más sobre la calidad de las imágenes y vídeos generados en el origen.

La otra variable analizada es la efectividad del LR, para ello se establecieron como indicadores su contribución para reforzar conceptos, comprender el entorno de laboratorio, comprender errores experimentales, manejar datos experimentales, interpretar resultados de los experimentos y facilidad para la elaboración de los reportes. Un 48% de los estudiantes participantes en el estudio están totalmente de acuerdo que el desarrollo del LR les ayuda a reforzar conceptos (Figura No. 2), un 3% están en desacuerdo y por lo tanto no consideran que les ayude, mientras que un 48% no están completamente seguros o piensan que algunos conceptos se podrían reforzar y otros no.

Figura No. 2. Indicadores de efectividad del laboratorio remoto



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en el cuestionario

En relación con la contribución del LR para la comprensión del entorno del laboratorio, un 45% de los estudiantes están totalmente de acuerdo (Figura No. 2) que han comprendido los aspectos técnicos y los elementos contextuales

del trabajo desarrollado, un 7% indica estar en desacuerdo y por lo tanto se asume que no lograron comprenderlos, mientras que un 48% dicen estar parcialmente de acuerdo, por lo que se puede inferir que son estudiantes que

lograron entender y operar el software y las herramientas disponibles de manera parcial y que por lo tanto existen elementos que no fueron comprendidos, que se dificultó la operatividad de los componentes a distancia o que la información recibida de manera remota no fue del todo clara.

En una práctica de laboratorio, también es imprescindible tener la capacidad de gestionar los errores para prevenir fallas o corregir el funcionamiento de los equipos y para interpretar correctamente los resultados, en este sentido, se les consultó a los estudiantes si la práctica de LR les permitió comprender los errores experimentales y un 41% dijo estar totalmente de acuerdo (Figura No. 2) por lo que se asume que este grupo de estudiantes logró identificar y manejar los errores que se presentaron, un 55% contestó estar parcialmente de acuerdo, lo que significa que no lograron del todo identificar y analizar los errores experimentales, solamente un 3% indica estar totalmente en desacuerdo y por lo tanto se asume que el LR no les ayuda a comprender y aplicar los errores experimentales.

Otro indicador de la efectividad del LR es la posibilidad de manejar los datos experimentales. Sobre esto se les consultó a los estudiantes participantes y un 48% expresan estar totalmente de acuerdo (Figura No. 2) en que lograron recolectar, organizar, analizar e interpretar los datos obtenidos durante la práctica experimental a distancia, un 3% dicen estar en desacuerdo y por lo tanto no lograron realizar el manejo pertinente de los datos, mientras que un 48% indicaron estar parcialmente de acuerdo, lo que demuestra que existe alguna dificultad para procesar correctamente los datos para llegar a las conclusiones necesarias.

Los resultados más desfavorables se obtuvieron en el indicador de interpretación de resultados, el cual está referido a la posibilidad que tienen los estudiantes de analizar y comprender los datos obtenidos para explicar lo que ocurre en el experimento. En cuanto a la posibilidad de interpretar los resultados que ofrece el LR, solamente un 34% indican estar totalmente de acuerdo (Figura No. 2), un 7% de los participantes indicó estar en desacuerdo y un 55% contestó que estaba parcialmente de

acuerdo. Con estos resultados se puede decir que una minoría de los estudiantes que desarrollaron el LR pudieron realizar una evaluación crítica de los resultados y argumentar con base en la evidencia obtenida.

Y aunque un 52% de los estudiantes indican que están totalmente de acuerdo en que el LR facilita la elaboración de reportes o informes, al contrastar con los resultados con el indicador de interpretación de los resultados, queda la duda si los resultados en los informes presentados por los estudiantes son claros, ordenados y lo suficiente estructurados, pero sobre todo si demuestran la comprensión del experimento, sobre todo porque también un 45% de los participantes indican estar parcialmente de acuerdo en que el desarrollo del LR les facilita la elaboración de los reportes y un 3% expresa estar totalmente en desacuerdo.

El análisis de los indicadores en cada una de las variables permite tener una visión detallada de los aspectos en los cuáles el desarrollo del LR es funcional y efectivo. Sin embargo, es importante también analizar el resultado general de la percepción favorable y desfavorable, tanto para la funcionalidad como para la efectividad. Los resultados obtenidos (Figura No. 3), muestran que los participantes tienen un 80% de percepción favorable y un 20% de percepción desfavorable con respecto a la funcionalidad del laboratorio remoto mientras que, con relación a la efectividad del LR, un 78% tienen una percepción favorable y en un 22% la percepción es desfavorable.

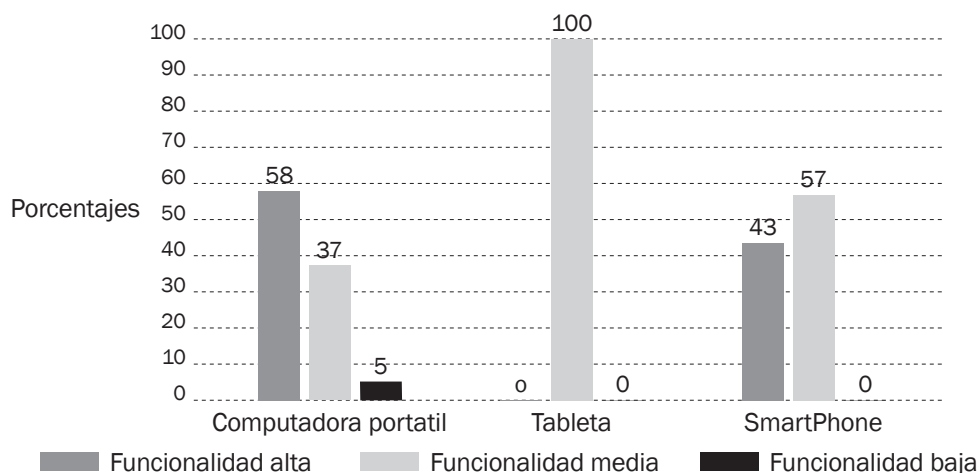
La percepción desfavorable con respecto a la funcionalidad y a la efectividad, así como el análisis detallado de cada uno de los indicadores correspondientes a estas variables, demuestran que todavía hay varios aspectos del desarrollo del laboratorio remoto que requieren una mejora. Aunque también se deben considerar y analizar a profundidad los aspectos subjetivos, es decir, aquellos que son inherentes al estudiante y sus competencias previas a la experimentación, que podrían estar teniendo mucha incidencia en la ejecución del laboratorio a distancia.

También es importante valorar los recursos tecnológicos con los que cuentan los

estudiantes, en este sentido, se realizó el análisis de la funcionalidad del LR dependiendo del dispositivo con el cual trabajaron los participantes (figura 3), encontrándose la mejor percepción de la funcionalidad en los estudiantes que desarrollaron el LR con una computadora

portátil, ya que un 58% perciben una funcionalidad alta, un 37% una funcionalidad media y solamente un 5% una funcionalidad baja. En cuanto a los estudiantes que utilizaron una tableta, el 100% es de la opinión que el laboratorio tuvo una funcionalidad media.

Figura No. 3. Funcionalidad del laboratorio remoto en función del tipo de dispositivo



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en el estudio

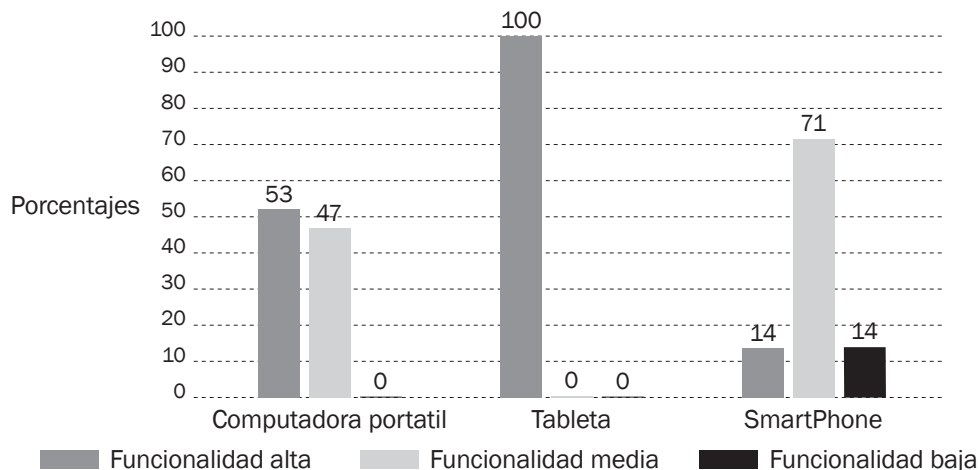
Por otro lado, de los estudiantes que desarrollaron la práctica con un *smartphone* o aparato celular, el 43% percibe una funcionalidad alta y el 57% una funcionalidad media. Según este análisis, lo más recomendable al desarrollar un LR es que los estudiantes utilicen una computadora portátil, aunque también podría realizarse un análisis más profundo para mejorar la adaptabilidad del laboratorio remoto al uso de aparatos como la tableta y el *smartphone*, ya que son los más usados por los jóvenes en la actualidad por ser de más fácil acceso.

En cuanto a la efectividad del LR, el análisis en relación con el tipo de aparato utilizado, indica que la mayor efectividad fue percibida por los estudiantes que emplearon una tableta, ya que el 100% percibe una efectividad alta (Figura No. 4). De los estudiantes que utilizaron una computadora portátil, el 53% perciben una efectividad alta y un 43% una efectividad media, mientras que la mayoría de los estudiantes que

utilizaron *smartphone* o teléfono celular, un 73%, perciben una efectividad media, solamente un 14% dicen percibir una efectividad alta y el mismo porcentaje una efectividad baja.

De forma general, este tema del uso de los dispositivos se convierte en una oportunidad de investigación para realizar un análisis más exhaustivo y procurar que el diseño y desarrollo del LR cumpla con los criterios y condiciones que permitan su funcionalidad y efectividad independientemente del dispositivo que se utilice, ya que esto no debería convertirse en una limitante para obtener los mejores resultados en la experimentación. Sin embargo, debido a la particularidad del desarrollo del LR, el dispositivo a usar se convierte en un elemento fundamental a considerar en la planificación, tal como lo son los materiales y equipos que se requieren para la práctica experimental a distancia.

Figura No. 4. Efectividad del laboratorio remoto en función del tipo de dispositivo

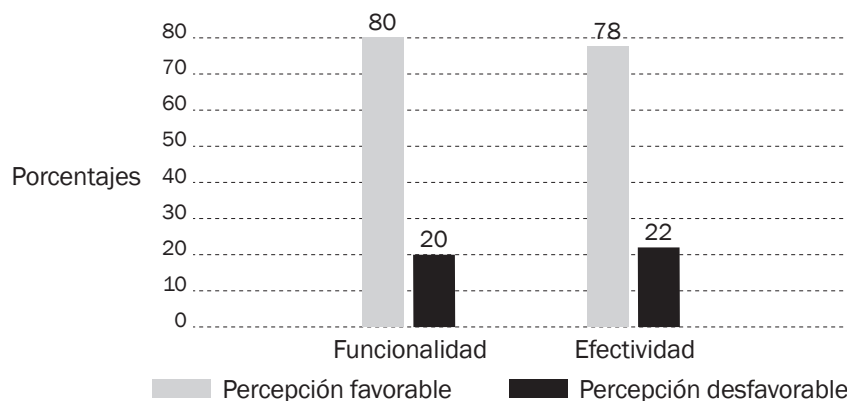


Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en el estudio

En un análisis general de los datos recolectados, se obtuvo como resultado que no existe mucha diferencia entre las percepciones de funcionalidad y efectividad del LR que tienen los estudiantes participantes en la práctica

experimental. El 80% de los estudiantes percibieron que el LR es funcional y solamente un 20% no lo perciben como funcional (Figura No. 5), mientras que un 78% percibe que el LR es efectivo y solamente un 22% que no lo es.

Figura No. 5. Percepción total de la funcionalidad y efectividad del laboratorio remoto



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en el estudio

Los resultados obtenidos muestran que el LR es funcional y efectivo para la mayoría de los estudiantes, sin embargo, se requiere más investigación y análisis para determinar cómo se puede lograr que sea funcional y efectivo

para la totalidad de los participantes, para ello será necesario tomar en consideración el análisis a profundidad de cada uno de los indicadores propuestos.

Conclusiones

En este estudio se ha analizado la percepción de los estudiantes al realizar una práctica experimental mediante la metodología de laboratorio remoto evaluando su funcionalidad y efectividad como metodología alternativa en la enseñanza de la Química universitaria. Encontrándose que se requiere mejorar en todos los indicadores que determinan la funcionalidad del LR, siendo el indicador de suficiencia del tiempo para realizar la práctica el que tiene la mejor evaluación, los otros tres indicadores que miden la calidad de imagen y visualización, disponibilidad y calidad de información, así como la facilidad de uso, tienen una evaluación medianamente favorable, por lo que se requiere aplicar estrategias para que los estudiantes puedan visualizar mejor las imágenes, que se proporcione una mejor información, así como también las indicaciones más claras para que sea fácil desarrollar la práctica.

La otra variable analizada ha sido la efectividad del LR, demostrándose que también se requiere mejoras en todos los indicadores para considerar que la práctica a distancia es efectiva para la enseñanza de la Química a partir de la experimentación. Los resultados mostraron dificultades para el procesamiento de los datos y generar conclusiones, también se requiere mejorar en cuanto a los procedimientos para que los estudiantes comprendan los errores experimentales. Otro de los indicadores que se deben mejorar es la comprensión del entorno de laboratorio ya que un menor porcentaje de los estudiantes pudo comprender y manejar las herramientas tecnológicas asociadas al LR. En cuanto a la interpretación de resultados, muchos de los estudiantes aún enfrentan desafíos para analizar y evaluar de forma crítica los resultados de la práctica para argumentar basados en la evidencia.

Se demostró también la incidencia que tiene el acceso a los dispositivos electrónicos para desarrollar el LR. Con base en los resultados, se puede afirmar que los estudiantes que emplearon computadoras portátiles o tabletas percibieron una mayor funcionalidad y efectividad de la práctica a distancia, mientras

que quienes usaron teléfonos móviles percibieron que el laboratorio remoto es menos funcional y efectivo. En este sentido es necesario aplicar las estrategias necesarias para que el tipo de aparato no influya en los resultados del desarrollo del LR y que éste sea considerado una estrategia didáctica alternativa para que los estudiantes aprendan conceptos fundamentales de Química en la universidad.

Referencias bibliográficas

- Bernales, Y. (2023). Tecnologías de información y comunicación en la educación superior. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(29), 1564-1579. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.613>
- Campos, G., & Benarroch, A. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: Una revisión sistemática. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 42(2), 109-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040>
- Capuya, F., Montero Miranda, E., Arguedas Matarrita, C., & Idoyaga, I. (2023). Laboratorios Remotos: Un recurso para el aprendizaje de la temática de gases en cursos universitarios masivos en Argentina durante la pandemia de la COVID. *Innovaciones Educativas*, 25(38), 246-262. <https://doi.org/10.22458/ie.v25i38.4121>
- HCERES. (2019). *Informe de Evaluación Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH)*. Alto Consejo de Evaluación de la Investigación y la Educación Superior. <https://www.hceres.fr/sites/default/files/media/downloads/E2020-EV-0990023X-DEI-ETAB200018849-RD.pdf>
- Henao, C. A., Calvo, A. F., & Gallego, H. A. (2023). Diseño y construcción de instrumentos remotos para la enseñanza experimental a distancia: Una metodología. *Información tecnológica*, 34(2), 159-174. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642023000200159>

LabsLand. (2025). *LabsLand*. <https://labsland.com/es>

Marín, M. (2021). El trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales: Una experiencia con docentes en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 49.

<https://doi.org/10.17227/ted.num49-8221>

Martínez-Alonzo, J. (2022). La estrategia de laboratorio como fundamento epistemológico y práctico en la enseñanza de Química Básica. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 496-515.

<https://doi.org/10.23857/pc.v7i1.3599>

Montes, R., Zuheros, C., Morales, J., Zermeño, N., Duran, J., & Herrera, F. (2023). Design and consensus content validity of the questionnaire for b-learning education: A 2-Tuple Fuzzy Linguistic Delphi based Decision Support Tool. *Applied Soft Computing*, 147, 110755.

<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110755>

Poveda Pineda, D., & Cifuentes Medina, J. (2020). Incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) durante el proceso de aprendizaje en la educación superior. *Formación universitaria*, 13(6), 95-104.

<https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000600095>

Villalobos González, W., Mora Barrantes, J., Hernández Chaverri, R., & Villalobos Forbes, M. (2022). Evaluación de la implementación de enseñanza remota de emergencia durante el contexto COVID-19: Un caso de estudio en asignaturas de laboratorio de química en una institución de educación superior. *Revista Tecnología en Marcha*.

<https://doi.org/10.18845/tm.v35i5.6194>

Zárate Moedano, R., Canchola Magdaleno, S. L., & Suarez-Medellín, J. (2023). Aporte de los laboratorios remotos a la alfabetización científica: Un caso de estudio. *Revista Electrónica Educare*, 27(2), 1-18.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15806>