

La evaluación de contenidos teóricos en asignaturas de física mediante las actividades experimentales

Daniel Guillermo Elizondo-Blanco¹, María Paula Obando-Viquez² y Eduardo Arias-Navarro³

1. Universidad Estatal a Distancia, Vicerrectoría Académica, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Experimentación Remota, 474-2050 San José, Costa Rica; eelizondob@uned.ac.cr
2. Universidad Estatal a Distancia, Vicerrectoría Académica, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Experimentación Remota, 474-2050 San José, Costa Rica; mobandov@uned.ac.cr
3. Universidad Estatal a Distancia, Vicerrectoría Académica, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Experimentación Remota, 474-2050 San José, Costa Rica; earias@uned.ac.cr

RESUMEN

Introducción: Las personas estudiantes de asignaturas nivelatorias sin componente experimental de física, quedan en desventaja en su evaluación por no poseer el soporte del entendimiento de los fenómenos con ayuda de la experimentación. Por sus características de accesibilidad, repetibilidad y contextualización, ¿Los Laboratorios Remotos (LR) pueden complementar la evaluación de los contenidos para esta situación por medio de Actividades Experimentales? **Objetivo:** Validar el uso de actividades experimentales como complemento en la evaluación de asignaturas nivelatorias sin componente experimental. **Métodos:** Se realiza un análisis estadístico-descriptivo, haciendo uso del programa SPSS y en escala Likert, de la opinión recopilada de un total de 52 personas estudiantes con respecto a la Actividad Experimental: Movimiento sobre un plano inclinado, haciendo uso del LR El Coche Rodante de la red LabsLand. **Resultados:** Se obtiene una mediana y moda de 4,5 y 5 respectivamente, de preguntas relacionadas con usabilidad, satisfacción y percepción del aprendizaje por parte de las personas estudiantes; además de que, un 64.7% de participantes encuestados, nunca han utilizado recursos experimentales en asignaturas teóricas. **Conclusiones:** La actividad experimental realizada presenta resultados positivos en aceptación y apropiación de las personas estudiantes encuestados, donde características de los LR como su repetibilidad y realización de la práctica en cualquier momento, son sumamente importantes para la obtención de estos resultados.

Palabras clave: evaluación, laboratorios remotos, física, experimentación remota, universidad.

ABSTRACT

Introduction: Students of leveling subjects of physics without experimental component, have disadvantaged in their evaluation for not possessing the support of the understanding of phenomena with the help of experimentation. Due to their characteristics of accessibility, repeatability and contextualization, can the remote laboratories complement the evaluation of the contents for this situation by means of Experimental Activities? **Objective:** Validate the use of experimental activities as a complement in the evaluation of leveling courses without experimental component. **Methods:** A statistical-descriptive analysis is performed, using the SPSS program and a Likert scale, of the opinion collected from a total of 52 students regarding the Experimental Activity: Movement on an inclined plane, using the LR The Rolling Car from LabsLand network. **Results:** a mean and mode of 4.5 and 5 respectively, in Likert scale, are obtained to questions related to usability, satisfaction and perception of learning by students, in addition to the fact that, 64.7% of the students surveyed, have never used experimental resources in theoretical subjects. **Conclusions:** The experimental activity carried out presents positive results in acceptance and appropriation by the students surveyed, where characteristics of the LR such as their repeatability and realization of the practice at any time, are extremely important for obtaining these results.

Keywords: evaluation, remote laboratories, physics, remote experimentation, university.

INTRODUCCIÓN

Generalmente, la evaluación en las asignaturas de física, en el proceso de enseñanza- aprendizaje, se delimita a la realización de exámenes, tareas de resolución de problemas o pruebas cortas. Estos tipos de evaluación, son comúnmente asociados con la memorización o la destreza de resolución de problemas asociados a un fenómeno físico de interés, y en pocos casos, en la aplicación de los contenidos a una situación de estudio real. Las asignaturas de física que poseen una componente experimental (asignatura propia de laboratorio), buscan potenciar el aprendizaje, con la experimentación como soporte para la comprensión de los conceptos que se estudian en la teoría (López y Tamayo, 2012), y en la aplicación de los fenómenos estudiados a situaciones reales; sin embargo, existen otras asignaturas las cuales no poseen esa componente experimental, que funciona como complemento a las personas estudiantes en la comprensión de los contenidos.

La Cátedra de Física para Ingenierías de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) formuló la pregunta de investigación: ¿De qué forma las actividades experimentales, que hacen uso de un LR, pueden complementar la evaluación de los contenidos en asignaturas teóricas de nivelación sin componente experimental en física? con la hipótesis: Por las características experimentales de accesibilidad, repetibilidad y contextualización de los LR, estos tienen el potencial de uso para la evaluación de los contenidos en asignaturas teóricas de nivelación sin componente experimental en física.

Este trabajo presenta una sistematización de las experiencias para validar una propuesta del uso de actividades experimentales a través de LR en las asignaturas de física nivelatoria, como estrategia de complemento a la evaluación, tipo sumativa, en estas asignaturas.

ANTECEDENTES

Anteriormente, se han realizado investigaciones sobre el uso y el potencial de los LR en procesos de aprendizaje; a continuación, se presenta una serie de antecedentes tanto nacionales como internacionales.

En Ecuador, un equipo de ingenieros desarrolló un LR para el diseño de circuitos electrohidráulicos, debido a la necesidad de la aplicación de los contenidos a la práctica en la formación de ingenieros mecánicos. El proceso para el diseño del laboratorio se dio desde la obtención de herramientas físicas que forman parte del hardware, hasta la elaboración del software de una interfaz virtual, para el uso del laboratorio. A partir de pruebas de funcionamiento, elaboraron una guía de laboratorio; luego, realizaron una evaluación de la capacidad de éste, al tomar como muestra 34 personas estudiantes, obteniendo como resultado un grado de satisfacción alto en el uso. Con respecto al entendimiento de los contenidos, obtienen una respuesta positiva, enunciando que un LR "(...) es una herramienta de enseñanza muy útil al abarcar varios temas de estudio (...)" (López-Ortiz et al., 2020).

Por otra parte, investigadores de la Universidad de Alicante, España, realizaron una evaluación del uso de un LR de Robótica a un grupo de aproximadamente 50 personas estudiantes, dando la oportunidad de realizar una secuencia de prácticas de laboratorio de forma presencial o remota. El grupo concluye que, la interfaz del laboratorio es "muy intuitiva de manera y de rápido aprendizaje"; también, se valora positivamente, por parte de las personas estudiantes, el laboratorio como complemento de enseñanza para el docente, sin embargo, estos también consideran la preferencia en el uso de laboratorios presenciales, por las interacciones estudiante-estudiante y estudiante-docente que se dan en estos espacios. Por último, el grupo de personas estudiantes considera que estas herramientas son "novedosas" e "interesantes", debido a su uso a través de la red (Candelas et al., 2003).

Una investigación llevada a cabo por Aramburu et al. (2021), en donde un conjunto interdisciplinario de investigadores de universidades de España y Brasil, desarrollan un LR para el estudio de circuitos programables FPGA, aplicado a una población de 80 personas estudiantes en España y 51 en Brasil, en asignaturas teóricas de ingeniería; estableciendo que, con respecto al uso de LR, “su implementación y uso regular en el aula, los LR ganarán más y más espacio y ganarán la confianza y credibilidad de todos los estudiantes”.

Con respecto a los antecedentes nacionales, un equipo interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires en Argentina y de la UNED en Costa Rica, diseñaron un LR Ultraconcurrente, para el área de química en el experimento de validación Acido-Base. Este se lleva a evaluación a través de una actividad de laboratorio donde participaron 1062 personas estudiantes. Como resultado se evidencia la simplicidad y comodidad del LR en su uso, debido a características como la repetibilidad del experimento por parte de la persona estudiante y el momento de realización del experimento, el cual puede ser a cualquier hora del día; además de la satisfacción por parte de las personas estudiantes en su uso, y el potencial de implementación del laboratorio en asignaturas de mucha población estudiantil (Idoyaga et al., 2020b).

Arias y Arguedas-Matarrita (2018), motivados por las necesidades educativas del país en torno a la educación secundaria, evaluaron el potencial del laboratorio VISIR, como herramienta de aprendizaje, a un grupo de 18 personas estudiantes del Colegio Científico Costarricense de San Ramón. La actividad consistió en la búsqueda de un circuito por parte de las personas estudiantes, y la realización de este en el VISIR, para luego exponer sus resultados. Realizada una entrevista a los y las participantes, estos estuvieron en desacuerdo en la experiencia y conocimiento en el uso de LR; sin embargo, la satisfacción con el uso fue positiva en obtención de conocimientos y experiencia. Además, obtienen que, de este grupo, solamente uno de ellos había usado un LR, lo que muestra el desconocimiento de estos como herramientas de aprendizaje.

Con respecto a las actividades experimentales, existen varias propuestas de uso en el proceso de aprendizaje de las personas estudiantes en distintos niveles. Por ejemplo, Quesada-Solís y Montero-Miranda (2022), considerando que las actividades experimentales son necesarias en las ciencias naturales, desarrollan una Actividad Experimental Simple, la cual se realiza en casa a partir de recursos de uso cotidiano, esto como un método de aprendizaje activo en la química a nivel de secundaria. La población fue un conjunto de 32 personas estudiantes del Colegio Experimental Bilingüe de Palmares de décimo año que, durante un mes, se les explicó sobre geometría molecular, para luego elaborar una caja didáctica con componentes que simulan distintos átomos de forma codificada, los cuales son usados para comprender la estructura tridimensional de las moléculas. Concluyen que estas son actividades aptas y de interés para las personas estudiantes por realizarse activamente, además, son propicias para “promover procedimientos intelectuales y sensoriomotores deseables en las asignaturas de ciencias naturales”.

Como se puede notar, muchas de las investigaciones realizadas se encaminan en la evaluación del laboratorio como una herramienta de aprendizaje, más no se considera una forma distinta de evaluar los aprendizajes a partir de un LR, como objeto de estudio y como un recurso evaluativo moderno; la más similar consiste en la investigación desarrollada por Aramburu et al. (2021), sin embargo, aun así, esta tiene un enfoque experimental y no teórico.

REFERENTES TEÓRICOS

Laboratorios remotos

Un LR es un recurso experimental a la que se accede a través de Internet; es una implementación de hardware y software que permite realizar y/o visualizar, vivencias experimentales reales de manera remota. Los LR cuentan con la facilidad que pueden ser accedidos a cualquier hora del día, en cualquier día del año, esto permite y promueve, la oportunidad de desarrollo de competencias experimentales en las y los usuarios; además, se puede tener control del seguimiento de las actividades de los usuarios dentro de estos laboratorios, de modo que, en un contexto educativo, contribuye a la identificación de las brechas de aprendizaje o conocimiento de las personas estudiantes, para que estos puedan ser abordados (Arguedas-Matarrita y Concari, 2018).

Existen diferentes tipos de LR, el usado para el desarrollo de la Actividad Experimental se apoya en un Laboratorio tipo Ultraconcurrente o comúnmente conocido como Laboratorio Diferido (LD). Los LD consisten en conjuntos de grabaciones de experiencias experimentales reales que son automatizadas, almacenadas en la red y optimizadas en librerías de código abierto WebLabLib. Estas grabaciones son accedidas a través de una interfaz de un sitio web autorizado para dicha labor; la persona estudiante ingresa y observa los distintos registros de datos en formas de grabación, para luego, completar una secuencia de aprendizaje provista por su docente en torno a una asignatura de Laboratorio (Idoyaga et al., 2021; Orduña et al., 2019). Estos laboratorios poseen la característica de que sus datos son reales, por lo que están provistos de errores para su consideración.

El laboratorio utilizado es gestionado por LabsLand; quien se encarga de federar y asegurar la escalabilidad, brindando un servicio de calidad, fiable y sustentable para conectar a proveedores y usuarios de LR (Orduña et al., 2016).

Actividades experimentales

Según Rosales (2014), la evaluación sumativa tiene como objetivo el establecer una nota como resultados ante un proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta nota forma parte del puntaje dentro de la asignatura en cuestión y se mide a través del logro o no dentro de un instrumento evaluativo o lista de cotejo.

Con respecto a las actividades experimentales, Alcívar-Castro et al. (2019) argumenta que, en el proceso de enseñanza y aprendizaje en física, se ha desarrollado históricamente, basándose en actividades experimentales, donde estas dependen del desarrollo tecnológico de la época; (Alcívar-Castro et al., 2019). Estas, además, tienen una gran importancia en el desarrollo formativo de una persona estudiante, como lo menciona López y Tamayo (2012), ya que estas despiertan la curiosidad y aportan al desarrollo de habilidades científicas; además, conducen a “la construcción de conocimiento, la adquisición de formas de trabajo científico y al desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas propias del trabajo experimental”. En torno a la propuesta evaluativa, esta promueve que la persona estudiante desarrolle la construcción del conocimiento y adquiera ciertas habilidades y destrezas experimentales de interés para la Cátedra; sin embargo, para términos de esta sistematización, es solo de interés la construcción del conocimiento.

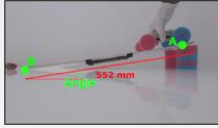
MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó bajo el nombre de Actividad Experimental: Movimiento sobre un plano inclinado (puede consultar en: <https://acortar.link/qkDTmO>). Esta propuesta didáctica consiste en un documento con consignas para guiar a la persona estudiante en el uso del LD, El Coche Rodante de la red LabsLand (Fig. 1.), para la aplicación de contenidos básicos de física, en específico de la dinámica traslacional. Por otra parte, esta consiste en una propuesta evaluativa de tipo sumativa, la cual posee un instrumento evaluativo.


Coche Rodante

El laboratorio del Coche Rodante permite estudiar cinemática básica permitiendo dejar caer un pequeño coche a lo largo de una rampa. Esto resulta en un movimiento linealmente acelerado. Utiliza el temporizador para medir manualmente cuánto tiempo tarda el coche en caer. Tras cada experimento, el laboratorio mostrará el tiempo que tardó en caer.

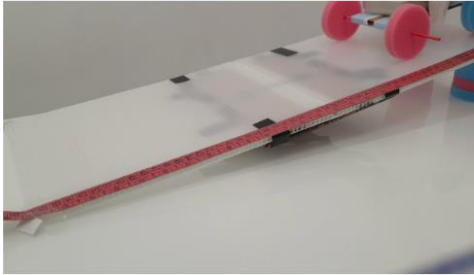
- La longitud del plano es 552 mm.
- El punto A es la posición aproximada de salida del coche (rueda trasera).
- El punto B es la posición final del coche (rueda trasera).
- El tiempo resultante es el que necesita la rueda trasera para ir desde A hasta B.



Vista frontal



Vista perspectiva



Elige un ángulo:

1.45°
 1.77°
 2.08°
 2.80°
 5.50°
 8.76°

Elige un peso para el coche:

11 g
 134 g

Comenzar experimento ahora

Fig. 1 Interfaz del LD El Coche Rodante para la recolección de datos.

La actividad se aplicó en personas estudiantes de dos asignaturas de la Cátedra de Física para Ingenierías de la UNED, durante la primera mitad del año 2023. Una de estas asignaturas tiene como nombre Elementos de Física Nivelatoria (03466), misma que se imparte en un periodo cuatrimestral y mayormente para personas estudiantes del Bachillerato en Manejo de Recursos Naturales y Enseñanza de las Ciencias; la otra asignatura tiene como nombre Física Nivelatoria (03312), que se desarrolla en períodos semestrales para personas estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Industrial. Ambas asignaturas poseen similitudes en su currículo (nivelatorias) y sin componente experimental, con la diferencia que la asignatura semestral amplía los contenidos debido a su modalidad; sin embargo, el documento con consignas y los criterios de evaluación de la Actividad Experimental realizada, fueron los mismos.

Una vez efectuada la actividad por parte de las personas estudiantes, se realiza la aplicación de un instrumento como una forma de clasificar y analizar la experiencia, para esto se usó un cuestionario, constituido por 14 ítems, de estos 12 fueron de selección única y dos de preguntas abiertas. Para las preguntas cerradas se consultaron aspectos como asignatura a la que pertenecían e información del uso del laboratorio, la claridad en el contenido del manual y los aprendizajes adquiridos por las personas estudiantes con respecto a las actividades

experimentales; evaluados mediante un escalamiento Likert, utilizando la siguiente escala por categoría: 1 Totalmente en desacuerdo, 2 En desacuerdo, 3 Ni en desacuerdo ni de acuerdo, 4 De acuerdo y 5 Totalmente de acuerdo.

A su vez, el instrumento aborda preguntas abiertas, en la primera se planteó si en alguna ocasión anterior habían utilizado herramientas experimentales en asignaturas de teoría, y además en una segunda interrogante se les solicitó una descripción de la valoración de la experiencia utilizando el recurso de LR, también aspectos de mejora de esta. El cuestionario realizado es un instrumento validado por especialistas tomado y modificado a partir del utilizado por (Arias y Arguedas, 2020) que será útil para la evaluación de esta actividad experimental.

Los datos presentados y analizados en la sección de Discusión, corresponden a una muestra que representa la opinión de un total de 38,6% de personas estudiantes que realizaron el cuestionario tal como se visualiza en el cuadro 1. El instrumento para la recolección de información fue auto administrado, su análisis se realizó por medio de estadística descriptiva de tendencia central (mediana y moda). Este apartado describe la percepción del estudiantado en lo referente a la actividad experimental realizada.

Además, de los resultados del instrumento, se realiza también un análisis de los resultados (calificaciones) obtenidas por todas las personas estudiantes que participaron en la realización de la actividad experimental, de forma conjunta y separado por asignaturas.

CUADRO 1

Porcentaje de personas estudiantes que realizaron la actividad experimental y el cuestionario.

	Elementos de Física Nivelatoria	Física Nivelatoria	Total
Personas estudiantes que presentaron la Actividad Experimental	54,0	78,0	132
Porcentaje de personas estudiantes que realizaron el cuestionario (%)	27,8	46,1	38,6

Propuesta Evaluativa de las asignaturas de Física Nivelatoria

Se seleccionaron las asignaturas mencionadas por el motivo de que no poseían ningún tipo de componente experimental, por lo cual se realiza la propuesta evaluativa, partiendo del hecho de que habitualmente la evaluación de estas asignaturas se centra, básicamente, en resolución de problemas y estudios de caso, por medio de un modelo de evaluación sumativa presentado en el cuadro 2, comprendido por tres evaluaciones en línea, dos tareas y una actividad experimental.

CUADRO 2

Componentes del modelo de evaluación de aprendizaje de las asignaturas de física 03466 y 03312

Instrumento de Evaluación	Valor
Evaluación diagnóstica en línea	0,0
I Evaluación en línea	2,0
II Evaluación en línea	2,0
III Evaluación en línea	2,0
Tarea 1	1,5
Tarea 2	1,5
Actividad experimental	1,0
Total	10

Ética, conflicto de intereses y declaración de financiamiento: el autor (autora o autores) declara(n) haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en el manuscrito; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, están de acuerdo con la versión editada final del documento. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

Ethical, conflict of interest and financial statements: the author(s) declare that they have fully complied with all pertinent ethical and legal requirements, both during the study and in the production of the manuscript; that there are no conflicts of interest of any kind; that all financial sources are fully and clearly stated in the acknowledgements section; and that they fully agree with the final edited version of the article. A signed document has been filed in the journal archives.

RESULTADOS

A continuación, se presentan en el cuadro 3 los resultados obtenidos en torno al grado de satisfacción y percepción de los aprendizajes, por parte de las personas estudiantes, al realizar la actividad experimental; este realizado a partir de 11 de los 12 ítems de respuesta corta que fueron respondidos por las personas estudiantes en el instrumento recopilatorio. El doceavo ítem corresponde a la asignatura a la que pertenece la persona estudiante que responde el instrumento, esta información fue recopilada en el cuadro 1 de la sección de materiales y métodos. Además, fue consultada una pregunta más con respecto a si, anteriormente ha hecho uso de algún laboratorio remoto; esta pregunta proporcionó el resultado de que, un 64,7% de las personas estudiantes evaluados, nunca han usado un laboratorio remoto.

Posteriormente, en el cuadro 4 se presentan diez de las afirmaciones más significativas realizadas por las personas estudiantes a una de las preguntas abiertas, donde se le solicita que realice una valoración de su experiencia en la ejecución de esta actividad y posibles mejoras.

Finalmente, se muestra en la Figura 2 la gráfica de las calificaciones obtenidas por las personas estudiantes en la actividad, separado por curso; y una representación de la nota promedio de la actividad, como contribución a la calificación final de la asignatura de las personas estudiantes.

CUADRO 3

Resultados de usabilidad satisfacción y percepción del aprendizaje, escala Likert.

Criterios evaluados	Mediana	Moda
Me gustaría la utilización de actividades experimentales con el uso de LR con más frecuencia en explicaciones de asignaturas de física teórica son laboratorio asociado.	5	5
Realizando la actividad experimental me sentí seguro utilizándolo y logré realizar todas las instrucciones sin problemas.	4	5
La información disponible en la guía para realizar la actividad experimental, me ayudó a acceder y manipular las condiciones propuestas en dicha actividad.	5	5
La información disponible en la plantilla de actividad experimental para la presentación de la solución, me resultó fácil de entender.	4	5
El poder realizar la actividad experimental en el horario y repeticiones que usted desee, le fue de utilidad para completar la actividad experimental de forma exitosa.	5	5
La actividad experimental me ayudó a comprender mejor los conceptos de la clase.	4	5
La actividad experimental mejoró mi capacidad para visualizar y asociar la aplicación de fenómenos físicos a ejemplos de la vida cotidiana, perdiéndome una mejor interpretación de los temas vistos en la clase teórica.	4	5
En general, estoy satisfecha/o con la aplicación de actividades experimentales que usamos en este curso de física	5	5
El trabajo realizado en las actividades experimentales fue relevante para mis estudios en este curso de física	4	5
Me gustaría que se dispusiera de actividades experimentales con otros LR en cursos de física.	5	5
Me sentí motivada/o por el trabajo en la actividad experimental en el LR.	5	5
Acumulado General	4,5	5

CUADRO 4

Afirmaciones de las personas estudiantes sobre la utilización de las actividades experimentales

Afirmaciones
Lo valoro muy útil para poner a prueba conocimientos y entender mejor el tema, al hacer actividades diferentes hay un aprendizaje creativo. Para mejorar la guía recomiendo que las instrucciones se encuentren por pasos por separado, es decir por partes.
Me gusta siento que es más interactivo y practico, lo cual ayuda mucho más a entender los temas.
Lo valoro mucho porque si es un recurso que se aprovecha, y además se entiende el sentido de un laboratorio y de mi parte no creo que se haya que mejorar a mí me pareció muy cómodo de utilizar.
Francamente estoy a favor de emplear este tipo de recursos, ya que la experimentación "propia" ayuda a obtener una mejor comprensión del tema, pero de mi parte me parecería mejor que las instrucciones de la actividad fueran más específicas porque, aunque ciertamente son cortas y si explican la actividad, podrían ser mejores.
Se me hace útil este tipo de recurso porque no son nada difícil de utilizar y hacen que la manera de poder entender cómo funciona la física en la vida cotidiana sea más interesante. Para mí la plantilla de solución del experimento estaba muy completa y clara.
La valoración es: excelente. Más bien, los motivo a utilizar este recurso no solo para los laboratorios, sino también para las sesiones regulares con los y las estudiantes. Con ejemplos como el "coche rodante", durante las clases se pueden explicar los eventos de mejor manera. Más visual y actualizado. Sigamos adelante.
Son prácticos y hacen que sea menos aburrida la asignatura, ya que los experimentos no es solo lectura, es puesta en práctica y tiene una dinámica donde se pone a prueba la teoría estudiada. En cuanto a la guía de instrucciones para mí fue mi clara y simple, no tuve inconvenientes para comprenderla, y la plantilla de soluciones fue igual de fácil de entender.

Lo valoro como una ayuda que se puede utilizar para hacer entender de una mejor manera la Física y el movimiento de un objeto de una mejor manera, ya que se utiliza un buen ejemplo. Aunque para mi opinión yo no soy una persona muy acostumbrada en las actividades experimentales lo que hace, que yo no las pueda entender muy bien del todo y necesite algo de ayuda en ellas.

Me gustó mucho para cambiar la dinámica de estudio, en general la plantilla está bien, solo especificarla.

Sinceramente fue la actividad que más me ayudo a entender la materia.

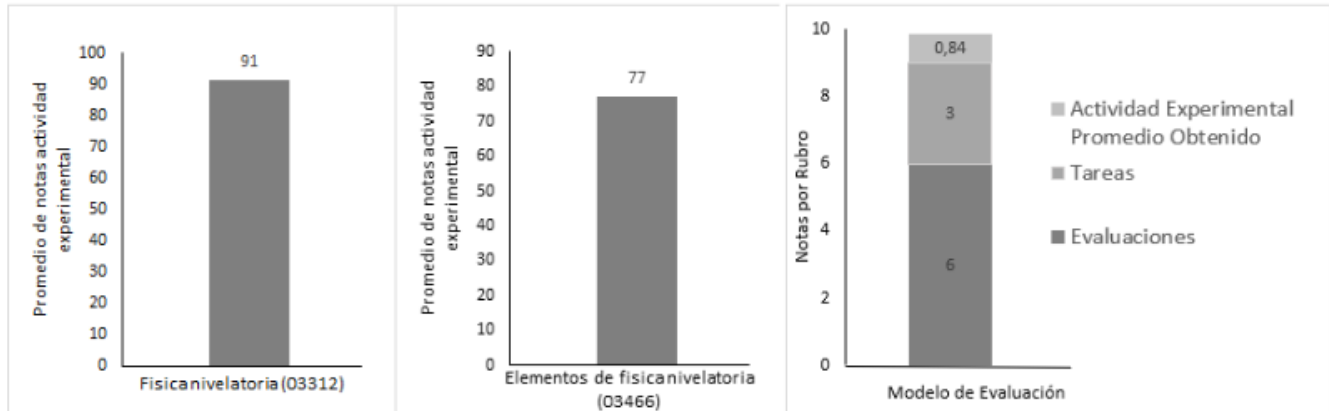


Fig. 2 Gráficos del promedio de calificación obtenida por las personas estudiantes en la Actividad Experimental

DISCUSIÓN

Se evidencian aspectos significativos con relación a la percepción de las personas estudiantes referente al desarrollo de actividades experimentales por medio de un LR; donde destacan la utilidad estas para asignaturas teóricas que no poseen una componente experimental, en modelos de educación a distancia, y a su vez permiten un acercamiento a la explicación de fenómenos físicos de manera experimental, situación que no se realiza en asignaturas de esta naturaleza.

La experiencia del estudiantado con respecto a la aplicación de las actividades experimentales en asignaturas de física, muestra que el 64,7%, nunca han utilizados recursos experimentales en asignaturas de teoría, por lo que las actividades experimentales permiten contextualizar de manera más precisa e implementar una experiencia de evaluación atípica en este tipo de asignaturas; propiciando la motivación, además de creatividad e iniciativa en las personas estudiantes, lo que permite complementar los otros tipos de evaluaciones. (Aramburu et al., 2021; Briceño et al., 2019).

En cuanto a los resultados se enfocaron en tres aspectos principales: usabilidad, satisfacción y percepción del aprendizaje, se presentan en el cuadro 3, reflejando homogeneidad en respuestas con acumulados generales de entre 4,5 y 5, para todos los enunciados planteados, con medianas y modas entre 4 – 5, siendo dominantes las categorías de escala (4) de acuerdo y (5) totalmente de acuerdo, para todos los casos analizados. Indicando lo anterior que la utilización de este tipo de actividades les es de gran utilidad en su proceso de enseñanza aprendizaje; además, deja en evidencia la aceptación y la apropiación que tiene las personas estudiantes hacia el uso de este tipo de estrategias novedosas, como lo son las actividades experimentales a través de recursos como los LR, especialmente en estos tipos de asignatura.

Los enunciados que presentaron en la escala (5) totalmente de acuerdo, en toda la muestra, son que la actividad experimental se desarrolla por medio de un LR por lo que permite realizar las repeticiones que consideren necesarias para una mejor comprensión y análisis del fenómeno; además, de realizar la experiencia en el momento que desee, permitiendo explorar la actividad ajustándose a la realidad de aprendizaje de cada persona estudiante (Arias y Arguedas, 2020). Aunado a lo anterior, se presenta un completo grado de satisfacción, así como se muestra el total acuerdo con la utilización de más de estos recursos en asignaturas de física, de ahí la importancia que menciona Idoyaga et al., (2020a) “la necesidad de seguir investigando en esta línea en nivel superior obliga a plantear perspectivas de trabajo que incluyan el estudio global de las propuestas de enseñanza en entornos digitales con LR (materiales ofrecidos, instrumentos de evaluación y otras actividades)” .

El cuadro 4 muestra las principales reacciones de las personas estudiantes en cuanto a la valoración del uso de actividades experimentales, en este lo catalogan como de gran utilidad para la mejor comprensión del tema en asignaturas de naturaleza teórica, afirman que facilita el proceso de enseñanza de conceptos a través de experimentación, catalogando como práctico, dinámico, interactivo y creativo, esto es posible gracias a la utilización de recursos tecnológicos como los LR en el proceso de enseñanza-aprendizaje actual (Lestari y Supahar, 2020).

Además de que el uso de los LR, comentan que les gustó; ya que la experimentación fomenta la motivación de las personas estudiantes, jugando un papel importante en las prácticas instruccionales a través de medios digitales (Cabello et al., 2022), facilitando el aprendizaje de los contenidos a través de la construcción de su propio conocimiento, permitiendo la inmersión de estos en un contexto, lo que los hace capaces de lograr la asociación y visualización de la aplicación de conceptos y fenómenos físicos en ejemplos la vida cotidiana (Briceño et al., 2019).

Por otra parte, se hace mención también de la necesidad de colocar instrucciones más amplias y visuales, ya que en algunos casos comentan se les dificulta un poco en entendimiento de las instrucciones, cabe recalcar que, este es el primer acercamiento a este tipo de actividades experimentales por parte de las personas estudiantes, así como es importante tener en cuenta lo mencionado por (Arias y Arguedas, 2020), “el aprovechamiento de estos recursos se asocia a una buena mediación docente y abordaje pedagógico utilizado”, de ahí la importancia de que las instrucciones sean más claras es un factor a considerar y mejorar en el diseño de estas. En este sentido Jaime y Escudero (2011) mencionan que “el trabajo en laboratorios implica...recolección de datos, procesamiento y análisis de datos, análisis y contrastación de resultados, elaboración de conclusiones.”, y a pesar de esto, se hace alusión en los comentarios la utilidad de la plantilla de presentación de resultados, donde la catalogan útil y clara, la guía brindada para esta sección que presenta una mayor complejidad.

De lo anterior también se rescata que, la aplicación de las actividades experimentales se realizó en asignaturas de carácter introductorio y nivelatorio en física, por lo que estas permiten a las personas estudiantes no solo tener un acercamiento a la contextualización de los fenómenos físicos, sino también una aproximación clave a la experimentación e ir cimentando las bases para asignaturas posteriores de laboratorio, convirtiéndose en una herramienta de gran utilidad que pretende la nivelación de personas estudiantes no solo de la parte teórica de resolución de problemas sino procura también el desarrollo de habilidades en la parte experimental.

Finalmente el promedio obtenido en la estrategia de evaluación de actividad experimental es entre ambas asignaturas de 84, en escala de 100, el promedio individual por asignatura se muestra en la Figura 2, siendo alta

la eficiencia de la actividad; arrojando un resultado general que a nivel de las asignaturas se logró aunar un 0.84 en promedio a la calificación de cada persona estudiante de un total de 10 (Figura 2), por lo que además favorece el proceso de desarrollo en el ámbito evaluativo de la asignatura teórica, debido a que minimiza el rubro otorgado a las pruebas teóricas (evaluaciones y tareas), para introducir un contenido experimental que potencia el proceso de evaluación.

CONCLUSIONES

En la presente sistematización, se comprueba la hipótesis del uso de LR como recursos con un potencial de uso evaluativo en asignaturas teóricas de nivelación sin componente experimental, esto evidenciado en las afirmaciones analizadas, donde lo clasifican como útil para la comprensión de los contenidos, ya que, permite visualizarlos; además, la practicidad en su uso genera credibilidad y confianza en las personas estudiantes, por lo que favorece la aceptación y apropiación de la propuesta evaluativa por medio de la actividad experimental hecha.

Además, debido a la poca información existente y relevante, en torno a la implementación de estrategias mediante el uso de recursos experimentales, como los LR, en asignaturas teóricas sin componente experimental, queda en evidencia el cambio significativo que aporta a los procesos de mediación pedagógica este tipo de estrategias, de ahí la importancia y la notoria la necesidad existente de la realización de más estudios enfocados propiamente en la valoración de las estrategias experimentales por medio de estos recursos.

En consideración a las personas estudiantes que no han hecho uso de recursos experimentales en asignaturas teóricas, se evidencia a través de las respuestas de usabilidad, satisfacción y percepción de los aprendizajes, y el alto promedio en la calificación obtenido en ambas asignaturas que, la actividad experimental realizada, tuvo resultados positivos, donde aspectos como la repetibilidad en su uso, la cual se ajusta a la realidad de cada persona estudiante, son de suma importancia en el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje propuestos en estos tipos de actividades.

RECOMENDACIONES

Las actividades experimentales propuestas se encuentran en una fase inicial de desarrollo, por lo que, es sumamente importante considerar las afirmaciones y comentarios realizados por las personas estudiantes, ya que son estos los que le dan una utilidad dentro de su proceso de aprendizaje; por esta razón, como instrumento evaluativo usado en educación, las actividades experimentales deben de estar en constante mejoría, para lograr los objetivos educativos propuestos en las asignaturas.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende un cordial agradecimiento al conjunto de personas estudiantes quienes, de forma anónima, completaron el cuestionario el cual permitió el desarrollo del presente estudio; además, a la empresa LabsLand, con quienes se ha desarrollado una serie de LR en conjunto con el Laboratorio de Experimentación Remota de la UNED, y nos permite el uso de los laboratorios de su plataforma.

REFERENCIAS

- Alcívar-Castro, E., Reyes-Meza, O. & Ávila-Rosales, M. (2019). Algunas actividades experimentales como estrategias didácticas para la formación de profesores de física. *Investigación y Postgrado*, 34 (2). pp 151-175. ISSN: 2244-7474
- Aramburu, M. C., da Silva, B. A. L., Villar-Martinez, A., Rodriguez-Gil, L., Moreira de Souza, S. W. F., de Oliveira, T. & Orduña, P. (2021). FPGA Remote Laboratory: Experience in UPNA and UNIFESP. En Auer, M. E., May, D. (Eds), *Cross Reality and Data Science in Engineering*. (pp. 112-127). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52575-0_9
- Arguedas-Matarrita C. & Concarí S. B. (2018). Características deseables de un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física: indagando a los especialistas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Vol 35 (3). 702 – 720. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p702>
- Arias Navarro, E., & Arguedas-Matarrita, C. (2020). Trabalho experimental no ensino de física em tempos de pandemia usando a Lei II de Newton na UNED na Costa Rica. *Revista Innovaciones Educativas*, 22, 103-114. ISSN 2215-4132. <http://dx.doi.org/10.22458/ie.v22iespecial.3204>
- Arias, N. E. & Arguedas-Matarrita, C. (2018). Fortalecimiento de la física en un colegio científico costarricense mediante el uso del laboratorio remoto VISIR. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 9 (16), 131-141. ISSN-e: 1853-6530
- Briceño, J., Rivas, Y., & Lobo, H. (2019). La Experimentación y su Integración en el proceso Enseñanza Aprendizaje de la Física en la Educación Media. *RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade*, 5(2). ISSN-e: 2525-7870
- Cabello, P., Saadati, F., Barahona, P., Celis, J., & Felmer, P. (2022). Experiencias y motivación para el aprendizaje en la implementación de formación a distancia durante la emergencia sanitaria de covid-19 en la educación superior técnico profesional. *Calidad en la educación*, (57), 101-135.
- Candelas, F. A., Gil, P., Ortiz, F. G., Pomares, J. A. Puente, S. T. & Torres, F. A. (2003). Virtual Laboratory for Teaching Robotics. *International Journal of Engineering Education*, Special Issue "Remote Access / Distance Learning Laboratories", 19, 363-370.
- Idoyaga I. J., Vargas-Badilla L., Moya C. N., Montero-Miranda E., Maeyoshimoto J. E., Capuya F. G. & Arguedas-Matarrita C. (2021). Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la química con laboratorios remotos. *Educación Química*, Vol 32 (4). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.79189>
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Moya, C. N., Montero-Miranda, E., & Garro-Mora, A. L. (2020a). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26.
- Idoyaga, I., Moya C. N., Montero-Miranda, E., Sanchez-Brenes, R., Maeyoshimoto, J. E. & Arguedas, Matarrita, C. (2020b). El Laboratorio Remoto de Validación Ácido-Base en un Curso de Química en la Universidad. En L.

Bengochea, & G. Contreras, Vega. (Eds.), ATICA2020: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas y Accesibilidad, (792-799). ISBN: 978-84-18254-84-0

Jaime, E. A., & Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 371-380.

Lestari, D., & Supahar. (2020). Student and Teachers' necessity toward virtual laboratory as an instructional media of 21st century science learning. *Journal of Physics: Conference Series* 1440 012091. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012091>

López, R. A. M. & Tamayo, A. Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamérica de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166. ISSN: 1900-9895

López-Ortiz, S. A., Moreno-Romero, T. J., Balseca-Sampedro, O. F., Bravo-López, E. B. & Pino-Pilco, P. E. (2020). Diseño de un laboratorio remoto para la enseñanza de diseño de circuitos electrohidráulicos. *Dominio de la Ciencias* 6 (3), 399-424. ISSN: 2477-8818

Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., Angulo, I., Hernandez, U., Villar, A., & Garcia-Zubia, J. (2019, February). WebLabLib: new approach for creating remote laboratories. In *International conference on remote engineering and virtual instrumentation* (pp. 477-488). Springer, Cham.

Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., García-Zubia, J., Angulo, I., Hernandez, U. & Azcuenaga, E. (2016) LabsLand: A sharing economy platform to promote educational remote laboratories maintainability, sustainability and adoption. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Erie, PA, USA, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/FIE.2016.7757579

Quesada-Solís, M. & Montero-Miranda, E. (2022). El uso de actividades experimentales simples para la enseñanza de geometría molecular: el caso de las cajas didácticas. *Revista Enseñanza de la Física*, Vol 34. 267-274. ISSN 2451-6007

Rosales, M. M. M. (2014). Proceso evaluativo evaluación sumativa, evaluación formativa y Assesment, su impacto en la educación actual. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. ISBN: 978-84-7666-210-6