

# Valoración de una secuencia didáctica basada en el modelo del laboratorio extendido para el abordaje de la Ley de Ohm en educación media

Valuation of a didactic sequence based on the extended laboratory model for addressing Ohm's law in secondary education

Raquel Chaverri-Hidalgo<sup>1\*</sup>, Eric Montero-Miranda<sup>2</sup>, Eduardo Arias-Navarro<sup>3</sup>,  
Fiorella Lizano-Sánchez<sup>2</sup>, Carlos Arguedas-Matarrita<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Liceo Nicolás Aguilar Murillo, Ministerio de Educación Pública, Alajuela, Costa Rica.

<sup>2</sup> Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Experimentación Remota, Sistema de Investigación, San José, Costa Rica.

<sup>3</sup> Universidad Estatal a Distancia, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Cátedra de Física para Ingenierías, San José, Costa Rica.

\*E-mail: rakech08@gmail.com

## Resumen

Este trabajo muestra algunos de los resultados de una tesis de grado de la carrera Enseñanza de las Ciencias Naturales en la UNED de Costa Rica, sobre la implementación de una secuencia didáctica basada en el modelo del laboratorio extendido como una estrategia para la enseñanza de la temática de Ley de Ohm en la asignatura de Física a nivel de educación media, empleando la experiencia práctica y el laboratorio remoto VISIR. La estrategia se aplicó a 25 estudiantes de undécimo nivel del Liceo Nicolás Aguilar Murillo de Alajuela, donde se extrajo a través de un diferencial semántico y un cuestionario tipo Likert las apreciaciones de estos luego de desarrollar la secuencia propuesta. Los resultados arrojaron datos alentadores donde los estudiantes reconocieron una ganancia en el aprendizaje al realizar el estudio de la Ley de Ohm con las experiencias realizadas. Se destacaron la mejora de la capacidad de comprensión del tema, el fomento del componente experimental, el desarrollo de habilidades cognitivas y el desarrollo de procedimientos sensoriomotores. En conclusión, la propuesta supone una estrategia adecuada para el abordaje de la temática y un recurso que potencia los procesos de aprendizaje en los estudiantes.

**Palabras clave:** Modelo del laboratorio extendido; Secuencia didáctica; Laboratorio remoto VISIR; Ley de Ohm, Aprendizaje de la física.

## Abstract

This work presents some of the results from a bachelor's thesis in the field of Natural Sciences Education at the UNED of Costa Rica, focusing on the implementation of a didactic sequence based on the Extended Laboratory (EL) model as a strategy for teaching the topic of Ohm's Law in high school Physics, employing hands-on experimental activities and the VISIR Remote Laboratory, in addition to problem-solving. The strategy was applied to 25 eleventh-grade students from Liceo Nicolás Aguilar Murillo in Alajuela, where their perceptions were extracted through a semantic differential and a Likert-type questionnaire after completing the proposed sequence.

The results yielded encouraging data, as the students acknowledged significant learning gains when studying Ohm's Law through the conducted experiments. The improvement in topic comprehension, the enhancement of experimental aspects, the development of cognitive skills, and the refinement of sensorimotor procedures were particularly highlighted. In conclusion, this proposal represents an appropriate strategy for addressing the topic and a resource that enhances the learning processes in students.

**Keywords:** Extended laboratory model; Didactic sequence; VISIR remote laboratory; Ohm's Law; Physics learning.

## I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales en el ámbito educativo de Costa Rica enfrenta desafíos relacionados con el desarrollo de actividades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación secundaria. El Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP, 2017) ha enfatizado la importancia de una transformación curricular integral, donde el estudiante sea el centro de la actividad educativa y se promueva un aprendizaje más dinámico, creativo y desafiante. El Octavo Informe del Estado de la Educación (2021) respalda esta idea al alentar a que los estudiantes sean sujetos dinámicos, reflexivos y activos, asumiendo un papel protagónico en el proceso de aprendizaje y desarrollando capacidades de autodidaxia, autoaprendizaje e interaprendizaje. Además, el MEP (2017) destaca la necesidad de un cambio en las prácticas educativas, orientado hacia el contexto y las tendencias internacionales del ámbito educativo, lo que condujo a una transformación curricular para cumplir con estándares internacionales de calidad y pertinencia.

Históricamente, han existido en los sistemas educativos de Latinoamérica una serie de factores que han afectado el desarrollo de la actividad experimental a nivel de secundaria, destacando la falta de infraestructura, equipo especializado y el acceso a insumos necesarios para llevar a cabo estas experiencias (Montero-Miranda *et al.*, 2022). Aunque el componente experimental es fundamental para la formación integral de los estudiantes en ciencias naturales, desarrollando capacidades cognitivas para su futuro profesional, la realidad del país y la región presenta un panorama incierto en la educación media (Arguedas-Matarrita, 2017).

La problemática en el contexto educativo costarricense se centra en la necesidad de una transformación curricular que coloque al estudiante en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, promoviendo un enfoque más dinámico y participativo. A pesar de los llamados a este cambio, persisten obstáculos como la falta de un sistema estructurado de seguimiento y rendición de cuentas en la implementación de intervenciones educativas, lo que plantea interrogantes sobre la gestión de recursos económicos, especialmente en proyectos de infraestructura y equipamiento. Además, la carencia de recursos y la limitada infraestructura obstaculizan el desarrollo de actividades experimentales, cruciales para una educación en ciencias naturales de calidad. En este contexto, se busca explorar el potencial de las tecnologías de la información y la comunicación, en particular los laboratorios remotos (LR), como herramientas que podrían superar algunas de estas barreras y mejorar la enseñanza de las ciencias. Castro *et al.* (2007) señala que *"las tecnologías auguran, en el campo educativo, la progresiva desaparición de las restricciones de espacio y tiempo en la enseñanza, adoptando un modelo de aprendizaje más centrado en el estudiante"* (p. 220).

Hasta hace algunos años, realizar experimentos a través de Internet parecía impensable; sin embargo, los avances tecnológicos y la integración de estas en escenarios educativos híbridos, han permitido desarrollar experiencias más realistas, como las que se destacan en el modelo del laboratorio extendido (MLE o LE), donde uno de los recursos más potentes son los LR que combinados con laboratorios de experiencia práctica puede mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Sánchez (2017) afirma que *"los laboratorios convencionales han sido tradicionalmente el lugar para realizar prácticas y experimentos en las carreras de ciencias químicas y ciencias aplicadas. Sin embargo, la inclusión de las TIC ha revolucionado el concepto de espacio físico"* (p. 4). Los LR permiten a los estudiantes realizar trabajo experimental sin depender de un espacio físico costoso, promoviendo estrategias didácticas para el aprendizaje de ciencias naturales (Arguedas-Matarrita, 2017), incluyendo la Física en este caso.

No obstante, es necesario establecer estrategias que medien pedagógicamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, en específico, para abordar el tema de la Ley de Ohm, que es el foco central de esta investigación y puede ser impulsado mediante diversas estrategias como el aprendizaje basado en problemas, las experiencias prácticas, y el uso del laboratorio remoto *Virtual Instrument System in Reality* (LR-VISIR). Desde esta óptica se planteó como objetivo para este estudio la valoración de una secuencia didáctica basada en el LE como una estrategia para la enseñanza de la temática de Ley de Ohm en la asignatura de Física a nivel de educación media, empleando la actividad experimental de experiencia práctica y el laboratorio remoto VISIR.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. La actividad experimental como medio de aprendizaje significativo en Física

El término actividad experimental ha sido conceptualizado por Idoyaga *et al.*, (2020) como una acción didácticamente planificada que busca generar condiciones para que se produzcan aprendizajes a través de la manipulación y estudio de correlaciones entre variables dependientes e independientes. Se considera una herramienta central en los procedimientos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Además, la actividad experimental proporciona un aprendizaje directo al permitir la comprobación de teorías o el descubrimiento de las mismas, mediante técnicas e instrumentos que aseguran su debida verificación (García *et al.*, 2018). Este enfoque fomenta la construcción de conocimiento por parte del estudiante, haciéndolo más interesante y significativo para su proceso de aprendizaje.

El aprendizaje significativo, según Roa Rocha (2021), es un proceso de construcción de significados en el cual el alumno aprende al darle un significado propio a los fenómenos estudiados. Este aprendizaje se debe adaptar a cada contexto escolar de los estudiantes, lo que implica profundizar y ampliar los significados a través de actividades de aprendizaje y el uso de nuevas tecnologías en la educación. La actividad experimental, al permitir a los estudiantes construir conocimiento por sí mismos, contribuye al aprendizaje significativo, especialmente en la enseñanza de la física, al proporcionar resultados impresionantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Roa Rocha, 2021).

A pesar de los beneficios de la actividad experimental, se ha observado una escasa presencia de esta en la enseñanza de las ciencias, lo que contribuye a una visión empobrecida y distorsionada de la actividad científica (Carrascosa *et al.*, 2006). Esto resulta en un aprendizaje superficial basado únicamente en la teoría. Por otro lado, la actitud del docente es un factor determinante en la introducción efectiva de la actividad experimental en el currículo de las ciencias, ya que su entusiasmo y compromiso pueden influir en la actitud y motivación de los estudiantes hacia la ciencia (García, 2001). Sin embargo, la responsabilidad de su aplicación no recae únicamente en el profesor, sino también en la motivación de los estudiantes y los recursos disponibles en la institución.

Barrera (2007) señala que la realidad actual de la enseñanza de la física necesita evolucionar hacia una pedagogía centrada en un enfoque pragmático, abandonando el enfoque exclusivo en leyes y fórmulas que los estudiantes tienden a olvidar. Para lograr esto, es esencial desarrollar estrategias que promuevan el aprendizaje como un proceso continuo y doten a los estudiantes de la comprensión de la utilidad práctica de la enseñanza de la física en la vida cotidiana, adaptándose al rápido desarrollo de la ciencia y la tecnología. En esta línea, la integración de modelos como el LE y el desarrollo de recursos tecnológicos como los LR, permiten una opción adecuada para generar experiencias de laboratorio significativas.

### B. El modelo del LE y el abordaje de la Ley de Ohm

La pandemia de la covid-19 ha transformado radicalmente el ámbito educativo a nivel mundial, llevando a la comunidad educativa a buscar nuevas estrategias para enriquecer la actividad experimental, un componente esencial en la enseñanza de las ciencias naturales. Ante esta necesidad, el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Universidad de Buenos Aires ha desarrollado el MLE, una propuesta que promueve la revalorización del carácter experimental en entornos mediados por la tecnología.

El LE se basa en un conjunto de principios de diseño educativo que buscan potenciar la actividad experimental en el ámbito digital. Esta metodología fomenta la sinergia y la integración de dispositivos y estrategias para llevar a cabo actividades experimentales en entornos virtuales (Idoyaga, 2022, p. 23). Esta innovadora aproximación ofrece múltiples beneficios para la educación, ya que estimula el pensamiento crítico de los estudiantes al involucrarlos activamente en la construcción de su propio aprendizaje.

En el contexto de la enseñanza de la física, el LE emerge como una poderosa herramienta para revitalizar la forma en que se abordan los conceptos y fenómenos físicos. Al utilizar experiencias presenciales en conjunto con entornos digitales, los estudiantes pueden interactuar de manera más dinámica con las actividades experimentales, visualizando fenómenos concretos relacionados con los modelos científicos abstractos. Esta aproximación no solo promueve la comprensión profunda de los principios físicos, sino que también inspira la curiosidad y el interés en el proceso de aprendizaje.

En el caso particular de la Ley de Ohm este modelo permite a través de la actividad de experiencia práctica y el laboratorio remoto VISIR como recursos complementarios, potenciar el abordaje de la Ley de Ohm en la enseñanza de la física, especialmente en situaciones de crisis como la pandemia y en los posteriores escenarios pasada esta emergencia mundial. Idoyaga *et al.* (2020), señalan que durante la crisis generada por la pandemia, los LR han demostrado ser una solución efectiva para la enseñanza remota de emergencia. Estos LR, como el VISIR, permiten a los estudiantes llevar a cabo actividades experimentales desde sus hogares o aulas, manteniendo la continuidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El estudio realizado por Arguedas-Matarrita *et al.* (2019) destaca que el uso del LR-VISIR en la asignatura Física ha mostrado buenos resultados tanto en clases presenciales como en la modalidad individual de aprendizaje desde casa. Los estudiantes han mostrado una buena aceptación del uso de esta tecnología, lo que sugiere que implementar nuevos recursos tecnológicos, como el LR, promueve un aprendizaje autónomo y la capacidad de los estudiantes para indagar y explorar por sí mismos los conocimientos adquiridos en clase.

Al combinar el LR-VISIR con la actividad de experiencia práctica, que implica la realización de experimentos prácticos y manipulativos, se crea un entorno de aprendizaje enriquecido. Los estudiantes pueden realizar actividades experimentales de forma remota y directa, lo que les brinda la oportunidad de comprender y aplicar la Ley de Ohm de manera más significativa. Además, la combinación de estos recursos facilita la interacción entre estudiantes y docentes, promoviendo un aprendizaje colaborativo y estimulando la curiosidad y el interés por la física.

### III. METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo mediante un diseño cuasiexperimental y se implementó una secuencia didáctica basada en actividades experimentales presenciales y el uso del laboratorio remoto VISIR. Se utilizó un cuestionario y el diferencial semántico para recopilar la percepción de los estudiantes sobre su experiencia. Los datos se analizaron mediante diversas técnicas estadísticas. A continuación, se detalla la sistematización de la metodología empleada

#### A. Contexto

Esta investigación se desarrolló en la asignatura de Física en el Liceo Nicolás Aguilar Murillo, situado en la provincia de Alajuela, Costa Rica, durante el I período del curso lectivo 2022 y contó con la participación de 25 estudiantes de undécimo nivel de este centro educativo. La actividad se planteó en tres etapas. La primera, que constó de dos semanas, donde se estableció la mediación pedagógica presencial en la que se explicó los conceptos clave para entender la temática de Ley de Ohm; la segunda etapa (una semana), donde se explicó la secuencia didáctica a utilizar para la actividad experimental de experiencia práctica y el uso del LR-VISIR. La semana posterior se realizó la experiencia. Finalmente, y luego de desarrollar la actividad se aplicaron dos instrumentos de recolección de datos basados en un diferencial semántico, y un cuestionario tipo Likert y dos preguntas de respuesta abierta.

#### B. Propuesta de la secuencia didáctica e implementación

La secuencia didáctica implementada para abordar el tema de circuitos eléctricos mediante la Ley de Ohm en estudiantes de undécimo año en el Colegio Liceo Nicolás Aguilar Murillo del circuito 11 en San Carlos sigue una estructura clara y organizada con un enfoque en el aprendizaje activo y la aplicación de conceptos teóricos a través de experiencias prácticas. La secuencia se divide en cuatro fases: inicial, desarrollo, utilización de LR y cierre.

La primera fase, conocida como "fase inicial", se introdujo a los estudiantes en los conceptos fundamentales relacionados con la Ley de Ohm y los circuitos eléctricos. A través de una clase magistral, se explicaron los principios de la Ley de Ohm, la corriente eléctrica, el voltaje y la resistencia en los circuitos eléctricos. Esta experiencia educativa se apoyó en una guía de trabajo impresa que abarca los conceptos clave de la temática. El docente utilizó la pizarra y suministros como cuadernos, calculadoras, lápices y borradores para facilitar la comprensión de los estudiantes. Esta etapa no solo se enfoca en la transmisión de conocimientos teóricos, sino que también promueve la participación activa de los estudiantes mediante preguntas y discusiones que enriquecen su comprensión de los fenómenos eléctricos. Una vez que los estudiantes adquirieron los conceptos básicos, se procedió a la resolución de ejercicios teóricos en papel. Los estudiantes resolvieron problemas relacionados con la Ley de Ohm en circuitos en serie, paralelo y mixtos. Utilizaron la fórmula de la Ley de Ohm para calcular corrientes, resistencias y voltajes en diferentes configuraciones de circuitos. A continuación, se muestra un ejemplo de los problemas teóricos desarrollados.

Esquema del circuito	Valores	Clasifique el circuito en serie, paralelo o mixto	justifique la Ley de Ohm en el circuito
	Corriente total		
	$I = \text{_____} \text{ A}$		
	Resistencia total		
	$R = \text{_____} \Omega$		
	Voltaje en cada resistencia		
	$V = \text{_____} \text{ V}$		

FIGURA 1. Ejemplo de ejercicios propuestos para el desarrollo de las actividades de la secuencia didáctica.

La segunda fase, denominada "fase de desarrollo", introduce a los estudiantes en la actividad experimental práctica, llevada a cabo de manera presencial. En esta etapa, los estudiantes trabajaron en parejas para ensamblar circuitos reales en una placa Protoboard. Los estudiantes utilizaron resistencias y otros componentes eléctricos para crear circuitos en serie, paralelo y mixtos. Midieron corriente y voltaje utilizando multímetros y registraron los valores obtenidos. La guía de trabajo impresa les proporcionó instrucciones detalladas y ejercicios prácticos. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de clasificar los circuitos según la Ley de Ohm y respaldar sus decisiones. Esta fase también permitió la interacción directa con los conceptos estudiados y fomentó la aplicación práctica de su conocimiento. La inclusión de una pizarra para explicaciones adicionales brindó un recurso para el aprendizaje significativo. Luego de realizar los circuitos y tomar datos se les pidió que realicen cálculos de resistencia, voltaje y corriente eléctrica para cada circuito, utilizando los valores experimentales obtenidos con el multímetro, aplicando así los conocimientos teóricos adquiridos en la fase inicial. La figura 2, muestra un ejemplo de un circuito en serie armado durante la clase.

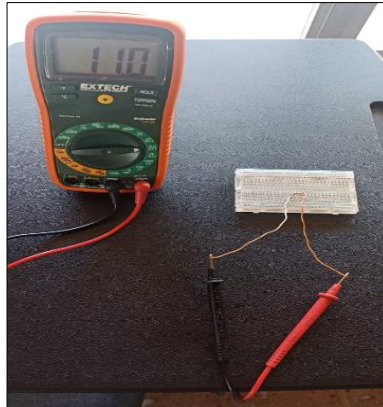


FIGURA 2. Ejemplo de montaje y medición de un circuito en serie real.

La tercera implica la utilización del laboratorio remoto LR-VISIR, disponible en la plataforma de *Labsland* la cual pudieron acceder por medio de un dispositivo electrónico (teléfono inteligente, tableta, computadora portátil, entre otros). En esta fase, los estudiantes replican el montaje de los mismos circuitos utilizados en las fases anteriores y realizan los mismos cálculos para las variables mencionadas anteriormente, utilizando el recurso remoto. Se proporcionó capacitación sobre el acceso y uso del LR-VISIR dentro de una clase previa dentro del aula, además de un video explicativo para que los estudiantes puedan consultar los procedimientos cuando realicen la experiencia fuera del aula y una guía de trabajo digital con instrucciones detalladas y ejercicios específicos basados en la Ley de Ohm que les guía en esta experiencia. Dentro de la plataforma, cada estudiante pudo montar, de forma individual, los circuitos eléctricos basados en la Ley de Ohm y realizaron mediciones remotas de la resistencia. A partir de los datos recolectados se les solicitó realizar los cálculos al igual que en las actividades anteriores.

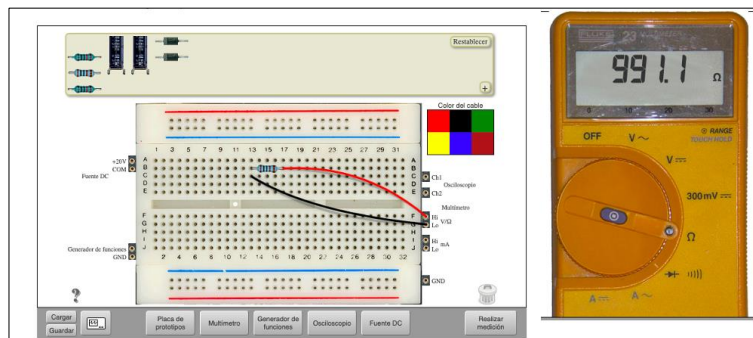


FIGURA 3. Ejemplo del montaje y medición de un circuito en serie empleando el LR-VISIR.

Finalmente, en la fase de se realiza una actividad de evaluación que consistió en un cuestionario individual para recopilar retroalimentación de los estudiantes sobre su experiencia. Los estudiantes respondieron preguntas relacionadas con la usabilidad de los recursos, la percepción de aprendizaje y su satisfacción general con la experiencia. También proporcionaron opiniones detalladas sobre la estrategia didáctica y sugirieron mejoras para futuras clases de física.

Estas actividades siguieron una secuencia lógica que fue desde la introducción de conceptos teóricos hasta la aplicación práctica, utilizando tanto recursos físicos como virtuales. Cada actividad se basó en la anterior, permitiendo a los estudiantes construir gradualmente su comprensión de la Ley de Ohm y los circuitos eléctricos.

A diferencia de otras secuencias didácticas, el valor fundamental de esta propuesta radica en su capacidad para fusionar tres enfoques distintos en una única unidad de aprendizaje. Combinando una clase magistral introductoria con resolución de problemas, una experiencia práctica en persona y la utilización del LR- VISIR, esta secuencia permite que los estudiantes exploren un mismo tema desde múltiples perspectivas y contextos. Esta integración diversificada enriquece significativamente su comprensión y aplicación de los conceptos relacionados con la Ley de Ohm y los circuitos eléctricos.

### C. Cuestionario tipo Likert

Se diseñó un cuestionario inspirado en la investigación de Arias, 2020, donde se trabajó con 13 enunciados de tipo Likert para recabar la percepción de los estudiantes sobre la usabilidad de los recursos propuestos (EU1 a EU4), el aprendizaje adquirido luego de aplicar la secuencia didáctica y el grado de satisfacción con los recursos inmersos en la secuencia didáctica. Los enunciados estaban vinculados a un grado de acuerdo entre 1 y 5. Siendo 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni en desacuerdo ni de acuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo. La tabla I muestra los enunciados propuestos.

**TABLA I.** Enunciados utilizados en el cuestionario.

<i>i. Usabilidad</i>	
EU1	La secuencia didáctica me resultó fácil de aplicar
EU2	Durante La secuencia didáctica logré realizar las acciones deseadas sin problemas.
EU3	La información disponible en las instrucciones del proyecto me ayudó a manipular las condiciones de la actividad experimental.
EU4	El tiempo de la sesión para el proyecto fue suficiente para completar la actividad experimental.
<i>ii. Percepción de aprendizaje</i>	
EPA1	La secuencia didáctica me ayudó a comprender mejor la temática sobre la Ley de Ohm.
EPA2	La secuencia didáctica mejoró mis habilidades con el software utilizado.
EPA3	La secuencia didáctica me contribuyó a presentar, manipular y organizar como se trabaja con datos experimentales.
EPA4	La secuencia didáctica mejoró mis capacidades para diseñar, presentar e interpretar como se trabaja los datos experimentales con tablas, ecuaciones y gráficos.
EPA5	Con la secuencia didáctica diseñada pude resolver las actividades planteadas como preguntas guía principal y secundarias del proyecto, así como las preguntas de cierre de la secuencia didáctica.
<i>iii. Satisfacción</i>	
ES1	En general, estoy satisfecha/o con la secuencia didáctica aplicada para la Ley de Ohm.
ES2	La secuencia didáctica fue relevante para mi aprendizaje en el curso y del tema propuesto.
ES3	Me gustaría que se realizaran este tipo de secuencias en clases magistrales con otros temas.
ES4	Me sentí motivada/o con la secuencia didáctica en este curso y el desarrollo de este tema.

Además, se plantearon dos preguntas de respuesta abierta para obtener opiniones más detalladas de los estudiantes sobre su experiencia con la secuencia didáctica.

*P1. ¿Cómo valora este tipo de estrategias didácticas en clases de física?*

*P2. ¿Qué recomendaciones daría para mejorar la clase de física a la hora de incorporar el componente experimental? ¿Por qué?*

La participación en este estudio fue voluntaria y no modificó el desarrollo normal de las actividades académicas y contó con el consentimiento informado de los estudiantes, además todos los datos fueron tratados de forma confidencial y codificados para mantener la identidad de los participantes.

### D. Diferencial semántico

Se utilizó el diferencial semántico inspirado en el trabajo de Espinoza García y Román Galán, 1998, para recabar la opinión del estudiante sobre su experiencia con la secuencia didáctica. Se aplicaron adjetivos a elementos en una escala de intervalos para luego ser analizados por análisis factorial. En este caso la escala se manejó en siete (7) puntos cuyos extremos están asociados con etiquetas bipolares con carácter semántico. Estas etiquetas son: desagradable/agradable; aburrido/divertido; indiferente/interesante; fácil/difícil; tiempo adecuado/tiempo insuficiente;



Instrucciones claras/instrucciones confusas; comprensión de conceptos/confusión de conceptos. Para este caso la escala se manejó de la siguiente forma: 1 a 3 para atributos negativos; 4 valor neutral y de 5 a 7 para atributos positivos. A continuación, se muestra la preguntas generadas para este instrumento.

*¿Cuál es su opinión sobre implementación de la secuencia didáctica para el abordaje del tema circuitos eléctricos mediante La ley de Ohm, bajo el modelo de LE?*

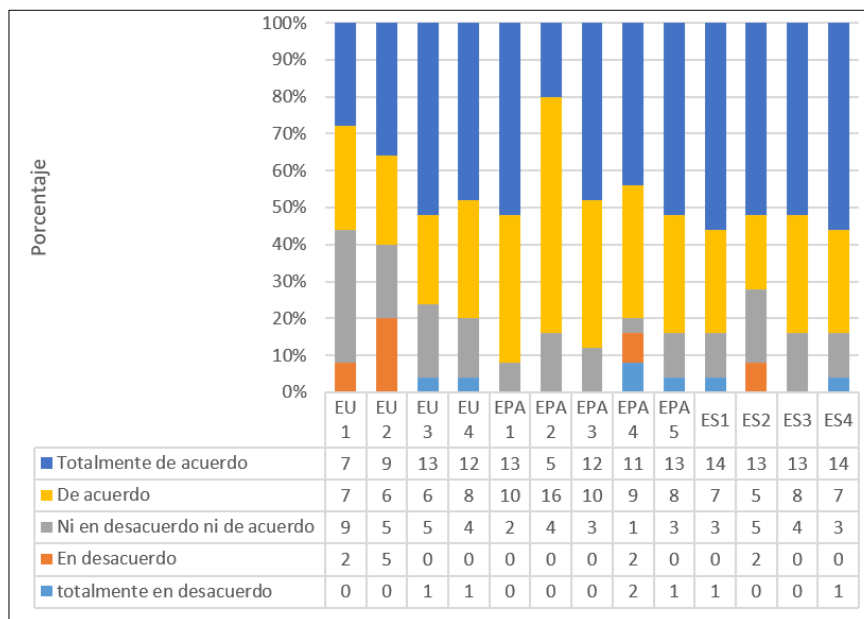
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Desagradable</i>								<i>Agradable</i>
<i>Aburrido</i>								<i>Divertido</i>
<i>Indiferente</i>								<i>Interesante</i>
<i>Difícil</i>								<i>Fácil</i>
<i>El tiempo dedicado no es adecuado</i>								<i>El tiempo dedicado es adecuado</i>
<i>Instrucciones confusas</i>								<i>Las instrucciones claras</i>
<i>No mejora comprensión de Ley de Ohm</i>								<i>Mejora comprensión de la ley de Ohm</i>

### E. Análisis de Datos

Luego recolectar los datos estos se trabajaron a través de tres tipos de análisis. El primero, basado en estadística paramétrica para las tendencias centrales de media, que fue analizada mediante representaciones gráficas donde se presentaron las frecuencias absolutas y relativas; la mediana y la moda, que permitieron establecer una tendencia para el grado de acuerdo en cada uno de los enunciados propuestos, todos los análisis se trabajaron por medio del programa estadístico MINITAB en su versión 19. El segundo análisis, aplicado a las preguntas de respuesta abierta, se trabajó con la técnica de análisis de contenido empleando el programa *Atlas.ti*, para establecer categorías en donde se encasillaron las opiniones brindadas por los estudiantes. Finalmente, para el diferencial semántico se estableció un análisis de escalamiento métrico haciendo uso de la media aritmética contra la desviación estándar, tomando en cuenta el coeficiente de varianza para establecer el grado de dispersión para establecer una tendencia en las respuestas brindadas por los estudiantes. Los datos fueron obtenidos a partir del programa estadístico SPSS en su versión 29.

## IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados se analizaron en primer lugar, sobre el cuestionario con el que se pretendió valorar la percepción del estudiante con respecto a la usabilidad del recurso, el grado de satisfacción con este y la ganancia de aprendizaje para el tema de Ley de Ohm, y de forma progresiva se presentan los datos y elementos descriptivos que surgieron de la experiencia y su interacción con los recursos propuestos en la secuencia didáctica.



**FIGURA 4.** Frecuencias absolutas y los porcentajes obtenidos para cada grado de acuerdo en cada uno de los 13 enunciados estudiados para la usabilidad (EU), la percepción del aprendizaje (EPA) y la satisfacción (ES).

La figura 4 muestra las frecuencias absolutas y los porcentajes obtenidos para cada grado de acuerdo en cada uno de los 13 enunciados estudiados.

De acuerdo a los datos recopilados, se pudo observar que la mayoría de los estudiantes (más del 50 %) se mostró entre un grado de acuerdo y totalmente de acuerdo en que la secuencia didáctica fue fácil de utilizar (EU1). Además, más de un 60 % consideró que pudo llevar a cabo las acciones propuestas en el recurso sin dificultades (EU2), y un 75 % expresó un alto grado de acuerdo con el hecho de que las instrucciones fueron claras y les facilitaron la ejecución de las actividades sin problemas (EU3). Por otro lado, aproximadamente un 80 % estimó que el tiempo otorgado para el desarrollo de la experiencia fue adecuado (EU4). Estos resultados se refuerzan al analizar los valores de mediana y moda de las respuestas proporcionadas por los estudiantes en los enunciados relacionados con la usabilidad (tabla II).

**TABLA II.** Estadísticos de tendencia central para la mediana y moda, de los cuatro enunciados referentes a la usabilidad.

<i>Enunciados</i>	<i>EU1</i>	<i>EU2</i>	<i>EU3</i>	<i>EU4</i>
<i>Mediana</i>	4,00	4,00	5,00	4,00
<i>Moda</i>	4	5	5	5

La tabla II, muestra un comportamiento homogéneo en el grado de respuestas brindado por los estudiantes respecto a los enunciados que se establecieron para la usabilidad, indicando que en este sentido el diseño de la secuencia didáctica cumple con este parámetro de forma adecuada.

Con respecto a los aprendizajes vinculados a la temática de Ley de Ohm, los resultados muestran que más del 50 % de los estudiantes están totalmente de acuerdo en que la secuencia didáctica les ayudó a comprender mejor la temática de Ley de Ohm y circuitos eléctricos (EPA1). Además, más del 60 % de los estudiantes consideró que el recurso utilizado, el LR, les facilitó el aprendizaje y mejoró sus habilidades tecnológicas (EPA2). El uso de estos recursos también les permitió sistematizar la información y datos obtenidos en las experiencias de laboratorio y trabajar con representaciones gráficas y tablas de datos (EPA3 y EPA4). Todo esto contribuyó a una mejor comprensión de los conceptos teóricos de la temática, ya que los estudiantes estimaron que la secuencia didáctica les ayudó a resolver problemas relacionados con la Ley de Ohm y circuitos eléctricos (EPA5). Los datos mostraron una homogeneidad en las tendencias centrales para la moda y la mediana, lo que respalda los resultados obtenidos (Idoyaga *et al.*, 2020).

**TABLA III.** Estadísticos de tendencia central para la mediana y moda, de los 5 enunciados referentes a la percepción del aprendizaje.

<i>Enunciados</i>	<i>EPA1</i>	<i>EPA2</i>	<i>EPA3</i>	<i>EPA4</i>	<i>EPA5</i>
<i>Mediana</i>	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00
<i>Moda</i>	5	4	5	5	5

Por último, al analizar las respuestas para los enunciados sobre el grado de satisfacción de los estudiantes respecto a la secuencia didáctica, se pudo observar que más del 80 % están satisfecho en general con la experiencia (ES1) y más del 70 % manifestó que el recurso ha sido relevante en el proceso de aprendizaje de la temática para la que fue diseñada (ES2), además, manifiestan su deseo de que se empleen más recursos como este en sus clases de física (ES3) y más del 80 % de los estudiantes se mostraron motivados por las actividades desarrolladas con la secuencia didáctica planteada. (ES4) Al respecto, al igual que los parámetros anteriores, se muestra un comportamiento homogéneo en las respuestas brindadas por los estudiantes, prevaleciendo el grado de totalmente de acuerdo en todos los enunciados.

**TABLA IV.** Estadísticos de tendencia central para la mediana y moda, de los cuatro enunciados referentes al grado de satisfacción con la secuencia didáctica.

<i>Enunciados</i>	<i>ES1</i>	<i>ES2</i>	<i>ES3</i>	<i>ES4</i>
<i>Mediana</i>	5,00	5,00	5,00	5,00
<i>Moda</i>	5	5	5	5

En el análisis de las respuestas abiertas de los estudiantes, se identificaron categorías que destacan la eficacia de la secuencia didáctica en potenciar los aprendizajes sobre la Ley de Ohm y circuitos eléctricos. Los estudiantes valoraron positivamente el componente experimental, relacionando la experiencia con los conceptos teóricos presentados en la clase magistral inicial.



**TABLA V.** Categorización de las respuestas brindadas por los estudiantes participantes para la pregunta 1.

<i>Categoría</i>	<i>Frecuencia</i>
Promoción del aprendizaje de la temática propuesta	7
Generación de nuevo conocimiento	5
Uso de experimentos para aprender mejor	8
Relacionar la experiencia con los conceptos teóricos	10

En la segunda pregunta, los estudiantes expresaron la importancia de incorporar tecnologías en el aula y en su proceso de aprendizaje, así como la necesidad de más estrategias y enfoques metodológicos que incluyan el componente experimental. Aquí, se destaca el potencial de los LR para satisfacer estas necesidades y mejorar la enseñanza.

**TABLA VI.** Categorización de las respuestas brindadas por los estudiantes participantes para la pregunta 2.

<i>Categoría</i>	<i>Frecuencia</i>
Utilizar más experimentos para aprender	7
Emplear este tipo de secuencias más seguido (otros temas)	8
Hacer más uso de la tecnología para aprender	8

El análisis de los datos del test del diferencial semántico reveló una tendencia positiva en la opinión de los estudiantes, con excepción de la dificultad y el tiempo para realizar las actividades, que mostraron cierta tendencia hacia la neutralidad, pero con un componente positivo. Los resultados indican una satisfacción general y aceptable distribución de las respuestas.

**TABLA VII.** Escalamiento métrico para las respuestas obtenidas en el test de diferencial semántico.

<i>Parámetro / atributo</i>	<i>Agrado</i>	<i>Diversión</i>	<i>Interés</i>	<i>Dificultad</i>	<i>Tiempo para la actividad</i>	<i>Claridad de instrucciones</i>	<i>Comprensión del tema</i>
<i>Media</i>	6,06	5,41	5,88	4,76	4,94	5,85	5,88
<i>Desviación estándar</i>	1,03	1,12	0,86	1,30	1,34	1,52	1,50
<i>Coefficiente de variación</i>	0,170 (17,0 %)	0,207 (20,7 %)	0,146 (14,6 %)	0,273 (27,3 %)	0,272 (27,3 %)	0,260 (26,0 %)	0,254 (25,4 %)

A partir de los datos obtenidos se pudo observar que la media aritmética para cada uno de los atributos presentan una tendencia positiva (con excepción de la dificultad y el tiempo para realizar la actividad que poseen cierta tendencia hacia la neutralidad, pero con un fuerte componente positivo) respecto a la opinión de los estudiantes en cada uno de los casos, además, esto se ve apoyado por el coeficiente de variación que mantiene un valor moderado para la dispersión de los datos en todos los atributos, estableciendo un valor aceptable para la distribución de los datos. (Boccardo Bosoni, y Ruiz Bruzzone, 2003)

Finalmente, en el análisis de resultados se pudo observar que esta secuencia didáctica demuestra su efectividad a través de la percepción positiva de los estudiantes en cuanto a usabilidad, aprendizaje y satisfacción. Los datos obtenidos revelan que la mayoría de los estudiantes experimentaron facilidad en el uso de los recursos, claridad en las instrucciones y un tiempo adecuado para completar las actividades. Esto respalda la afirmación de que la secuencia ofrece una experiencia de aprendizaje cómoda y bien estructurada. Además, los resultados indican que los estudiantes lograron comprender mejor la Ley de Ohm y desarrollaron procedimientos propios del LE. Esta comprensión se reflejó en su capacidad para resolver problemas relacionados con la Ley de Ohm y aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas. Los estudiantes también manifestaron su satisfacción general y su deseo de ver más enfoques similares en sus clases de física con otras temáticas.

Lo que distingue a esta secuencia didáctica es su capacidad para proporcionar una experiencia integral de aprendizaje que combina la teoría con la práctica, utilizando recursos físicos y remotos (manipulados a distancia). Comenzando con una sólida base teórica presentada en la clase magistral, los estudiantes avanzaron hacia la aplicación práctica mediante la resolución de ejercicios y la experimentación con placas Protoboard (laboratorio de experiencia práctica). Finalmente, se sumergieron en el mundo de los LR con el LR-VISIR para llevar a cabo experimentos a distancia. Esta progresión permite a los estudiantes construir gradualmente su comprensión de los conceptos entorno a la Ley de Ohm y los circuitos eléctricos. Además, la flexibilidad de esta secuencia la hace adaptable a diversas situaciones de enseñanza, ya sea en el aula o en un entorno de aprendizaje a distancia.

## V. CONCLUSIONES

En conclusión, el estudio demostró que la implementación de la secuencia didáctica permitió a los estudiantes del Liceo Nicolás Aguilar Murillo comprender mejor los conceptos relacionados con la Ley de Ohm. El cuestionario utilizado para obtener datos reveló una alta satisfacción y usabilidad por parte de los estudiantes con respecto a la propuesta didáctica, lo que indica que esta metodología basada en aprendizaje significativo utilizando los elementos de experiencia práctica y LR-VISIR inmersos en el modelo LE contribuye positivamente al aprendizaje de los conceptos en cuestión.

La secuencia didáctica diseñada se centró en el estudiante, fomentando la construcción de conocimiento a través de metodologías de indagación y evaluación continua. Los recursos, como el LR-VISIR, se mostraron como herramientas inclusivas que pueden ser utilizadas tanto en el ámbito presencial como en la modalidad virtual, permitiendo una educación más accesible y democrática. Los estudiantes expresaron su interés en trabajar con enfoques de indagación en lugar del método tradicional de clases magistrales.

La inclusión de tecnología del LR-VISIR agrega un elemento especialmente valioso a la experiencia educativa. A través de esta plataforma, los estudiantes tienen la oportunidad de llevar a cabo experimentos de manera remota, lo que se vuelve especialmente relevante en situaciones donde la presencialidad puede ser limitada. Esta tecnología no solo supera barreras físicas, sino que también enriquece la experiencia de aprendizaje al proporcionar un entorno de aprendizaje interactivo y práctico que fortalece la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en situaciones prácticas del mundo real.

Por último, se concluyó que la combinación de diversos recursos, incluido el LE, potenció significativamente los aprendizajes en la temática de Ley de Ohm. Esta sinergia de entornos híbridos demuestra el valor y el potencial de estas metodologías para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la física en contextos educativos diversos.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda en futuras contribuciones realizar un análisis comparativo de los recursos empleados en la secuencia didáctica para determinar cuáles generan un mayor beneficio de aprendizaje en la temática abordada. Además, es crucial incentivar al personal docente en el uso de nuevas tecnologías para facilitar el aprendizaje de los contenidos, fomentando el desarrollo de habilidades tecnológicas durante la formación docente en las universidades.

Asimismo, se sugiere que los centros de investigación y desarrollo de las universidades inviertan en la creación de más recursos con aplicaciones directas en la educación media, lo que potenciará los procesos de enseñanza y proporcionará a los profesores herramientas que refuercen los conceptos teóricos de las ciencias naturales tanto dentro como fuera del aula.

Adicionalmente, se propone una evaluación continua de la efectividad de esta secuencia didáctica a lo largo del tiempo, incluyendo la medición del impacto en el aprendizaje a largo plazo de los estudiantes. Esto permitirá una retroalimentación constante y la adaptación de la metodología para optimizar aún más los resultados. En última instancia, se promueve la colaboración entre instituciones educativas y desarrolladores de tecnología para seguir mejorando la enseñanza de la física y brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje enriquecedora y efectiva en diversos contextos educativos.

## REFERENCIAS

Arguedas-Matarrita, C., Orduña, P., Mellos, L., Conejo-Villalobos, M., Concarí, S., Ureña, F., Bento da Silva, J., García-Zubia, J... y da Mota Alves, J. (2019). Remote experimentation in the teaching of physics in Costa Rica: First steps. 2019 5th *Experiment International Conference (exp.at'19)*. Funchal, Portugal, 208-212. <https://doi.org/10.1109/expat.2019.8876553>

Arguedas, C. (2017). Diseño y desarrollo de un laboratorio remoto para la enseñanza de la Física en la UNED de Costa Rica [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Litoral]. Repositorio Institucional- Universidad Nacional del Litoral.

Arias, E. (2020). Diseño de propuesta didáctica experimental en la Enseñanza de la Física aplicada al tema de Electricidad para estudiantes de Undécimo año del Colegio Científico Costarricense de San Ramón [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional-Universidad de Costa Rica.

- Boccardo Bosoni, G. y Ruiz Bruzzone, F. (2003). *RStudio para Estadística Descriptiva en Ciencias Sociales. Manual de apoyo docente para la asignatura Estadística Descriptiva. Carrera de Sociología, Universidad de Chile*. (2da ed.). Universidad de Chile. <https://bookdown.org/gboccardo/manual-ED-UCH/>
- Carrascosa, J., Pérez, D. y Vilches A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2). 157-161. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/403188>
- Castro, S., Guzmán, B., Casado, D (2007). Las Tic en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus*, 13(23),213-234. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76102311>
- Espinoza García, J. y Román Galán, T. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 477-484.
- García Ruiz, M. (2001). Las actividades experimentales en la escuela secundaria. *Perfiles educativos*, 23(94). 70-90. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/524968>
- García, L., López, F., Moreno, G. y Ortigosa, C. (2018). El método experimental profesional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica. *Revista Cubana de Química*, 30(2). 328-345. <https://www.redalyc.org/journal/4435/443557939013/html/>
- Idoyaga, I (2022). *El laboratorio extendido diseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. CONICET. Junio 2022. <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/823/710>
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Moya, C., Montero-Miranda, E. y Garro-Mora, A. L. (2020). El laboratorio remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26.
- Ministerio de Educación Pública (2017). *Programa de estudio de Física Educación diversificada* <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/fisica2018.pdf>
- Montero-Miranda, E., Lizano-Sánchez, F., Castillo-Rodríguez, K., Arguedas-Matarrita, C. (2022). Actualización docente en la Experimentación Remota: El caso de la Ley de Boyle. *Nuevas Perspectivas*, 1(1), 1-16. <https://revistanuevasperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevasperspectivas/article/view/1/17>
- Programa Estado de la Nación (2021). *Octavo Informe Estado de la Educación*. Capítulo 5: Educación Superior en Costa Rica, Programa Estado de la Nación. <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- Roa Rocha, J. C. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica De FAREM-Estelí*, 10. 63–75. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11608>
- Sánchez, C (2017) Laboratorio virtual y remoto, aprendiendo a través de la Experimentación [Tesis de Licenciatura Universidad Tecnológica Nacional]. Repositorio institucional- Universidad Tecnológica Nacional.