

EFFECTIVIDAD DE UN MANUAL DIDÁCTICO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA BASADO EN PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

EFFECTIVENESS OF GEOMETRIC OPTICS TEACHING MANUAL BASED ON LABORATORY PRACTICES IN UNIVERSITY STUDENTS

✉ **Cliffor Jerry Herrera-Castrillo, Ph.D.**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
cliffor.herrera@unan.edu.ni
Estelí, Nicaragua

✉ **Deyanira Francisca Báez-Obando, Lcda.**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
baezdeyanira701@gmail.com
Estelí, Nicaragua

✉ **Francis Judith Centeno-Centeno, Lcda.**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
franjudithcenteno@gmail.com
Estelí, Nicaragua

✉ **Deyvid Francisco Rivera-Rivera, Lcdo.**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
riveradeyvid406@gmail.com
Estelí, Nicaragua

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 19/12/2025

Aceptado: 02/03/2026

Publicado: 30/03/2026

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la efectividad de un manual didáctico de Óptica Geométrica basado en prácticas de laboratorio, diseñado para el uso del equipamiento disponible en el Recinto Universitario “Elmer Cisneros Moreira” de la UNAN-Managua/CUR-Estelí, en el aprendizaje de estudiantes universitarios de la carrera de Física-Matemática durante el segundo semestre 2025. Se desarrolló una investigación cuantitativa, de alcance descriptivo y corte transversal, con una muestra de 17 estudiantes, a quienes se aplicó una prueba estandarizada posterior a la intervención, además de encuestas a cinco docentes. Los instrumentos presentaron adecuados niveles de confiabilidad ($\alpha_1 = 0,72$; $\alpha_2 = 0,79$). La comprobación de la hipótesis se realizó mediante una prueba t de Student para una muestra, contrastando el rendimiento promedio con un nivel mínimo de logro de 70 puntos. Los resultados evidenciaron una media de 82.35 puntos (DE = 21,94), con un valor de $t(16) = 2,32$, $p < 0,05$, un tamaño de efecto moderado ($d = 0,56$) y un intervalo de confianza del 95 % para la media entre 71,1 y 93,6 puntos. Se concluye que la implementación del manual didáctico se asocia con un mejor desempeño

académico, optimiza el uso del laboratorio y favorece la integración entre teoría y práctica experimental en el aprendizaje de la Óptica Geométrica.

Palabras Clave: experimental, competencias, laboratorio, óptica geométrica, manual didáctico

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the effectiveness of a Geometric Optics teaching manual based on laboratory practices, designed for use with the equipment available at the Elmer Cisneros Moreira University Campus of UNAN-Managua/CUR-Estelí, in the learning of university students studying Physics and Mathematics during the second semester of 2025. A quantitative, descriptive, cross-sectional study was conducted with a sample of 17 students, who were given a standardized test after the intervention, in addition to surveys of five teachers. The instruments showed adequate levels of reliability ($\alpha_1 = 0,72$; $\alpha_2 = 0,79$). The hypothesis was tested using a Student's t-test for a sample, comparing the average performance with a minimum achievement level of 70 points. The results showed a mean of 82,35 points (SD = 21,94), with a value of $t(16) = 2,32$, $p < 0,05$, a moderate effect size ($d = 0,56$), and a 95% confidence interval for the mean between 71,1 and 93,6 points. It is concluded that the implementation of the teaching manual is associated with better academic performance, optimizes the use of the laboratory, and promotes the integration of theory and experimental practice in the learning of geometric optics.

Keywords: experimental, competencies, laboratory, geometric optics, teaching manual

INTRODUCCIÓN

La Óptica Geométrica constituye una de las ramas fundamentales de la Física, encargada del estudio de la propagación de la luz, como la reflexión, la refracción y la formación de imágenes (Villalobos et al., 2024). Su comprensión resulta esencial, no solo para el desarrollo del pensamiento científico, sino también para la aplicación de sus principios en la vida cotidiana y en el ámbito tecnológico (Briones Rugama et al., 2025). En el contexto educativo, el aprendizaje de la óptica representa un desafío, ya que exige la integración de la teoría con la práctica experimental para lograr un aprendizaje significativo.

El laboratorio de Física permite que los estudiantes interactúen directamente con los fenómenos naturales, transformando conceptos abstractos en experiencias que estimulan la curiosidad y el razonamiento científico. En concordancia con Farfan et al. (2018) los cuales describen que el trabajo en el laboratorio proporciona al estudiante la experimentación y el descubrimiento personal de sus vivencias logrando organizar el proceso que estén siguiendo, el

redactar informes, discutir sus resultados, y de la misma forma cometer errores lo cual es fundamental para el aprendizaje en la investigación y el análisis crítico. Así, el futuro profesional será consciente del valor relativo de sus mediciones y de las decisiones que se basen en ellas.

Por ello, la implementación de recursos didácticos innovadores, apoyados en el uso del laboratorio, resulta indispensable para fomentar la motivación e interés de los estudiantes por esta ciencia. Como bien señalan Pillajo et al. (2025), este actúa como un mediador para el aprendizaje significativo representando un avance pedagógico relevante al contar con manuales que facilitan la planificación, ejecución y evaluación de las prácticas experimentales, favoreciendo la participación, la indagación y la autonomía del estudiante generando una construcción sólida de sus habilidades desde la experiencia.

Entre las principales causas de esta problemática se encuentran que en el Recinto Elmer Cisneros Moreira de la UNAN-Managua/CUR-Estelí está el laboratorio de Física, pero no las carreras de Física-Matemática y Ciencias Naturales, la falta de un manual didáctico que oriente el uso del equipo de laboratorio. Asimismo, afirman Moreira Salvatierra et al. (2025) la falta de material didáctico afecta de múltiples formas: limita las estrategias de enseñanza, reduce la motivación de los estudiantes, incrementa las diferencias entre compañeros, frustra a los docentes y debilita la construcción de aprendizaje sólidos. Asimismo, no se cuenta con una guía que indique experimentos que se pueden trabajar con el material disponible para el desarrollo de prácticas de Óptica Geométrica.

Por consiguiente, la ausencia de un manual didáctico para el uso del laboratorio ocasiona que los materiales sufran deterioro físico por la falta de utilización generando que un 10% del equipo de laboratorio se encuentre en mal estado y un 5% del material es inexistente. Esta situación ocasiona que tanto los facilitadores como los estudiantes se desmotiven y no presten atención al trabajo experimental, limitándose únicamente al estudio teórico del componente.

Lo que genera que los estudiantes egresen con conocimientos teóricos que, si bien cumplen con el programa académico el desarrollo de competencias es limitado al no tener una base práctica o contextualizada de los contenidos provoca que no puedan implementar lo que han aprendido en áreas de desempeño profesional y educativo (López et al., 2025; Herrera & Castellón, 2025). Por consiguiente, se plantea la necesidad de proponer un manual didáctico de Óptica Geométrica adaptado al equipo de laboratorio disponible en el Recinto Elmer Cisneros Moreira de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. Este material debe estructurar prácticas experimentales que se articulen con los contenidos del componente. De esta manera, se busca favorecer la integración de facilitadores y estudiantes de la carrera de Física-Matemática en

actividades experimentales, fortaleciendo el vínculo entre teoría y práctica dentro del proceso de aprendizaje.

Siendo que este estudio beneficia a estudiantes y docentes universitarios de la carrera de Física-Matemática, quienes tendrán acceso a un material estructurado, claro y complementado con actividades experimentales de tal manera promueven habilidades científicas, razonamiento crítico y aplicables a la vida diaria, pues la Óptica Geométrica se relaciona con fenómenos presentes en la tecnología, la salud y el entorno cotidiano. Ramírez Vela (2019) describe que los principales beneficiados al hacer uso de recursos didácticos serán los estudiantes, pues así se despertó el interés por la Física, al hacer que ésta sea más visible, dinámica y divertida; logrando así mejorar el rendimiento de cada uno de ellos.

Asimismo, esta propuesta se alinea con la Estrategia Nacional de Educación (ENE) con los siguientes ejes: Eje 1: Educación para la Vida al promover la innovación pedagógica para un aprendizaje continuo de capacidades, habilidades y valores, Eje 10: Ciencias el cual proporciona habilidades y destrezas para explicar fenómenos para el desarrollo socio productivo del país seguido del Eje 13: Calidad Educativa es la complementariedad de condiciones humanas y materiales para asegurar los aprendizajes alineándose con los planes institucionales desde el derecho de a la educación gratuita y la formación de competencias científicas en los estudiantes (Comisión Nacional de Educación, 2024).

De acuerdo con García y Herrera (2019) los cuales detallan que hay que proponer estrategias metodológicas que permitan contextualizar mediante experimentos sencillos, en coherencia, este manual aportará estrategias claras para el desarrollo de competencias científicas, por lo que se obtendrá una educación de calidad que contribuirá al progreso de la enseñanza de las ciencias proporcionando habilidades a estudiantes y facilitadores preparándolos como futuros profesionales orientados al desarrollo socio productivo del país en distintos niveles educativos, consolidando la experimentación como un pilar del aprendizaje.

El impacto institucional que tendrá será muy grande, puesto que permitirá a la universidad constatar el uso efectivo que docentes y coordinadores hacen de los recursos institucionales, evidenciando el compromiso con la optimización de la infraestructura existente (Zeledón-Irías et al., 2025). Esto demostrará la alta demanda y utilidad del laboratorio, sentará las bases para justificar futuras inversiones en la expansión y modernización de este espacio, transformándolo en una herramienta educativa de mayor alcance. Por lo que la institución estará en capacidad de promover oficialmente la adopción del manual como un recurso estándar para garantizar una

educación de calidad, lo que hará que facilitadores desarrollen sus habilidades experimentales contribuyendo al desarrollo socioeconómico del país formando profesionales de calidad.

El manual didáctico de Óptica Geométrica se concibe como un recurso educativo flexible y sostenible, orientado a optimizar el uso del equipamiento disponible con mínima inversión, favoreciendo su replicabilidad en carreras afines y su mejora continua mediante aportes innovadores. Su implementación contribuye al fortalecimiento de competencias científicas y técnicas en los estudiantes, con impacto social al facilitar la aplicación del conocimiento en contextos productivos y tecnológicos, y se articula directamente con los objetivos e hipótesis del estudio al promover un aprendizaje significativo a partir de la integración entre teoría y práctica experimental.

Se han realizado varias investigaciones a nivel internacional orientadas a fortalecer la enseñanza de la Óptica Geométrica y áreas afines, las cuales coinciden en la necesidad de implementar metodologías activas y materiales didácticos contextualizados que favorezcan el aprendizaje significativo. Pereyra Arguelles et al. (2024) evidencian que la metodología STEAM contribuye al desarrollo de habilidades para la resolución de problemas y a la comprensión de los principios ópticos mediante la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas. De igual forma, Hernández (2023) destaca que la aplicación de experiencias prácticas sencillas, aun sin equipamiento especializado, permite un acercamiento efectivo a los fenómenos ópticos y promueve un aprendizaje activo. Asimismo, Bravo y Ledesma (2022) subrayan que las instancias de interacción presencial y el uso del laboratorio resultan más valoradas por los estudiantes que las actividades experimentales aisladas, evidenciando la importancia del trabajo experimental para la comprensión profunda de los contenidos.

Desde un enfoque aplicado y contextual, Sánchez Montenegro (2020) demuestra que la Óptica Geométrica, abordada desde la resolución de problemas reales, constituye una base teórica y práctica fundamental tanto en el ámbito clínico como educativo, al facilitar la transformación de conceptos abstractos en procedimientos concretos y funcionales. En el contexto nacional, investigaciones como las de Guerrero Romero et al. (2022) y Cano Pérez y Cano Duarte (2021) confirman que las actividades experimentales favorecen cambios conceptuales significativos en los estudiantes, mientras que Tapia Cordero et al. (2020) resaltan el valor de combinar laboratorios virtuales y presenciales para mejorar la comprensión de fenómenos físicos complejos. Estos estudios coinciden en señalar que la articulación entre teoría y práctica es un elemento clave para el aprendizaje significativo en Física.

En el ámbito universitario nicaragüense, los antecedentes refuerzan la pertinencia de contar con manuales didácticos estructurados que orienten el uso del laboratorio. Blandón Tinoco y Herrera-Castrillo (2025) evidenciaron que las guías de laboratorio mejoran la organización del trabajo académico y la comprensión de los contenidos, mientras que Valenzuela Gonzales et al. (2023) identificaron limitaciones en la interacción y el aprendizaje colaborativo cuando los recursos didácticos son insuficientes. De igual manera, Meneses Castillo et al. (2020) demostraron que las prácticas de laboratorio incrementan la comprensión conceptual y la motivación estudiantil. En conjunto, estos antecedentes validan la utilidad de las guías experimentales y revelan una brecha en la adaptación de los materiales al equipamiento específico de los laboratorios universitarios, lo que justifica la elaboración de un manual didáctico de Óptica Geométrica contextualizado que permita un uso efectivo y sistemático del laboratorio.

Los antecedentes revisados evidencian que la enseñanza de la Óptica Geométrica se fortalece significativamente cuando se integran metodologías activas, prácticas de laboratorio y recursos didácticos estructurados, los cuales favorecen la comprensión de los fenómenos ópticos y el desarrollo de competencias científicas. Sin embargo, también se identifica la necesidad de sustentar estas propuestas desde un marco conceptual sólido que articule los fundamentos disciplinares, pedagógicos y didácticos del aprendizaje experimental. En ese sentido, se hace imprescindible establecer los ejes teóricos que orientan la presente investigación, los cuales permiten fundamentar el diseño y la implementación del manual didáctico de Óptica Geométrica, al analizar su efectividad en el aprendizaje de estudiantes universitarios. Entre los estos se encuentran:

El aprendizaje que es un proceso dinámico que se construye a partir de la experiencia, la interacción y la integración entre teoría y práctica, trascendiendo la memorización de contenidos aislados (Valenzuela Gonzales et al., 2023). Las teorías del aprendizaje permiten explicar cómo los individuos adquieren y aplican el conocimiento desde distintos enfoques, aportando fundamentos para comprender el proceso educativo (Vega et al., 2019). Desde el constructivismo, el estudiante construye activamente su aprendizaje mediante la experiencia y la resolución de problemas, mientras el docente actúa como mediador y facilitador (Benítez Vargas, 2023; Mijares Llamozas et al., 2014). Este enfoque se articula con la pedagogía activa, que promueve la participación, el trabajo colaborativo y la reflexión crítica en contextos de aprendizaje significativo (Espejo Leupín, 2016).

El aprendizaje basado en competencias integra el saber, saber hacer y saber ser como ejes de la formación profesional, favoreciendo la aplicación del conocimiento a situaciones reales

mediante metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (Arteaga Juárez et al., 2024; Morales Bueno y Landa Fitzgerald, 2004). Este enfoque contribuye al aprendizaje significativo, permitiendo que los conocimientos adquiridos tengan sentido, permanencia y transferencia a contextos académicos y profesionales (Baque Reyes, 2021). En este marco, las prácticas de laboratorio fortalecen la relación entre teoría y práctica, posibilitando la comprobación experimental de los principios científicos y el desarrollo de habilidades técnicas y analíticas (Tourrián López, 2020; Reyes Aguilera, 2020). Así, el manual didáctico se constituye en un recurso pedagógico que orienta el aprendizaje experimental y fortalece el rol activo del estudiante.

En este estudio, el aprendizaje significativo se operacionalizó mediante tres indicadores observables: (a) la comprensión conceptual, evaluada a través de la prueba estandarizada aplicada a los estudiantes; (b) la resolución de problemas experimentales durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio; y (c) la transferencia de conceptos a situaciones aplicadas, evidenciada en la capacidad del estudiante para relacionar los contenidos teóricos con fenómenos reales y contextos prácticos. Estos indicadores permitieron traducir el constructo teórico de aprendizaje significativo en variables empíricas susceptibles de análisis.

Castañeda et al. (2020) detallan que el equipo de laboratorio se refiere a todos aquellos aparatos e instrumentos que permiten realizar operaciones o tomar mediciones de parámetros. Este instrumental es bastante variado dependiendo del material que estén fabricados y las operaciones que se van a realizar o de lo que se quiere medir. Una maleta de laboratorio de física es un conjunto portátil de equipos y materiales diseñados para realizar experimentos y demostrar conceptos físicos de manera práctica en un entorno controlado. (Vizcarra Sánchez y Vizcarra Gavilán, 2021, p. 39).

El laboratorio del Recinto cuenta con seis maletas completas, cantidad suficiente para atender grupos numerosos de estudiantes, lo que favorece el trabajo colaborativo y el aprendizaje significativo. Su diseño portátil permite además transportar los instrumentos a otros recintos o espacios educativos.

Por todo lo anterior, el objetivo general de este estudio es objetivo analizar la efectividad de un manual didáctico de Óptica Geométrica basado en prácticas de laboratorio, diseñado específicamente para el uso del equipo de laboratorio disponible en el Recinto Universitario “Elmer Cisneros Moreira” de la UNAN-Managua/CUR-Estelí, durante el segundo semestre 2025. De manera coherente con este objetivo, se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): La implementación del Manual Didáctico de Óptica Geométrica no favorece el aprendizaje significativo en los estudiantes del Recinto Universitario “Elmer Cisneros Moreira”, ya que no contribuye de manera relevante a la comprensión ni a la aplicación práctica de los contenidos.

Hipótesis alternativa (H_1): La implementación del Manual Didáctico de Óptica Geométrica favorece el aprendizaje significativo en los estudiantes del Recinto Universitario “Elmer Cisneros Moreira”, al promover la comprensión de los conceptos teóricos, fortalecer la aplicación práctica de los conocimientos y facilitar la relación entre la teoría y la realidad cotidiana.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

Este estudio es Cuantitativo puesto que se recolectaron datos, se analizaron y se describieron, Pérez Castaños y García Santamaría (2023) mencionan que esta investigación recae en probar las teorías e hipótesis que se desarrollan examinando relaciones entre variables, habitualmente por medio de procedimientos estadísticos.

Según el nivel de profundidad es descriptiva, ya que tiene como propósito caracterizar y detallar los datos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de información. Romero Urréa et al. (2021) plantea que este tipo de investigación se encuentra orientada fundamentalmente a describir de una manera fotográfica, un determinado objeto o fenómeno de la realidad, mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades.

Según Talavera et al. (2024) la manipulación de las variables es no experimental, debido a que no implica la manipulación de variables. Se desarrolla bajo un alcance temporal transversal, puesto que la recolección de datos se realiza en un único momento y contexto determinado.

Según el alcance temporal es transversal porque se está realizando en un tiempo corto, este tipo de investigación recoge los datos en un solo momento y solo una vez (Arias et al., 2022). Es como tomar una foto o una radiografía para luego describirlas en la investigación, pueden tener alcances exploratorios, descriptivos y correlaciones.

Se utilizó el paradigma positivista mediante el cual mide los fenómenos y datos los cuales pueden describirse y explicarse mediante datos verificables que permiten obtener resultados válidos y confiables. Herrera Castrillo (2024) detalla que tiene como objetivo principal explicar,

predecir y controlar los fenómenos mediante la verificación de teorías y leyes. Este enfoque es especialmente relevante en la investigación en Física y Matemática, donde se busca identificar las causas reales de los fenómenos y su relación temporal con otros eventos.

Población y selección de la muestra

Según Vizcaíno (2023) describe que “la población se refiere al conjunto completo de individuos, elementos o fenómenos que comparten una característica común y son objeto de estudio”. En esta investigación se trabajó con 17 estudiantes de IV año y 5 Docentes de Física Matemática.

De acuerdo con Hernández y Carpio (2019) “la muestra es conocida como el subconjunto del universo o una parte representativa de la población”. Meléndez (2023) mencionan que si la población es menor a cincuenta (50) individuos la población es igual a la muestra” Siguiendo esta afirmación se da la igualdad por ende se trabajó con la muestra de 17 estudiantes igual a la cantidad de la población, con 5 Docentes de Física-Matemática.

Criterios de Inclusión y Exclusión

La muestra del estudio estuvo conformada por estudiantes y docentes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí, seleccionados mediante criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos. En el caso de los estudiantes, se incluyeron aquellos matriculados en IV año que cursaban el componente de Óptica Geométrica durante el segundo semestre 2025, que participaron en las prácticas de laboratorio utilizando el Manual Didáctico y que aceptaron voluntariamente completar los instrumentos de recolección de datos, excluyéndose a quienes no cumplían estas condiciones. Para los docentes, se consideraron aquellos que impartían el componente de Óptica Geométrica o afines, adscritos al Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades, con experiencia en el uso o supervisión del laboratorio de Física y disposición para participar en la evaluación del manual, quedando excluidos los docentes externos o sin vinculación directa con el proceso investigativo. La población estuvo integrada por 17 estudiantes y 5 docentes, por lo que la muestra coincidió con la totalidad de la población accesible.

Instrumentos para la recolección de la información

Para la recolección de datos se emplearon diversas técnicas e instrumentos. La observación directa permitió analizar de manera sistemática el contexto educativo y el estado del laboratorio, favoreciendo la comprensión de la realidad circundante y la organización de las percepciones de forma intencional (González, 2005; Fabbri, 2013). Esta técnica se operacionalizó mediante

registros y guías de observación estructuradas, que facilitaron el diagnóstico del entorno y la toma de decisiones para la elaboración del manual didáctico (Campos y Lule, 2012; Makar, 2006), siendo aplicada por el equipo investigador.

Asimismo, se aplicaron encuestas a docentes y estudiantes como método para obtener información relevante sobre la práctica educativa y el aprendizaje, utilizando cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas, lo que permitió recoger datos precisos y comparables, como aportes cualitativos significativos (Álvarez Amador, 2018; Hernández et al., 2006; Medina et al., 2023). Por otra parte, se empleó una prueba estandarizada, mediante tests académicos de conocimientos y de salida, orientados a medir de forma objetiva el rendimiento académico y el efecto del manual didáctico en el aprendizaje de la Óptica Geométrica (Tristán y Pedraza, 2017; Ruiz, 2017; López y Gutiérrez, 2006; Navarro, 2003). Finalmente, el análisis documental, apoyado en fichas de registro y matrices comparativas, permitió examinar fuentes bibliográficas y normativas relevantes para sustentar teórica y metodológicamente la investigación (Peña y Pirela, 2017; García, 2016).

La prueba estandarizada fue calificada en una escala de 0 a 100 puntos, organizada en intervalos de diez unidades, con el propósito de facilitar la interpretación pedagógica de los resultados y su correspondencia con los niveles institucionales de logro académico. Esta estructura de la escala permitió clasificar el rendimiento estudiantil en categorías de desempeño comprensibles para docentes y estudiantes, sin afectar la validez del análisis estadístico posterior.

Etapas de la investigación

La investigación se desarrolló en cinco etapas fundamentales. En la primera etapa, de carácter diagnóstico y documental, se realizó la revisión de literatura científica y normativa relacionada con la enseñanza de la Óptica Geométrica, el aprendizaje significativo y el uso del laboratorio, como el análisis del estado y disponibilidad del equipo del laboratorio del Recinto Universitario Elmer Cisneros Moreira, mediante observación directa y análisis documental.

En la segunda etapa, correspondiente al diseño metodológico, se definieron el enfoque cuantitativo, el tipo y alcance del estudio, la población, muestra y los criterios de inclusión y exclusión. En esta fase se diseñaron y validaron los instrumentos de recolección de datos, incluyendo pruebas estandarizadas, encuestas y guías de observación, garantizando su confiabilidad y pertinencia con los objetivos de la investigación.

La tercera etapa consistió en la implementación del Manual Didáctico de Óptica Geométrica y la aplicación de los instrumentos de recolección de datos a estudiantes y docentes. Durante esta fase se desarrollaron las prácticas de laboratorio seleccionadas, se aplicó la prueba estandarizada posterior a la intervención y se recopilieron las percepciones docentes y estudiantiles sobre el uso del manual y del laboratorio. Para la evaluación se aplicó específicamente la primera unidad del manual, correspondiente a los contenidos de reflexión de la luz y formación de imágenes en espejos planos, junto con sus respectivas guías experimentales.

Finalmente, en la cuarta etapa se realizó el procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos mediante procedimientos estadísticos descriptivos y pruebas de contraste de hipótesis. Los resultados fueron organizados, discutidos y contrastados con la literatura científica, permitiendo establecer conclusiones sobre la efectividad del manual didáctico y formular recomendaciones orientadas a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Óptica Geométrica en el contexto universitario.

Por último, como indica Herrera-Castrillo (2024) “se llevó a cabo la divulgación de los resultados del estudio. Esto incluyó la publicación del artículo científico en una revista especializada y la socialización de los hallazgos con la comunidad académica” (p. 79). A través de esta divulgación se contribuye a la comunidad educativa nacional y regional con temáticas poco estudiadas dada su complejidad conceptual.

Verificación de supuestos estadísticos

Previo a la aplicación de la prueba t de Student, se verificaron los supuestos de normalidad de la distribución mediante la prueba de Shapiro–Wilk y el análisis gráfico Q–Q plot, no observándose desviaciones severas respecto a la distribución normal. Asimismo, se realizó una exploración de valores atípicos a través de inspección gráfica y análisis descriptivo, constatándose que estos no alteraron sustancialmente la media muestral ni la tendencia general de los datos, por lo que se consideró pertinente el uso de estadística paramétrica en el análisis.

Limitantes del estudio

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran: (a) el diseño no experimental con posprueba sin grupo de comparación, lo cual restringe la inferencia causal; (b) el tamaño reducido de la muestra, que limita la generalización de los resultados; (c) el uso de una única medición de desempeño académico; y (d) la ausencia de mediciones de retención a largo plazo.

No obstante, estos resultados constituyen una base empírica inicial para el diseño de futuras investigaciones con enfoques cuasi-experimentales o experimentales.

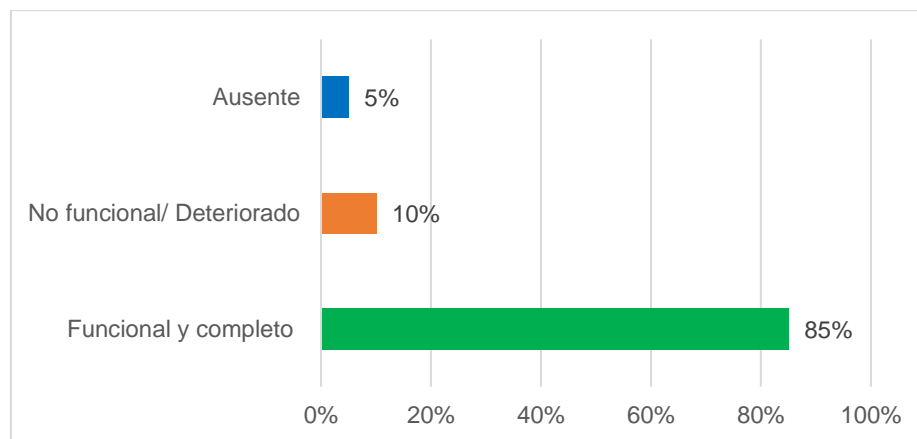
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenidos fundamentales de la Óptica Geométrica en función con el equipo de laboratorio

Se inició el proceso a través de la caracterización de los contenidos fundamentales de la Óptica Geométrica en función del equipo de laboratorio disponible en el Recinto Universitario "Elmer Cisneros Moreira". Para ello, se realizó un inventario exhaustivo y una observación directa del material alojado en las seis maletas de Óptica Geométrica.

Figura 1

Estado de los equipos de laboratorio



Nota. La figura muestra el estado del equipo de laboratorio. Elaboración Propia.

A como se muestra en la Figura 1 se revela que el laboratorio posee una base material excepcional para la enseñanza de la Óptica Geométrica, con aproximadamente el 85% de los componentes en estado funcional y completo. Sin embargo, el análisis identifica una limitante ya que alrededor de un 10% del equipamiento se reporta como no funcional, correspondiente esto a las fuentes de luz tradicionales (focos luminosos), las cuales están completamente inservibles. Adicionalmente, un 5% de los ítems están ausentes, principalmente cables de conexión para las fuentes de poder, generando un problema. Este hallazgo y datos conlleva a la propuesta del manual didáctico, el cual deberá incorporar desde su diseño la sustitución de las fuentes de luz dañadas por punteros laser o dejar al menos un solo foco luminoso en el Recinto.

A continuación, la siguiente tabla organiza de manera estructurada los contenidos centrales del currículo académico de Óptica Geométrica, integrando tanto los temas teóricos fundamentales como las actividades experimentales diseñadas para su aplicación en el laboratorio. La selección de temas y experimentos se ha realizado tomando como base el manual del alumno existente en el Recinto Universitario "Elmer Cisneros Moreira", el cual ha sido revisado, adaptado y significativamente mejorado para su utilidad pedagógica. Cada unidad temática ha sido enriquecida con nuevas guías experimentales para que los docentes y estudiantes puedan hacer uso de este y logren comprender cada parte del Manual.

Tabla 1

Temas y experimentos que se pueden trabajar con el equipo de laboratorio

Tema	Experimentos
Epistemología de la luz	Fuentes luminosas Aproximación de un rayo Comportamiento dual de la luz Experimento de Young (doble rendija)
Reflexión de la luz	Reflexión en espejos planos Reflexión en espejos cóncavos y convexos Leyes de la reflexión Reflexión especular y difusa Reflexión múltiple Reflexión interna total
Refracción de la luz	Refracción en agua y aceite Ley de Snell Lentes (convergentes y divergentes) Índice de refracción
Formación de imágenes	Imágenes en espejos planos y esféricos Imágenes en lentes convergentes y divergentes Uso de diafragmas y pantallas Montaje de un telescopio simple con lentes Construcción de un microscopio básico Simulación de un ojo humano con lentes y pantalla
Dispersión de la luz	Dispersión con prismas Crown y Flint Dispersión con agua en un vaso
Difracción de la luz	Difracción por una rendija Difracción circular (patrón de Airy) Red de difracción con luz blanca
Polarización de la luz	Polarización con polarizadores y analizadores Efecto de giro sobre la intensidad

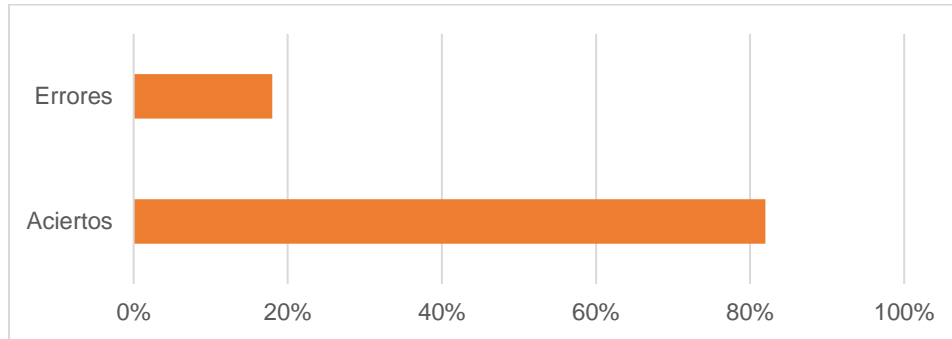
Nota. La tabla muestra temas y experimentos que se pueden trabajar con el equipo de laboratorio.

Relación entre los principios teóricos y las posibilidades experimentales

Para analizar los principios teóricos de la Óptica Geométrica en relación con las posibilidades experimentales que ofrece el equipo de laboratorio. Se aplicó una prueba estandarizada y estos datos fueron analizados con profundidad.

Figura 2

Resumen de la prueba estandarizada a estudiantes

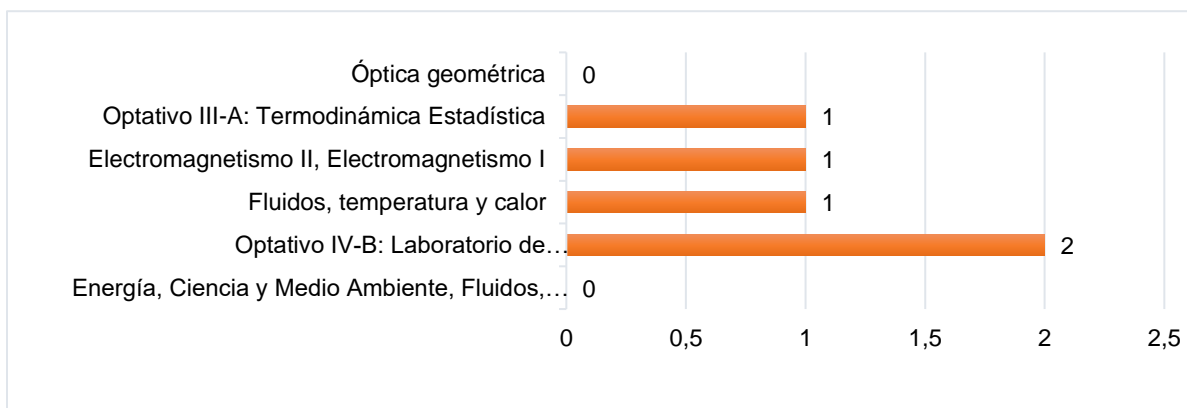


Nota. La Figura presenta un Resumen General de la prueba Estandarizada Realizada a estudiantes.

La presente figura muestra el resumen general del cuestionario que se aplicó a 17 estudiantes en la prueba estandarizada. Los resultados indican que el 82% de las respuestas fueron correctas, mientras que el 18% correspondieron a errores. Este balance refleja que la mayoría de los estudiantes conoce adecuadamente los principios teóricos de la Óptica Geométrica.

Figura 3

Componentes donde han utilizado el laboratorio de física



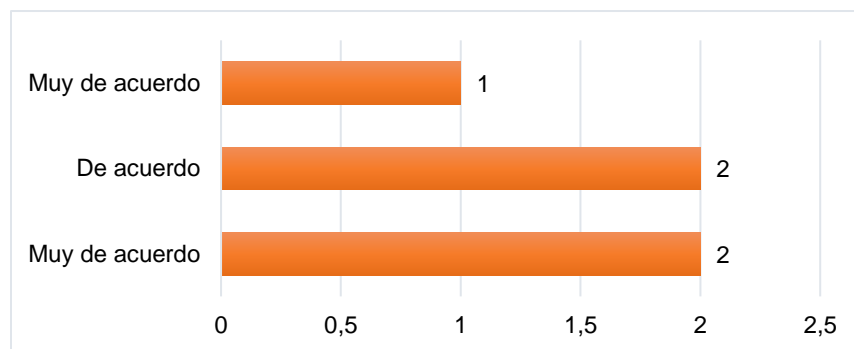
Nota. La figura muestra los componentes donde los docentes han utilizado el laboratorio de Física.

Limitaciones en la formación y gestión del laboratorio

- 80 % de docentes (4 de 5) carece de formación específica en el uso del equipo. Esta falta de preparación técnica es, con alta probabilidad, una causa directa y fundamental de la subutilización del espacio experimental detectada en el análisis anterior
- 60 % desconoce la existencia de un calendario de reservas accesible. Esto revela que el proceso para reservar y utilizar el laboratorio no es claro ni está divulgado efectivamente entre el personal.
- 80 % ignora qué equipos están disponibles en el laboratorio, lo cual también es preocupante ya que es una de las mejores herramientas para desarrollar estos componentes complejos de manera teórica y contextualizada.

Figura 4

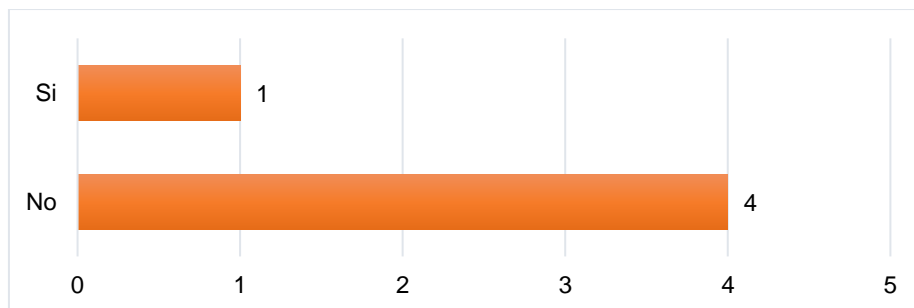
La Falta de Guías claras dificulta la realización de prácticas



Nota. La figura muestra los resultados donde los docentes están de acuerdo en que la falta de guías dificulta la realización de prácticas.

Figura 5

Se qué prácticas se pueden realizar con el equipo de laboratorio



Nota. La figura muestra la respuesta de los docentes a que prácticas se pueden realizar con el equipo actual.

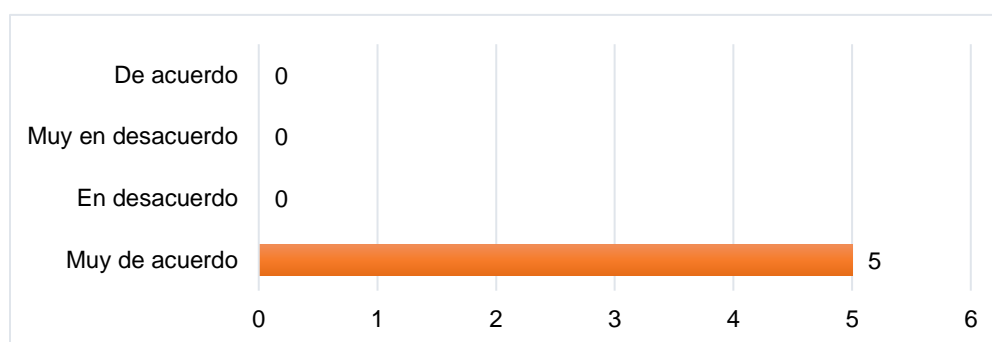
La figura 5 confirma y profundiza el problema crítico de planificación identificado anteriormente: el 80 % de los docentes (4 de 5) desconoce qué prácticas se pueden realizar con el equipo actual. Este dato es la consecuencia directa e inevitable de que el mismo porcentaje ignore qué equipos hay disponibles.

Seguidamente se hizo una valoración y disposición hacia el manual didáctico

- 100% de docentes considera "muy útil" disponer de un manual didáctico
- 100% estaría dispuesto a adoptarlo en sus componentes de Física
- 100% considera necesaria una capacitación para su implementación

Figura 6

Considera útil un Manual Didáctico



Nota. La figura muestra la respuesta afirmativa de los docentes a la interrogante.

La presente tabla resume los indicadores cuantitativos que validan el diseño del Manual Didáctico de Óptica Geométrica, demostrando viabilidad como recurso educativo, con la cantidad de temas, guías experimentales, instrumentos de evaluación y extensión del manual.

Tabla 2

Indicadores cuantitativos del diseño del manual

Indicador	Valor Cuantitativo	Interpretación
Cobertura de equipo utilizable	85%	Mayoría del equipo disponible es funcional y aplicable
Número de guías experimentales	24	Amplia variedad de prácticas diseñadas
Instrumentos de evaluación incluidos	7	Evaluación integral por competencias
Extensión total del manual	81 páginas	Recurso completo y estructurado

Enfoques pedagógicos aplicados	4	Diversidad metodológica (ABP, colaborativo, competencias, activo)
Temas teóricos desarrollados	8	Cobertura completa de óptica geométrica

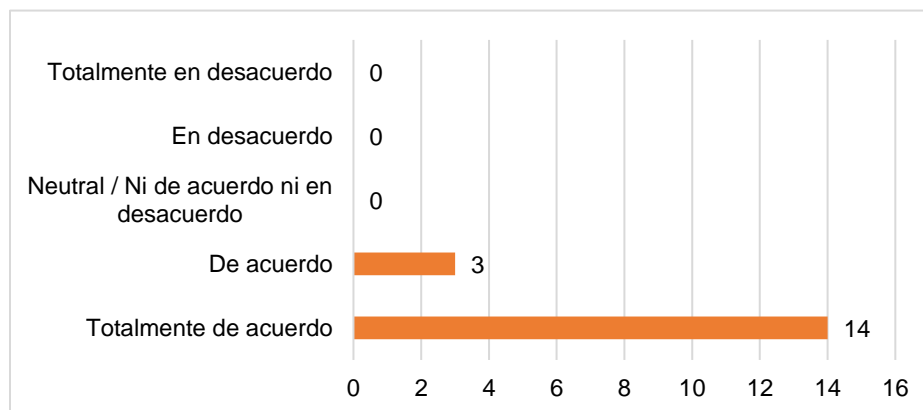
Nota. La presente tabla muestra los Indicadores cuantitativos del diseño del manual

Evaluación del Manual Didáctico de Óptica Geométrica con estudiantes de la carrera Física-Matemática.

Al evaluar la viabilidad del Manual Didáctico para el aprendizaje de la Óptica Geométrica, con estudiantes de la carrera Física-Matemática se abordó posterior a una sesión experimental donde se utilizó el primer tema del manual, incluyendo sus guías de laboratorio y el plan de clase incorporado en la propuesta., a continuación, se muestran los resultados:

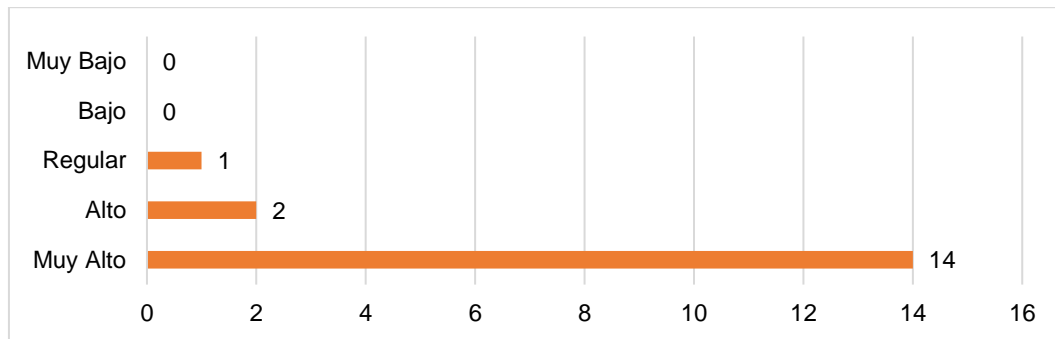
Figura 7

Los contenidos del manual están claros



Nota. La figura muestra resultados positivos sobre los contenidos del manual.

Los resultados cuantitativos revelan un alto nivel de aceptación y efectividad percibida: en los ítems 1-8, entre el 88 % y 94 % de los estudiantes respondieron "Totalmente de acuerdo" (5) destacando la claridad de los contenidos como se muestra en la figura seguido de un (94 %), la utilidad de las prácticas experimentales (88%), y la efectividad de la integración teoría-práctica (94 %).

Figura 8*Aprendizaje general utilizando el manual didáctico en el laboratorio*

Nota. La figura muestra el aprendizaje general utilizando el manual.

Se observó una asociación positiva entre la valoración del manual didáctico por parte de los estudiantes y su puntaje en la prueba estandarizada, lo que sugiere coherencia entre la percepción subjetiva del recurso y el desempeño académico alcanzado en la evaluación aplicada.

Comprobación de Hipótesis

De acuerdo con el análisis teórico realizado y los resultados obtenidos en la investigación, se acepta la hipótesis alternativa, ya que la propuesta del manual didáctico de Óptica Geométrica se reconoce como una herramienta fundamental en el proceso de aprendizaje. Los hallazgos evidencian que la aplicación del manual contribuye significativamente a la comprensión de los contenidos, facilitando la apropiación de conceptos y el desarrollo de habilidades en los estudiantes. De esta manera, se confirma que la propuesta planteada responde de forma efectiva a las necesidades educativas identificadas, fortaleciendo el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Óptica Geométrica.

Para la comprobación de la hipótesis se empleó la prueba t de Student para una muestra, debido a que el estudio contó con una sola medición cuantitativa del desempeño académico de los estudiantes, obtenida a partir de una prueba estandarizada aplicada posterior a la implementación del manual didáctico. Esta prueba estadística resulta pertinente cuando se desea contrastar la media de una muestra con respecto a un valor de referencia previamente establecido, en este caso el nivel mínimo de logro académico considerado satisfactorio. Asimismo, la prueba t es adecuada cuando el tamaño muestral es reducido ($n < 30$) y la variable de estudio es continua y medida en escala de intervalo, condiciones que se cumplen en la presente investigación. En consecuencia, la utilización de la prueba t de Student permitió

determinar si el rendimiento promedio observado supera significativamente el umbral de desempeño esperado, aportando evidencia cuantitativa para la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada.

Paso 1. Definir el valor de referencia (μ_0)

En evaluación educativa es común fijar un punto de logro mínimo. Para hacerlo transparente, se usará:

$$\mu_0 = 70 \text{ puntos (umbral "satisfactorio" / aprobado alto)}. \quad (1)$$

El valor de referencia establecido para la comprobación de la hipótesis fue $\mu_0 = 70$ puntos, el cual se definió con base en el sistema institucional de evaluación académica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua). En dicho sistema, este puntaje corresponde al nivel mínimo de desempeño satisfactorio o aprobado alto, considerado como el estándar institucional para determinar el logro aceptable de los aprendizajes en los componentes curriculares. Por tanto, el uso de este umbral no responde a un criterio arbitrario, sino a una norma académica vigente que permite interpretar el rendimiento estudiantil en función de los parámetros oficiales de evaluación universitaria.

En relación con la distribución de los puntajes obtenidos en la prueba estandarizada, se reportaron medidas de tendencia central y dispersión: media = 82.35 puntos, mediana = 90 puntos, desviación estándar = 21.94 y rango intercuartílico = 20. Estos indicadores permiten describir de manera integral el comportamiento del rendimiento académico del grupo evaluado.

Entonces:

$$H_0: \mu \leq 70 \quad (2)$$

$$H_1: \mu > 70 \quad (3)$$

Paso 2. Construir la tabla (frecuencias) y verificar la media

Tabla 3

Tabla de frecuencias de la media

xi	fi	xi·fi
30	1	30
40	1	40
60	1	60
70	2	140

80	2	160
90	3	270
100	7	700
Total	17	1400

Media muestral (cálculo manual):

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f_i}{n} = \frac{1400}{17} = 82.35 \quad (4)$$

Paso 3. Desviación estándar muestral (desde sus sumas)

$$\sum f_i(x_i - \bar{x})^2 = 7705.2 \quad (5)$$

Entonces (varianza muestral):

$$s^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{7705.2}{16} = 481.57 \quad (6)$$

Y:

$$s = \sqrt{481.57} = 21.94 \quad (7)$$

Paso 4. Estadístico de prueba t

Prueba t de una muestra:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \quad (8)$$

Sustituyendo

$$\bar{x} = 82.35 \quad (9)$$

$$\mu_0 = 70 \quad (10)$$

$$s = 21.94 \quad (11)$$

$$n = 17 \quad (12)$$

Error estándar:

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{21.94}{\sqrt{17}} = \frac{21.94}{4.123} = 5.32 \quad (13)$$

t calculada:

$$t \approx \frac{82.35 - 70}{5.32} = \frac{12.35}{5.32} \approx 2.32 \quad (14)$$

Grados de libertad:

$$\text{Grados de libertad } gl = n - 1 = 17 - 1 = 16 \quad (15)$$

Paso 5. Regla de decisión ($\alpha = 0.05$, una cola)

Para una cola con $gl = 16$, el crítico aproximado es

$$t_{0.05,16} = 1.746 \quad (16)$$

Como:

$$t_{calc} = 2.32 > 1.746 \quad (17)$$

Se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Con base en la prueba estandarizada aplicada a 17 estudiantes, el promedio obtenido fue de 82.35 puntos (DE = 21.94). Al realizar la comprobación de la hipótesis mediante una prueba t de Student para una muestra, con contraste unilateral y un nivel de significancia del 5 %, tomando como valor de referencia un umbral de logro mínimo de 70 puntos, se obtuvo un valor de $t(16) = 2.32$, $p < .05$. Asimismo, el tamaño del efecto calculado mediante el estadístico d de Cohen fue de 0.56, lo que indica un efecto de magnitud moderada. El intervalo de confianza al 95 % para la media se ubicó entre 71.1 y 93.6 puntos, lo que confirma que el rendimiento promedio de los estudiantes se sitúa significativamente por encima del nivel mínimo de logro establecido. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, evidenciando una asociación positiva entre la implementación del manual didáctico y el desempeño académico observado.

DISCUSIÓN

El estudio se desarrolló bajo un diseño no experimental de tipo posprueba sin grupo de comparación, lo cual limita la posibilidad de establecer inferencias causales estrictas sobre el efecto del manual didáctico. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como evidencia asociativa y no como demostración definitiva de impacto causal.

La situación mostrada en la figura 1 que concuerda con lo reportado por Moreira Salvatierra et al. (2025) y Valenzuela Gonzales et al. (2023), quienes advierten que la falta de recursos

didácticos funcionales debilita las estrategias de enseñanza y restringe el aprendizaje experimental. En este contexto, la propuesta del manual didáctico responde a dichas limitaciones al plantear soluciones pedagógicas viables, como la sustitución de focos luminosos por punteros láser o la optimización del uso del equipamiento disponible.

En la tabla 1, El análisis revela que el laboratorio cuenta con un equipamiento robusto y especializado, capaz de sustentar experimentalmente la mayoría de los temas principales del componente. De acuerdo con Bribiescas (2025) la cual define la Óptica Geométrica como un enfoque que estudia la propagación de la luz representándola mediante rayos, lo que permite describir su trayectoria de forma simple y estructurada, fenómenos que son perfectamente demostrables con el equipo disponible. Así mismo Melle Hernández (2023) demostró que es posible enseñar Óptica con recursos prácticos y accesibles. Sin embargo, a diferencia de ese estudio, nuestro contexto cuenta con equipamiento de laboratorio especializado, lo que, no solo valida la posibilidad de realizar experiencias sencillas, sino que permite abordar prácticas de mayor precisión y profundidad.

Los experimentos que se han propuestos conservan la esencia del material original, se han incorporado mejoras sustanciales en el diseño experimental, la claridad de los procedimientos y la integración de instrumentos de evaluación. Esta evolución del manual existente hacia una versión más didáctica y accesible garantiza que todas las prácticas puedan realizarse eficazmente con el equipo disponible en el laboratorio universitario. De acuerdo con Touriñán (2020) en cual menciona la importancia de la relación entre teoría y práctica como vía para alcanzar un conocimiento especializado y específico de la educación por lo que de esta manera no solo se busca fortalecer la comprensión conceptual, sino que también desarrollar habilidades procedimentales y actitudinales, cumpliendo así con los objetivos de formación establecidos en el plan de estudios y preparando a los futuros profesionales con competencias científicas aplicables.

Este resultado coincide con lo identificado en el planteamiento del problema, donde se señaló que "los equipos de laboratorio presentan un uso limitado debido a la ausencia de guías estructuradas". Asimismo, corrobora los hallazgos de Blandón Tinoco (2024), quien identificó que la falta de recursos guiados limita la integración de prácticas experimentales en la educación superior.

Además de eso estos resultados reflejan lo señalado por Mijares Llamozas et al. (2014) respecto al rol del docente como "mediador, guía y facilitador", rol que se ve limitado cuando existe desconocimiento técnico.

Los datos mostrados en la figura 5 demuestran la barrera más crítica y compartida por los docentes encuestados. La ausencia de protocolos, instrucciones o secuencias didácticas definidas para las prácticas experimentales es, según su percepción, el obstáculo principal. Por ello se valida directamente lo planteado por Moreira Salvatierra et al. (2025), quienes afirmaron que "la falta de material didáctico afecta de múltiples formas: limita las estrategias de enseñanza, reduce la motivación de los estudiantes.

También el estudio de Valenzuela Gonzales et al. (2023) ya habían identificado limitaciones en la implementación de recursos didácticos, aunque en contexto de educación media. Estos hallazgos extienden esta problemática al nivel universitario, específicamente en el área de Física-Matemática.

La importancia de superar estas barreras se fundamenta en la pedagogía activa descrita por Espejo Leupín (2016) que promueve la participación del estudiante mediante actividades prácticas, y en el aprendizaje significativo de Baque Reyes (2021) que requiere de estrategias didácticas innovadoras para su consecución.

Se muestra la figura 6 un resultado definitivo, ya que un 100 % contestó "Muy de acuerdo" en la utilidad de un manual de prácticas de Óptica Geométrica señala con precisión la solución a la problemática central. Esto demuestra que los docentes identifican claramente que la barrera no es la falta de interés o el potencial didáctico de la óptica, sino la carencia de un recurso concreto que traduzca el equipamiento (cuyo inventario desconocen en un 80%) en procedimientos pedagógicos viables.

Esta disposición se alinea con lo planteado por León et al. (2015) quienes sostienen que un manual de laboratorio debe cumplir con los requerimientos mínimos de diseño, inclusión y adaptabilidad, a fin de garantizar un uso efectivo. Asimismo, respalda la hipótesis de que el manual facilitaría la integración sistemática de actividades experimentales.

Manual Didáctico para el aprendizaje de la Óptica Geométrica

Este diseño parte de un enfoque pedagógico que vincula la teoría con la práctica, tal como lo sostienen Valenzuela Gonzales et al. (2023), quienes afirman que el aprendizaje se consolida mediante la integración de experiencias prácticas con los conocimientos teóricos. A su vez, se asume el rol activo del estudiante y el docente como facilitador, en concordancia con lo planteado por Mijares Llamozas et al. (2014), donde el estudiante asume un papel activo y crítico en su aprendizaje, demostrando disposición para pensar de forma abierta, reflexiva y creativa,

construyendo su conocimiento a partir de la exploración y la participación., en Anexos se muestra estructura del manual

Un aspecto central del manual son las guías experimentales, diseñadas para ser desarrolladas con el 85% del equipo de laboratorio disponible en el Recinto Universitario “Elmer Cisneros Moreira”. Estas prácticas permiten materializar los principios de la óptica geométrica, tal como lo destaca Reyes Aguilera (2020), quien señala que las prácticas de laboratorio constituyen un estado efectivo de aprender a hacer, razonar, interactuar, debatir, poner en común ideas, puntos de vista y por supuesto poder transformar la realidad. A esto se suma la perspectiva de Melle Hernández (2023), cuyos materiales didácticos buscan fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas, competencias que se promueven a lo largo de las actividades propuestas.

En el ámbito evaluativo, el manual incorpora instrumentos basados en enfoques por competencias y metodologías activas. Según Morales Bueno y Landa Fitzgerald (2004), el aprendizaje basado en problemas “se distingue por poner al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, fomentando el desarrollo de diversas habilidades y competencias esenciales”. Esta idea se complementa con lo expuesto por Arteaga Juárez et al. (2024), quienes defienden un modelo educativo que integre el “saber, saber hacer y saber ser” como ejes fundamentales para la formación profesional, promoviendo la aplicación práctica del conocimiento y la resolución de problemas reales. Además, se considera la aplicabilidad de los contenidos en contextos reales, tal como lo ejemplifica Sánchez Montenegro (2020), con la Óptica Geométrica Clínica.

Finalmente, el manual ha sido concebido como un recurso editable y mejorable, en línea con lo expresado por Calero Baltodano et al. (2021), que define los materiales didácticos como “cualquier objeto fabricado por los docentes o el estudiante para facilitar el proceso de Enseñanza y Aprendizaje”. Esto permitirá que, en el futuro, cualquier idea novedosa que surja siempre en correspondencia con el equipo de laboratorio disponible pueda ser incorporada, garantizando la sostenibilidad y actualización permanente del recurso.

Los resultados de tabla 2 y figura 7 se alinean con lo que mencionaron Meneses Castillo et al. (2020) ellos habían demostrado que las prácticas de laboratorio incrementaban la motivación en un 85% de los estudiantes, lo que coincide con nuestros hallazgos donde el 88% consideró que el laboratorio permitió un aprendizaje más dinámico. Asimismo también con Tapia Cordero et al. (2020) quienes demostraron que las estrategias combinadas facilitan el aprendizaje de la Física.

Además, como se muestra en la figura, 84.85 % de los estudiantes calificó su aprendizaje como "Muy alto" al utilizar el manual y el laboratorio. Estos resultados son corroborados Reyes Aguilera (2020) quien menciona que las prácticas de laboratorio son un estado efectivo para el aprender hacer, interactuar y debatir para reflejar un aprendizaje significativo construido como lo describen Baque (2021) y el enfoque constructivista de Benítez (2023) donde el estudiante construye su aprendizaje reforzando lo que ya sabe de manera practica mientras el docente ofrece apoyo.

Como análisis de sensibilidad, se reconoce que el tamaño reducido de la muestra constituye una limitación metodológica que puede afectar la potencia estadística de los resultados. Llegando a la sugerencia que en futuras investigaciones se complemente la prueba t de Student con pruebas no paramétricas, como la prueba de Wilcoxon, con procedimientos de remuestreo (bootstrap), con el propósito de fortalecer la robustez inferencial del análisis, contrastar la estabilidad de los resultados obtenidos y mejorar la validez de las conclusiones derivadas del estudio.

CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación fue analizar la efectividad de un manual didáctico de Óptica Geométrica basado en prácticas de laboratorio, diseñado para el uso del equipamiento disponible en el Recinto Universitario Elmer Cisneros Moreira de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. Los resultados obtenidos permiten afirmar que dicho objetivo fue alcanzado, ya que la implementación del manual incidió positivamente en el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Física-Matemática durante el segundo semestre 2025.

En términos de rendimiento académico, la aplicación de la prueba estandarizada evidenció un promedio significativamente superior al nivel mínimo de logro establecido, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Este resultado confirma que el uso sistemático del manual didáctico favorece la comprensión de los contenidos de Óptica Geométrica y fortalece la apropiación de conceptos mediante la experimentación directa en el laboratorio.

Asimismo, el estudio demostró que el manual optimiza el uso del laboratorio de Física, al articular los contenidos teóricos con prácticas experimentales viables, diseñadas en función del 85 % del equipamiento funcional disponible. Esta adecuación permitió superar limitaciones asociadas al deterioro o ausencia de algunos componentes, evidenciando que una planificación

didáctica contextualizada puede maximizar los recursos existentes sin requerir inversiones significativas adicionales.

Desde la percepción docente y estudiantil, los resultados reflejan una alta valoración del manual como recurso pedagógico, destacándose su claridad, pertinencia y utilidad para orientar el desarrollo de las prácticas experimentales. Además, se identificó que la disponibilidad de guías estructuradas contribuye a reducir la subutilización del laboratorio, fortalece el rol del docente como mediador del aprendizaje y promueve una participación más activa del estudiante en su proceso formativo.

En conclusión, la investigación confirma que el manual didáctico de Óptica Geométrica es una herramienta efectiva para integrar teoría y práctica, promover el aprendizaje significativo y desarrollar competencias científicas en estudiantes universitarios. Estos hallazgos respaldan la pertinencia de su implementación institucional y abren la posibilidad de extender esta propuesta metodológica al diseño de manuales para otras áreas de la Física, como Mecánica, Termología, Electricidad y Magnetismo, consolidando una formación experimental integral en el ámbito universitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Amador, C. (2018). *Manual de metodología de la investigación científica*. URRACAN. <http://repositorio.uraccan.edu.ni/579/1/Manual%20metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf>
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., y Vasquez, M. (2022). *Metodología de la investigación*. Instituto Universitario de Innovación, Ciencia y Tecnología. Retrieved from <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/view/22/16/32>
- Arteaga Juárez, A. D., López López, C. J., y Sánchez Fletes, J. A. (2024). Estrategias del modelo por competencia y su implementación en la práctica de docentes de la UNAN-Managua. *Revista Científica Esteli*, 13(50), 106-118. <https://doi.org/10.5377/esteli.v13i50.18476>
- Baque Reyes, G. R. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje. *Revista electronica Polo del Conocimiento*, 6(5), 75-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927035>
- Benítez Vargas, B. (2023). El Constructivismo. *Ciencia Boletín Científico De La Escuela Preparatoria* No. 3, 10(19), 65–66. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/10453>

- Blandón Tinoco, D. M. (2024). *Prácticas de laboratorio en la unidad de Electromagnetismo en Educación Superior*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua/CUR-Estelí]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/22189/>
- Blandón Tinoco, D. M., & Herrera-Castrillo, C. J. (2025). Prácticas de laboratorio en la unidad de Electromagnetismo en Educación Superior. *Revista Científica Tecnológica*, 8(3), 23-38. <https://doi.org/10.5377/recientec.v8i3.21859>
- Bonilla Castañeda, S. M., Gutiérrez Quiceno, K. J., Osorio Vélez, F. J., & Sánchez Escobar, M. V. (2020). *Conocimiento general del material de laboratorio*. Escuela de Tecnología Química Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. <https://media2.utp.edu.co/archivos/M%C3%B3dulo%20I.%20Conocimiento%20%20general%20del%20material%20de%20laboratorio.pdf>
- Bravo, S., y Ledesma Venecia, S. (2022). El trabajo de laboratorio en el aprendizaje de óptica geométrica durante la pandemia. *Revista de enseñanza de la física*, 34(1), 55-63. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9054193>
- Briebescas Chávez, M. G. (2025). *Medición de una superficie de forma libre con un sensor de Shack-Hartman*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional Autónoma de México]. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/9d20fce0-6ca7-4ba8-af2f-02efc08862ee/content>
- Briones Rugama, Y. Y., Acevedo Martínez, E. Y., y Herrera Castrillo, C. J. (2025). Efectividad de las prácticas de laboratorio en la comprensión de conceptos asociados a la Ley de Ohm en secundaria. *Revista científica Estudios e Investigaciones*(14), 1-16. <https://doi.org/10.26885/rcei.14.e817>
- Calero Baltodano, E. M., y Mercado Velázquez, J. L. (2021). *Recursos, Medios y Materiales*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua]. UNAN - Managua, Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/15660/1/15660.pdf>
- Campos, G., y Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>

- Cano Pérez, A. J., y Cano Duarte, S. F. (2021). *La V de Gowin como estrategia didáctica para el aprendizaje del contenido Refracción de la Luz en los Estudiantes del Undécimo Grado del Instituto Público San Juan de Oriente del Departamento de Masaya, durante el II Semestre del año 2020*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua]. UNAN-Managua. <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/20566>
- Comisión Nacional de Educación. (2024). *Estrategia Nacional de Educación de Educación en Todas sus Modalidades Bendiciones y Victorias 2024-2026*. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional, Ministerio de Educación, SEAR, CNU, INATEC. Managua: Comisión Nacional de Educación, Nicaragua. Retrieved from https://www.tecnacional.edu.ni/media/estrategiaseducacionnacional/Estrategia_Nacional_de_Educaci%C3%B3n22-07-24_compressed.pdf
- Espejo Leupín, R. (2016). ¿Pedagogía activa o métodos activos? El caso del aprendizaje activo en la universidad. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 10(1), 16-17. <https://www.redalyc.org/pdf/4985/498573044003.pdf>
- Fabrizi, M. (2013). *Las técnicas de investigación: la observación*. Academia. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56049637/Las_tecnicas_de_investigacion_Por_Prof._Maria_Soledad_Fabrizi_-libre.pdf?1520987593=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLas_tecnicas_de_investigacion_la_observa.pdf&Expires=1757999078&Signatur
- Farfan Solorzano, R., Ochoa Gutierrez, M., y Quispe, R. (2018). *Importancia de los laboratorios en la enseñanza de física*. Universidad Alas Peruanas del Cusco. Cusco Perú: Universidad Alas Peruanas del Cusco. <https://es.scribd.com/document/373410312/Importancia-Del-Laboratorio-de-Fisica>
- García Díaz, R. A., y Herrera Castrillo, C. J. (2019). Estrategias metodológicas para la comprensión del contenido “Lentes divergentes y convergentes”. *Repositorio UNAN-Managua*, 1-14. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12977/1/20116.pdf>
- García, M. I. (2016). Propuesta de un modelo de registro para el análisis y documentación de obras de arte urbano. *Grupo Español de Conservación*, 10(10), 169-179. <https://ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/410>
- González, E. (2005). La observación directa base para el estudio del espacio local. *Geoenseñanza*, 10(1), 101-105. <https://www.redalyc.org/pdf/360/36010107.pdf>

- Guerrero Romero, J. V., Ramírez Blass, R. S., y Vásquez, T. d. (2022). *Propuesta de actividades experimentales como estrategia didáctica que facilite el aprendizaje del contenido Reflexión y Difusión de la Luz en Estudiantes de Undécimo Grado "A"*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua]. UNAN-Managua.
<https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/20469/>
- Hernández, C., y Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), 75-79.
<https://www.redalyc.org/pdf/7622/762279683009.pdf>
- Hernández, M. A., Garcia, C., Lopez, N., y Rodriguez, M. (2006). *Estudio de Encuestas*. Retrieved from https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24005w/Estudio_cuentas_S13.pdf
- Hernández, S. M. (2023). *Desarrollo de experiencias prácticas para el aprendizaje activo en Óptica*. [Tesis de Grado. Universidad Complutense Madrid]. Universidad Complutense Madrid. <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/07a68763-19db-49a6-a259-e47329a71e1e/content>
- Herrera Castrillo, C. (2024). Paradigma Positivista. *UAEH*, 12(24), 29-32.
<https://doi.org/10.29057/icea.v12i24.12660>
- Herrera, C. J., y Castellón, M. G. (2025). Beneficios y desafíos del uso de simuladores interactivos en la enseñanza de la Física. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria*, 13(26), 1-13. <https://doi.org/10.29057/prepa4.v13i26.14436>
- Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Eficacia del sistema computacional CoCoA para la organización del pensamiento oral y escrito. *Revista Científica Estelí*, 13(2), 72-92.
<https://doi.org/10.5377/esteli.v13i2.19809>
- León, O. L., Muñoz, L., Rodriguez, O., y Guerra, J. (2015). *Manual de laboratorios*. Erasmus+.
<https://acacia.red/wp-content/uploads/2019/08/Manual-de-laboratorios.pdf>
- López, J., & Gutiérrez, D. (2006). Efecto del uso de la herramienta “realidad aumentada” en el rendimiento académico de estudiantes de Educación Básica. *Revista Perspectivas*, 3(1), 6–12. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/perspectivas/article/view/1464>
- López, L. J., Rivera, R. E., Carrasco, S. d., y Herrera, C. J. (2025). Guía de aprendizaje una alternativa para la enseñanza de la Relatividad de la Simultaneidad. *Revista Científica Estelí*, 14(54), 11-130. <https://doi.org/10.5377/esteli.v14i54.20780>

- Makar, C. (2006). *Guía de observación*. UDG virtual. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/206>
- Medina, M., Rómulo, R., y Bustamante, W. (2023, febrero). *Metodología de la investigación : Técnicas e instrumentos de investigación*. Inudu Peru: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Meléndez, G. J. (2023). Competencias Didactico del docente virtual universitario. *Red de Investigación Educativa - REDINE*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7489302>
- Meneses Castillo, J. E., Mendiola Vanegas, S. E., y Acevedo Pérez, S. M. (2020). *Prácticas de laboratorio para el aprendizaje del contenido: Espejos planos y esféricos*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua/CUR-Estelí]. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12978/>
- Mijares Llamozas, B., Prieto Fernández, M., y Llorent Bedmar, V. (2014). Roles del docente y del alumno universitario desde las perspectivas de ambos protagonistas del hecho educativo. *REDHECS*, 9(18), 273-293. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6844408>
- Morales Bueno, P., y Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157. <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/574>
- Moreira Salvatierra, M. M., Aguilar Coloma, J. M., Alvarez Bonilla, M. A., Vélez Zambrano, M. I., y Guzmán Yacelga, L. D. (2025). La incidencia de la escasez de material didáctico en el aprendizaje de los estudiantes de educación Inicial de la Unidad Educativa Francisco José de Caldas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 5912-5925. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17340
- Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2), 1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/551/55110208.pdf>
- Peña, T., & Pirela, J. (2017). La complejidad del análisis documental. *Scielo*(16), 55-81. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-17402007000100004&script=sci_arttext
- Pereyra Arguelles, A. F., Lopez Gonzales , C. B., y Escobar Cornelio, H. (2024). Enseñanza de la óptica geométrica con la metodología STEAM en nivel medio superior. *CULCYT: Cultura Científica y Tecnológica*, 21(3), 6. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9719360.pdf>
-

- Pérez Castaños, S., y García Santamaría, S. (2023). *La investigación cuantitativa*. En S. Pérez Castaños, y S. García Santamaría, *La investigación cuantitativa* (págs. 121-191). Octaedro.
https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/8022/P%C3%A9rezcidcc_2023.pdf?sequence=1
- Pillajo Caza, E. E., Jácome Paredes, D. A., Jácome Paredes, E. J., Medina Narváez, G. B., y Gamboy Troya, G. É. (2025). El laboratorio como mediador del aprendizaje significativo en cinemática: Un estudio en *Educación. Revista de Ciencias de la Educacion y el Deporte*, 3(2), 18-32. <https://revistaced.com/index.php/home/article/download/108/421>
- Ramírez Vela, D. (2019). *Uso de material didactico en el estudio de las leyes de feflexion de la luz en los estudiantes de terceros de bachillerato de la uniddad educativa Gabriela Mistral Periodo academico 2018-2019*. [Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte]. Universidad Técnica del Norte | Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología.
<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9294/2/05%20FECYT%203487%20T RABAJO%20GRADO.pdf>
- Reyes Aguilera, E. A. (2020). Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. *Revista Multi-Ensayo*, 6(11), 61-66.
<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Multiensayo/es/article/view/1402>
- Romero Urréa, H., Real Cotto, J. J., Ordoñez Sánchez, J. L., Gavino Díaz, G., y Saldarriaga, G. (2021). *Metodología de la investigación*. Edicumbre | Editorial Corporativa. Retrieved from https://acvenisproh.com/libros/index.php/Libros_categoria_Academico/article/view/22/29
- Ruiz, T. (2017). Efecto de la adaptabilidad en el rendimiento académico. *Educación Superior*, 2(1), 38-44. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832017000100004&script=sci_arttext
- Sánchez Montenegro, E. (2020). *Óptica geométrica clínica*. Bogota, Colombia: Ediciones Unisalle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb39d189-6752-4f3b-8a33-b7682eef7aac/content>
- Talavera, J., García López, H. D., Salmerón Herrera, J. J., y Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Actividades con recursos tecnologicos para el desarrollo de la tematica equivalencia masa energia. *Revista Educativa Hekademos*, 37(1), 56-66.
<https://www.hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/103/88>

- Tapia Cordero, G. d., Gutiérrez Jarquín, C. J., y Umaña Munguía, N. C. (2020). *Incidencia del Laboratorio virtual Algodoo para el Aprendizaje significativo del contenido de reflexión y refracción de la luz en la sexta unidad de undécimo grado, del turno regular del Instituto de Excelencia Académica Sandino (IDEAS) 2019*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua]. UNAN-Managua. https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/16551/?utm_source
- Touriñán López, J. M. (2020). Relación teoría-práctica y actividad común como focos. *Revista de Investigación en Educación*, 18(3), 160-209. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7835063.pdf>
- Tristán, A., y Pedraza, N. (2017). La objetividad en las pruebas estandarizadas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(1), 11-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5913179>
- Valenzuela Gonzales, D., Aguilar Flores, S., y Aguilar Maldonado, A. (2023). *Recursos didácticos en el aprendizaje de Óptica Geométrica*. [Tesis de Grado. UNAN-Managua/CUR-Esteli]. UNAN-Managua/CUR-Esteli. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/19963/>
- Vega, N., Flores Jiménez, R., Flores Jiménez, I., Hurtado Vega, B., y Rodríguez Martínez, S. J. (2019). Teorías del aprendizaje. *XIKUA Boletín Científico De La Escuela Superior De Tlahuelilpan*, 7(14), 51–53. <https://doi.org/10.29057/xikua.v7i14.4359>
- Villalobos, P., Hernández Poveda, Fimia Gil, y Alvarez, M. (2024). *Prácticas de óptica geométrica y radiométrica*. Espagrafic. <https://rua.ua.es/server/api/core/bitstreams/771767a9-3346-431c-9882-c3634d83798a/content>
- Vizcaíno Zúñiga, P., Cedeño Cedeño, R., y Maldonado Palacios, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Vizcarra Sánchez, Y. A., y Vizcarra Gavilán, A. M. (2021). *El laboratorio portátil: herramienta efectiva de enseñanza de la química en entornos rurales*. [Tesis de Grado. Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)]. Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Perú. Retrieved from <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/72724/72630>
- Zeledón-Irías, D. Y., Gutiérrez-Olivas, J. K., y Herrera Castrillo, C. J. (2025). Estudio vectorial de la integral definida al entorno a la propiedad de peso y volumen específico de un fluido.

Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3, 12(24), 1-10.
<https://doi.org/10.29057/prepa3.v12i24.14430>

Agradecimientos

El grupo de Investigación agradece a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua en su sede Estelí, por permitir la realización del estudio.

Financiamiento

Los autores declaran que no han recibido financiamiento institucional, gubernamental para este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Disponibilidad de Datos

Los datos generados y analizados durante el presente estudio, incluyendo las bases de datos anonimizadas, los cuestionarios aplicados, las rúbricas de evaluación y los procedimientos de análisis estadístico, se encuentran disponibles en un repositorio institucional de acceso abierto y podrán ser proporcionados por los autores previa solicitud razonable, con fines académicos y de investigación, garantizando el anonimato y la confidencialidad de los participantes.

Contribución de los autores

DFBO: conceptualización, curación de datos, visualización y redacción – borrador original.

FJCC: conceptualización, análisis formal y redacción – borrador original.

DFRR: conceptualización, investigación y redacción – borrador original.

CJHC: supervisión, validación y redacción - revisión y edición.

Declaraciones éticas

El estudio se desarrolló bajo principios éticos de investigación educativa. La participación fue voluntaria, con consentimiento informado por parte de los estudiantes y docentes, garantizando el anonimato y la confidencialidad de los datos recolectados. No se manipularon variables sensibles ni se aplicaron procedimientos de riesgo físico o psicológico, por lo que la investigación se considera de riesgo mínimo y acorde con los lineamientos éticos para estudios en contextos educativos.

Información suplementaria

Figura 1

Manual Didáctico de óptica geométrica con equipo de laboratorio



Figura 10

Manual Didáctico para Óptica Geométrica



Nota. Propuesta de Manual completa [Propuesta de Manual .pdf](#)