



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Relación de la Geometría Euclidiana en la Ley de Snell

Calero, F; Duarte, L; Hernández, P.

Tutor

Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama

Asesora

Dra. Carmen María Triminio Zavala

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Centro Universitario Regional de Estelí
CUR-Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

Relación de la Geometría Euclidiana en la Ley de Snell

Trabajo de investigación para optar al grado de
Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática

Autores

Flor Iveth Calero Torrez
Lilliam del Socorro Duarte Acuña
Paola Belén Hernández Bustamante

Tutor

Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama

Asesora

Dra. Carmen María Triminio Zavala

29 noviembre 2025



Dedicatoria

Dedicamos este logro a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y guía en cada paso de este camino. A nuestras familias, cuyo amor incondicional, apoyo y enseñanzas han sido el pilar que sostiene nuestros esfuerzos y la inspiración constante para avanzar, incluso en los momentos más difíciles. Valoramos profundamente el ejemplo de perseverancia y fe que nos han transmitido, y que se refleja en este logro tan significativo. Este logro es un testimonio de la constancia, el duro trabajo y la confianza en que, con mucho esfuerzo, es posible alcanzar las metas que nos proponemos. Lo compartimos con aquellos que de distintas maneras han sido parte de este viaje enriquecedor y transformador.

Agradecimiento

Agradecemos infinitamente a Dios, por haber sido nuestra fortaleza a lo largo de este proceso lleno de aprendizaje y algunas veces de obstáculos que nos hicieron dudar de nuestras capacidades. De igual manera agradecemos a nuestros padres, quienes, con su amor incondicional, paciencia y sacrificio, siempre estuvieron a nuestro lado, brindándonos el respaldo emocional y motivacional necesario para seguir adelante en esta etapa tan importante de nuestra vida. A nuestro maestro tutor Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama por su orientación paciencia y motivación, su dedicación y pasión que demuestra por la enseñanza ha sido fundamentales en nuestro desarrollo profesional y personal. Agradecemos a Dra. Carmen María Triminio Zavala, coordinadora de la carrera, cuyo liderazgo, amabilidad y constante acompañamiento han sido fundamentales. Gracias por apoyar a cada estudiante con dedicación y por estar siempre dispuesta a orientar nuestro camino. Finalmente manifestamos nuestra gratitud a todos los maestros que de manera directa o indirecta contribuyeron de gran manera en nuestra formación profesional, cada uno de ellos dejó una huella importante en este camino de aprendizaje, y su labor ha sido clave para que podamos culminar esta etapa.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 20 de noviembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: **“Relación de la Geometría Euclidiana en la Ley de Snell”**, elaborado por:

Flor Iveth Calero Torrez

21-5063-4

Duarte Acuña Lilliam del Socorro

21-50354-7

Paola Belén Hernández Bustamante

21-50262-3

Estudiantes de la carrera de **Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática**, hago constar que he brindado acompañamiento académico, científico y metodológico correspondiente durante el desarrollo de la Modalidad de Graduación, en estricto cumplimiento de las responsabilidades establecidas por los tutores en los artículos **14 al 20** de la Normativa de Graduación 2025 de la UNAN-Managua.

Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos, éticos y metodológicos establecidos por la Universidad. El manuscrito fue revisado de acuerdo con el cronograma aprobado y cumple con lo señalado en el Artículo 22, literal d, referente a la entrega del informe final con la finalidad de obtener esta carta aval.

En virtud de lo anterior, **autorizo la presentación formal del trabajo** ante el Comité Académico Evaluador, según lo dispuesto en la normativa institucional vigente.

Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama

Orcid: 0009-0008-4112-7784

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!

Barrio 14 de abril, contiguo a la subestación de ENATREL, Tel 27137734, Ext 7424
dceh.curesteli@unan.edu.ni

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo proponer una unidad didáctica para el aprendizaje de la relación entre la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell. La investigación fue cuantitativa, con un paradigma positivista, según el nivel de profundidad fue de tipo correlacional, de acuerdo con su área de estudio y modalidad de investigación perteneció al tipo investigación educativa, considerando la manipulación de variables fue una investigación no experimental, su alcance temporal la convirtió en transversal. La población fue de 14 estudiantes de primer año de Física Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí y 4 maestros expertos en Física y Matemática, la muestra obedeció a un muestreo aleatorio simple, y se compuso de 13 estudiantes y 3 docentes expertos. Para la recopilación de información se empleó cuestionario y escala tipo Likert, en cuanto a instrumentos, se utilizó prueba estandarizada, encuesta, y matriz de valoración. Los resultados indicaron que el 30% de los estudiantes presentan un nivel de conocimiento previo profundo acerca de la visualización de la Ley de Snell, a través de Geometría Euclidiana, por otra parte, para el 100% de encuestados una unidad didáctica que integre Geometría Euclidiana y Ley de Snell facilita un aprendizaje significativo en Física- Matemática, además, el 100% consideró excelente la estructura de los contenidos de la unidad didáctica. Se concluye que, la unidad didáctica es apta para el aprendizaje de conceptos Geometría Euclidiana y Ley de Snell, pero es necesario adecuar detalles menores en la planificación.

Palabras claves: Aprendizaje, Unidad Didáctica, Geometría Euclidiana, Ley de Snell.

Abstract

The aim of this study is to propose a teaching unit for learning the relationship between Euclidean geometry and Snell's law. The research was quantitative, with a positivist paradigm. In terms of depth, it was correlational, and in terms of area of study and research modality, it belonged to the educational research type. Considering the manipulation of variables, it was non-experimental research, and its temporal scope made it cross-sectional. The population consisted of 14 first-year students of Mathematical Physics at UNAN-Managua, CUR-Estelí, and four expert teachers in Physics and Mathematics. The sample was selected using simple random sampling and consisted of 13 students and three expert teachers. A questionnaire and Likert scale were used to collect information, and standardized tests, surveys, and assessment matrices were used as instruments. The results indicated that 30% of the students had a deep level of prior knowledge about the visualization of Snell's Law through Euclidean Geometry. On the other hand, 100% of those surveyed believed that a teaching unit integrating Euclidean geometry and Snell's Law facilitates meaningful learning in Physics-Mathematics, 100% considered the structure of the teaching unit's content to be excellent. It is concluded that the teaching unit is suitable for learning concepts of Euclidean Geometry and Snell's law, but minor details in the planning need to be adjusted.

Keywords: Learning, Teaching Unit, Euclidean Geometry, Snell's Law.

Índice

1.	Introducción	1
2.	Antecedentes	4
2.1.	Antecedentes Internacionales	4
2.2.	Antecedentes Nacionales.....	6
2.3.	Antecedentes Locales	7
3.	Planteamiento del problema	10
4.	Justificación	11
5.1.	Objetivo General	13
5.2.	Objetivos específicos.....	13
6.	Limitaciones del estudio	14
7.	Hipótesis	15
8.	Operacionalización de Variables	16
9.	Marco Teórico	18
9.1.	Aprendizaje	18
9.1.1.	Enfoques de Aprendizaje	18
9.1.2.	Procesos cognitivos.....	19
9.1.3.	Metodologías Activas.....	19
9.1.4.	Pertinencia	20
9.1.5.	Importancia del Aprendizaje.....	21
9.1.6.	Unidad Didáctica	22
9.2.	Ley de Snell y Geometría Euclidiana	22
9.2.1.	Enunciado y Formulación Matemática de la Ley de Snell.....	22
9.2.2.	Principios de Derivación de la Ley de Snell	23
9.2.3.	Fotometría	23
9.2.4.	Reflexión Interna Total.....	23
9.2.5.	Espectroscopía	24
9.2.6.	Eclipses.....	24
9.2.7.	Geometría Euclidiana.....	24

9.2.8.	Principios Básicos de la Geometría Euclidiana.....	25
9.2.9.	Modelización Geométrica de la Incidencia y Refracción	26
9.2.10.	Visualización y Representación para Fortalecer la Comprensión	26
9.2.11.	Conexión Disciplinar entre la Geometría y Fenómenos Ópticos	26
9.3.	La Ley de Snell y su Relación con Geometría Euclidiana.....	27
9.3.1.	Fundamentos Teóricos de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell	27
9.3.2.	Relación Interdisciplinaria entre Geometría Euclidiana y Trayectorias Ópticas 27	
9.3.3.	Aplicaciones	28
10.	Diseño metodológico	29
10.1.	Tipo de investigación	30
10.2.	Población y selección de la muestra	32
10.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos.....	35
10.4.	Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	37
10.5.	Técnicas, Instrumentos y Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Datos	38
11.	Análisis y discusión de resultados	40
12.	Conclusiones	119
13.	Recomendaciones	121
14.	Referencias.....	123
15.	Anexos.....	137

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de Variables.....	16
Tabla 2. Medidas de tendencia central de la prueba estandarizada.....	47
Tabla 3. Medidas de tendencia central y medidas de dispersión de la encuesta	54
Tabla 4. Medidas de tendencia central de la matriz de valoración.....	66
Tabla 5. Matriz de valoración	144
Tabla 6. Respuestas de los estudiantes a la prueba estandarizada.....	150
Tabla 7. Respuestas de la encuesta.....	150
Tabla 8. Alpha de Cronbach de prueba estandarizada.....	152
Tabla 9. Alpha de Cronbach de encuesta	152
Tabla 10. Alpha de Cronbach de matriz de valoración.....	152
Tabla 11. Fórmula de la Ley de Snell	153
Tabla 12. Ángulo de refracción cuando la luz pasa de un medio.....	153
Tabla 13. Visualización de la Ley de Snell, a través de la Geometría Euclidiana	153
Tabla 14. Teorema de Pitagoras	153
Tabla 15. Ángulos complementarios en la Ley de Snell	154
Tabla 16. Importancia de la relación de la Geometría Euclidiana con la Ley de Snell	154
Tabla 17. Principales hallazgos de la prueba estandarizada	154
Tabla 18. Vinculación de ángulos geométricos y ángulos de incidencia y refracción	156
Tabla 19. Unidad didáctica de la Ley de Snell que favorece el aprendizaje significativo	156
Tabla 20. Visualización de la relación entre triángulos y los ángulos de la Ley de Snell....	157
Tabla 21. Dificultades al integrar la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.....	157
Tabla 22. Principales hallazgos en la encuesta.....	158
Tabla 23. Contenidos completos y con estructura adecuada.....	159
Tabla 24. Integración de la Geometría Euclidiana en problemas de la Ley de Snell.....	159
Tabla 25. Alineación de objetivos, contenidos y evaluación	159
Tabla 26. La unidad didáctica podría mejorar la comprensión y rendimiento estudiantil.	160
Tabla 27. Contenidos adecuados y relevantes para las necesidades educativas	160
Tabla 28. Novedad de la propuesta frente a prácticas habituales	160

Tabla 29. Inclusión de recursos tecnológico.....	161
Tabla 30. Motivación de los estudiantes a través de la unidad didáctica	161
Tabla 31. La evaluación promueve el desarrollo de la creatividad de los estudiantes	161
Tabla 32. Principales hallazgos en la matriz de valoración	162

Índice de figuras

Figura 1. Reconocimiento de la fórmula de la Ley de Snell	40
Figura 2. Comprensión sobre el ángulo de refracción	41
Figura 3. Visualización de la Ley de Snell mediante la Geometría Euclidiana	42
Figura 4. Teorema de Pitágoras.....	43
Figura 5. Conocimiento sobre ángulo complementario.....	45
Figura 6. Importancia de comprender la Geometría Euclidiana para la Ley de Snell	46
Figura 7. Principales hallazgos de la prueba estandarizada	48
Figura 8. Importancia de ángulos geométricos para comprender el fenómeno de la luz	50
Figura 9. Consideración sobre aprender la Ley de Snell utilizando recursos geométricos ...	51
Figura 10. Visualización de la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.....	52
Figura 11 Dificultades en la integración de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell	53
Figura 12. Principales hallazgos en la encuesta	55
Figura 13 Estructura de los contenidos de la Unidad Didáctica	57
Figura 14. Inclusión de la Geometría Euclidiana en problemas de la Ley de Snell	58
Figura 15. Alineación de los objetivos con los contenidos y la evaluación	59
Figura 16. Mejora de la comprensión y el rendimiento de los estudiantes.....	60
Figura 17. Adecuación y relevancia de contenidos en la Unidad Didáctica	61

Figura 18. Novedad de la propuesta ante prácticas habituales	62
Figura 19. Inclusión de recursos tecnológicos.....	64
Figura 20. Evaluación de los aprendizajes.....	65
Figura 21. Principales hallazgos de la matriz de valoración	67
Figura 22. Correlación de Variables	68
Figura 23. Aplicación de instrumentos.....	163

1. Introducción

De acuerdo con Myers et al (2020) la educación universitaria implica complejidad en el aprendizaje (p. 45). Por tal razón, es fundamental proponer nuevos métodos que faciliten este proceso y garanticen la obtención de conocimientos significativos. En este sentido, el aprendizaje de la relación de Geometría Euclidiana en la Ley de Snell, es una temática que se caracteriza por su relevancia, ya que según Rodríguez Vargas et al (2022) un enfoque interdisciplinario brinda la oportunidad de promover el pensamiento crítico así como el desarrollo cognitivo, involucrando a los estudiantes y garantizando el desarrollo de conocimientos, perspicacia y habilidades de resolución de problemas, autoconfianza, autoeficacia e interés por aprender (p. 13).

Otra de las características de este tema es que a través de esta conexión es posible el desarrollo de habilidades experimentales y el pensamiento crítico para la aplicación de conceptos matemáticos en la resolución de problemas físicos. La iniciativa de abordar esta temática surge de la necesidad de brindar una alternativa que permita profundizar la asimilación de fundamentos físicos y matemáticos a través de la práctica de la creatividad, de tal manera que los estudiantes adquieran un conocimiento sólido que les permita aplicarlo en su vida cotidiana.

La presente investigación está basada en el Diseño de una unidad didáctica como propuesta para el aprendizaje de la relación de Geometría Euclidiana en la Ley de Snell en estudiantes de Física-Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí, durante el segundo semestre 2025. Los objetivos que persigue el estudio son: Proponer una unidad didáctica para el aprendizaje de la relación de Geometría en la Ley de Snell, este como objetivo general, y como objetivos específicos: Caracterizar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre los conceptos de Geometría Euclidiana en la Ley de Snell, Analizar la percepción docente-estudiante respecto a la necesidad de integrar contenidos de Geometría Euclidiana en la Ley de Snell mediante recursos didácticos activos, y por último, Diseñar una unidad didáctica basada en estrategias activas que integre Geometría Euclidiana en la Ley de Snell.

El contenido presentado en la investigación obedece la siguiente estructura:

El capítulo 1 plantea la introducción, la cual explica las principales características y causas del tema que se aborda, así mismo, presenta el tema delimitado y los objetivos de la investigación, finalmente, proporciona una breve descripción del contenido que presenta el estudio. En el capítulo 2 se presentan los antecedentes de trabajos investigativos que aportan al tema en cuestión, estos se describen en tres categorías, nivel internacional, nacional y local. En el capítulo 3 se describe el planteamiento del problema, en el que se menciona la limitante identificada y sus causas.

El capítulo 4, contiene la justificación, donde se detalla la importancia y aportes del estudio. En el capítulo 5, se establecen los objetivos que se pretenden alcanzar en la investigación. El capítulo 6, presenta las limitaciones de estudio, en las que se mencionan los obstáculos presentados a lo largo del desarrollo de la investigación. El capítulo 7, define la hipótesis, así como la variable dependiente e independiente del estudio.

En el capítulo 8, se muestra la operacionalización de variables, definiendo conceptual y operacionalmente las variables, además, menciona los indicadores e instrumentos para medir dichas variables. El capítulo 9, narra el marco teórico, presentando información que aporta a la investigación, misma que está citada a través de la normativa APA Séptima Edición. El capítulo 10, expresa la metodología empleada para llevar a cabo el estudio, describiendo línea y sublínea, así como área del conocimiento y el lugar de realización de investigación, del mismo modo se determina el enfoque y tipo de investigación, técnicas e instrumentos de recopilación de datos, población, muestra y tipo de muestreo al que pertenece el estudio, también se detalla la validez y confiabilidad de los instrumentos, así mismo las técnicas e instrumentos y procedimiento para el análisis de los resultados.

En el capítulo 11, se presenta el análisis y discusión de resultados, el cual contiene gráficos y tablas que muestran los datos recopilados, en este apartado también se detalla la unidad didáctica. En el capítulo 12, se encuentran las conclusiones, mencionando los hallazgos de la investigación haciendo énfasis en los objetivos. El capítulo 13 expresa las

recomendaciones para cada uno de los usuarios, en este caso maestros, estudiantes y futuros investigadores.

En el capítulo 14 se reflejan las referencias bibliográficas de artículos y libros consultados para extraer información relevante para la investigación. En el capítulo 15, destacan los anexos, donde se incluyen instrumentos de recolección de datos, cartas de validación de los expertos, tablas con la información obtenida de los instrumentos y evidencias fotográficas de la aplicación de los mismos.

2. Antecedentes

El presente trabajo investigativo tiene como tema central “Relación de ángulos y triángulos geométricos en la ley de Snell”. Por ello, resulta fundamental realizar una revisión exhaustiva de estudios previos, vinculados a esta temática, con el fin de identificar portes relevantes de otros autores que fortalezcan el desarrollo de la investigación. En este apartado se presentan investigaciones a nivel internacional, nacional y local.

2.1. Antecedentes Internacionales

Joya Cetina y Suárez Sotomonte (2020), en su investigación “Aprendizaje por descubrimiento en sistemas de puntos y rectas notables de triángulos”, se propusieron analizar el aprendizaje de los elementos notables en geometría euclidiana, específicamente en estudiantes de décimo grado, mediante la exploración de ambientes de geometría dinámicos diseñados en GeoGebra. El enfoque metodológico fue cualitativo, descriptivo e interpretativo. La muestra se conformó de 32 estudiantes de décimo grado de un colegio de Tunja, entre las edades 14 y 17 años; para la recolección de datos se aplicaron prueba diagnóstica, cuestionarios, análisis de archivos digitales y de comunicaciones escritas elaborados por los estudiantes.

Los resultados obtenidos mostraron que el 75% de los estudiantes alcanzó una comprensión profunda en la formulación de conjeturas sobre la construcción de bisectrices, incentro del triángulo y circunferencia inscrita, evidenciando un avance positivo en el aprendizaje, por otra parte, 9 de 32 estudiantes presentaron conocimiento en cuanto al procedimiento a través del cual es posible construir rectas notables tipo 3 y cómo estas se relacionan con los lados y vértices del triángulo, el 90% mostró gran conocimiento sobre la clasificación de triángulos. Se concluyó que el uso de ambiente de geometría dinámica facilita el aprendizaje significativo de los elementos notables en geometría euclidiana potenciando tanto el pensamiento espacial como las competencias digitales.

El aporte de la investigación consiste en demostrar la efectividad de herramientas tecnológicas dinámicas para garantizar aprendizajes significativos, además de fomentar un

entorno participativo y atractivo. Esto permite a los facilitadores la adaptación de sus métodos a las necesidades específicas de los estudiantes.

Espitia Sierra (2022) en su investigación titulada “Procesos de regulación metacognitiva de los profesores de Matemáticas en la enseñanza de la Geometría Euclidiana”, analizó los procesos de regulación metacognitiva que realizan los docentes durante la enseñanza de la Geometría Euclidiana. El enfoque fue cualitativo, interpretativo y longitudinal; con una población de 28 docentes de la Institución Educativa Berástegui y una muestra de 5 docentes de Secundaria y Media. Se utilizaron entrevistas, encuestas, instrumento basado en teorías consultadas, y, además, se aplicó un instrumento validado el inventario de metacognición del profesor, ya que este tiende a apoyarse en modelos explicativos tradicionales.

Los resultados indicaron que tres maestros expresaron preocupación constante por el desinterés estudiantil, mientras que cuatro señalaron que la demostración matemática contribuye a concretar el conocimiento. Se concluyó que el trabajo colaborativo entre docentes tiende a apoyarse en modelos explicativos de aprendizaje.

El aporte de este estudio consiste en resaltar la importancia de actividades demostrativas para mejorar la comprensión de conceptos abstractos. Fomentando la participación activa, el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas.

Espín Freire (2024) en su investigación “Diseño de material didáctico en el estudio de las leyes de reflexión y refracción de la luz”. Buscó desarrollar un material didáctico para el aprendizaje de estos estudios ópticos. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando encuestas y pruebas de conocimiento; aplicado a 17 estudiantes de sexto semestre de la carrera de Pedagogía en ciencias experimentales (Matemáticas y Física).

Los resultados demostraron que solo el 41% de los estudiantes reportó que sus docentes utilizan materiales didácticos, mientras que un 35% indicó un uso ocasional y un 18% mencionó que nunca se implementaban. Se concluyó que la elaboración de materiales específicos facilita la enseñanza de conceptos complejos como la reflexión y refracción, promoviendo un aprendizaje más activo y significativo.

El aporte de la investigación radica en destacar la utilidad de metodologías y recursos didácticos innovadores. Así mismo la importancia de incluir actividades experimentales que acerquen los fenómenos a la experiencia directa de los estudiantes.

2.2. Antecedentes Nacionales

Buitrago Marín (2015) en su investigación “Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría plana, desarrollada en el Instituto Nacional Berardo Cirauqui”, analizó estrategias didácticas que facilitan la enseñanza y el aprendizaje de la geometría plana en estudiantes de octavo grado. El enfoque fue cualitativo, correlacional con método deductivo-inductivo. Se aplicaron entrevistas a los 20 estudiantes participantes.

Los resultados evidenciaron que el 45% de estudiantes indica el uso constante de estrategias didácticas por parte del docente, mientras que el 25% señala una limitada implementación, y un 30% menciona el carente desarrollo de material estratégico tomando en cuenta el entorno y recursos adecuados a la geometría plana, además, el 100% indicó que la Geometría Euclidiana es importante, debido a que mediante ella es posible desarrollar conocimientos, talentos e interpretación de gráficos. Se concluyó que la implementación de estrategias didácticas favorece el aprendizaje significativo, además de fortalecer las habilidades de investigación y creatividad en el facilitador.

El aporte de la investigación reside en evidenciar la necesidad de estrategias alternativas que promuevan aprendizajes dinámicos. Destacando el rol del estudiante como protagonista y del docente como facilitador.

Gutiérrez M y López M (2010) en la investigación “Enseñanza de la Geometría en segundo año de Educación Secundaria bajo el enfoque de competencias, Una Propuesta metodológica basada en competencias para la enseñanza de la Geometría”, plantearon como objetivo crear una propuesta considerando las necesidades tanto de estudiantes como de docentes. El enfoque fue mixto, transversal, explorativo y descriptivo, con un método inductivo y una muestra de 112 estudiantes y 2 docentes del Instituto Nacional Cristóbal Colón.

Los resultados demostraron que el 100% de estudiantes presentaron una escasa comprensión sobre contenidos de Geometría. Sin embargo, se señaló la limitación del tiempo, la carencia de explicación y la atención individual por parte del docente como principales obstáculos en la calidad del aprendizaje significativo.

El aporte del estudio radica en destacar posibles dificultades que enfrentan los docentes en el aula de clase. Esto debido a diversos factores, siendo el principal el tiempo, además, señala la importancia de implementar estrategias que fomenten la participación estudiantil de manera creativa para garantizar su interés por los contenidos.

Carballo López et al. (2023) en su estudio “Estrategias didácticas y planes de clases para abordar el contenido de Óptica Geométrica de presente en el plan de estudio del Ministerio de Educación en segundo semestre de Undécimo grado”, diseñaron e implementaron estrategias didácticas para mejorar el aprendizaje de la óptica Geométrica con estudiantes de undécimo grado. Con un enfoque cualitativo y aplicado. Se aplicaron observación directa, entrevistas estructuradas, análisis documental y aplicación de actividades práctica-experimentales.

Los resultados mostraron que la implementación de estrategias didácticas permite a los estudiantes alcanzar una comprensión efectiva de los conceptos de Óptica Geométrica, además de motivar su interés y facilitar la construcción del conocimiento en el aula de clase. Se concluyó que esta metodología es eficaz para la integración de teoría y práctica en el aprendizaje de la Óptica Geométrica en educación secundaria.

El aporte del estudio se centra en resaltar la importancia del uso de estrategias metodológicas en el aprendizaje de Física. De tal manera que se despierte la motivación estudiantil frente a contenidos complejos.

2.3. Antecedentes Locales

Espinoza Huete et al. (2024) en su investigación “Metodología para el aprendizaje de la geometría usando recursos didácticos (MET-GEO)”, buscaron validar una metodología complementaria al Plan Pizarra de Nicaragua para enseñar los Criterios de semejanza de

Triángulos. El estudio se realizó con un enfoque cualitativo y aplicado; con entrevistas, pretest y posttest. La muestra incluyó 34 estudiantes, una docente de Matemáticas y el grupo de expertos.

Los resultados de mayor relevancia mostraron que, antes de la intervención un 13.3% de estudiantes no presentaron ninguna dificultad, mientras que el 86.7 mostraron poco conocimiento, sin embargo, posterior a la aplicación de la metodología el 60% de los estudiantes mostraron una comprensión profunda, en cambio, el 40% presentó dificultades, lo que indica un avance considerable en el aprendizaje estudiantil. Se concluyó que la metodología MET-GEO es efectiva y aporta significativamente al aprendizaje.

El aporte radica en destacar el valor de identificar saberes previos y posteriores. Siendo un mecanismo para validar la efectividad de los recursos didácticos.

Valenzuela González et al (2023) en la investigación “Recursos didácticos en el aprendizaje de Óptica Geométrica”, validaron recursos didácticos aplicados a estudiantes de undécimo grado del Instituto Nacional de Segovia Leonardo Matute del municipio de Ocotál, Nueva Segovia. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, interpretativo y transversal, con una muestra de 41 estudiantes y un docente.

Se aplicaron observación, entrevista y encuesta. Los resultados señalaron que 27 de los 34 estudiantes alcanzaron una comprensión profunda de las temáticas abordadas. Se concluyó que la aplicación de recursos didácticos favorece de manera significativa el aprendizaje de Óptica Geométrica.

El aporte de este trabajo consiste en evidenciar factores que condicionan el aprendizaje significativo, como es la falta de interés estudiantil. Así mismo resalta la importancia de la implementación de recursos innovadores.

Briones Rugama y Herrera Castrillo (2024) en su investigación “Desafíos en la enseñanza de la Geometría a nivel superior mediante enfoque por competencias”, identificaron los desafíos y estrategias en la implementación de dicho enfoque en la UNAN-

Managua, CUR-Estelí. El estudio fue de enfoque mixto, descriptivo y de corte transversal, aplicando entrevistas a 4 docentes y encuestas a 21 estudiantes.

Los resultados reflejaron que el enfoque por competencias fortalece la práctica pedagógica y el pensamiento crítico, reflexivo y lógico en la formación de futuros matemáticos. Aunque enfrenta desafíos como la falta de tiempo y la adaptación a estilos de aprendizaje diversos. Se concluyó que es necesario adecuar la planificación y los recursos para garantizar aprendizajes significativos de la Geometría.

El aporte de este estudio se centra en la necesidad de diseñar materiales didácticos adaptados a los estilos de aprendizajes. De igual manera las limitaciones de tiempo de los estudiantes.

3. Planteamiento del problema

En la educación universitaria de Física-Matemática lograr una comprensión integrada entre diferentes áreas del conocimiento resulta clave para el desarrollo de habilidades analíticas, visuales y experimentales. La Geometría Euclidiana y la Ley de Snell representan dos áreas estrechamente relacionadas: mientras la primera proporciona fundamentos sobre relaciones espaciales, figuras y proporciones, la segunda explica el comportamiento de la luz al atravesar diferentes medios.

La secuencia didáctica basada en investigación y experimentación, mejora significativamente la comprensión de la ley de Snell. Sandoval Martínez y Mora (2021) reporta que mediante esta metodología el 80% de los estudiantes logra distinguir, comprender y aplicar los conceptos relacionados con la refracción y velocidad de la luz (p. 1). De igual forma Even et al (2016) señala que “un enfoque experimental previo a la teoría en Geometría resulta eficaz para la comprensión conceptual significativa” (p. 1). Asimismo, “La teoría de van Hiele describe el proceso de crecimiento cognitivo de los estudiantes al aprender geometría plana” (Barrera Mora & Reyes Rodríguez , 2015, p. 1)

En la carrera de Física-Matemática de la UNAN Managua, CUR-Estelí, se ha constatado que la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell suelen presentarse de manera desarticulada: la primera como un saber matemático abstracto y la segunda desde la Óptica, sin establecer conexiones explícitas con los principios geométricos que la fundamentan. Esta fragmentación dificulta la aplicación práctica de los conocimientos en la resolución de problemas y experimentos. Ante esta situación surge la necesidad de diseñar una unidad didáctica que integre ambos contenidos mediante estrategias activas que promuevan un aprendizaje significativo y contextualizado.

Pregunta de investigación:

¿Cómo puede una unidad didáctica, fundamentada en un diseño pedagógico activo, facilitar el aprendizaje significativo de la relación Geometría Euclidiana y la Ley de Snell en estudiantes de Física-Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí, durante el segundo semestre de 2025?

4. Justificación

Este estudio tiene como propósito diseñar una unidad didáctica que facilite el aprendizaje de la relación de Geometría Euclidiana en la ley de Snell. Su importancia radica en ofrecer a los docentes de Física actividades que integren creatividad, experimentación y recursos tecnológicos, promoviendo así la motivación y el aprendizaje significativo del estudiantado.

Para garantizar su efectividad, la unidad didáctica debe:

- Adecuarse al tiempo disponible en las clases.
- Adaptarse a diferentes ritmos y estilos de aprendizaje.
- Vincular los contenidos con situaciones de la vida cotidiana.
- Incluir actividades experimentales con materiales accesibles.
- Incorporar guías claras y detalladas para el uso de simuladores virtuales.

El impacto de la propuesta se evaluará mediante matriz de valoración, prueba estandarizada y encuesta, que permitirán medir el conocimiento teórico-práctico alcanzado y recoger la percepción estudiantil. Por otra parte, esta investigación es relevante, porque se sustenta en su contribución social y pedagógica, al proponer alternativas al modelo tradicionalista, limitado por el factor tiempo. Además, ofrece un enfoque innovador que potencia competencias como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo.

Para el diseñar actividades que garanticen su alineación con el tiempo y las necesidades del alumnado, se debe considerar los siguientes criterios: la planificación de las actividades antes mencionadas para lograr que sean desarrolladas dentro del tiempo establecido, es necesario que sean de carácter relevante para lograr despertar la motivación del estudiante y de esta manera facilitar la asimilación de la temática, además, es importante tomar en cuenta el nivel y ritmo de aprendizaje del estudiante. Con respecto al uso de material accesible es factible utilizar recursos tecnológicos como son los simuladores virtuales, ya que hoy en día en las aulas de clase todos cuentan con el acceso a un teléfono

móvil y conexión a internet, también es viable el uso de materiales básicos como reglas, papel, lápiz, y en cuanto a actividades experimentales, hacer uso de objetos sencillos de conseguir, tales como linternas que son una fuente de luz, esto permitirá brindar una explicación clara de la temática, garantizando la calidad del aprendizaje

Desde el punto de vista teórico, aporta a la integración interdisciplinaria entre Física y Matemática, fortaleciendo la capacidad del estudiantado para aplicar conceptos geométricos al análisis de fenómenos físicos. Metodológicamente plantea una unidad didáctica con estrategias activas alineadas con la Estrategia Nacional de la Educación en los ejes: eje 1; educación para la vida que facilita actividades prácticas para afrontar situaciones de la vida diaria, eje 10; ciencias, este útil en la parte científica y un análisis estadístico preciso; eje 13; calidad educativa, el cual asegura formas para reducir posibles desaciertos e incrementar la credibilidad de los datos.

5. Objetivos de investigación

5.1. Objetivo General

Proponer una unidad didáctica para el aprendizaje de la relación de Geometría Euclidiana en la Ley de Snell en estudiantes de Física Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí, durante el segundo semestre 2025.

5.2. Objetivos específicos

Caracterizar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre los conceptos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.

Analizar la percepción docente-estudiante respecto a la necesidad de integrar ambos contenidos mediante recursos didácticos activos.

Diseñar una unidad didáctica basada en estrategias activas que integre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.

6. Limitaciones del estudio

El desarrollo de la investigación ha sido un proceso lleno de aprendizaje, en el que se han desarrollado habilidades que aportan considerablemente a la formación académica y profesional del equipo investigador. Sin embargo, hubo limitaciones que representaron un desafío tanto en el avance como en la profundización del estudio.

Entre las limitaciones se destaca el tiempo prolongado para la elaboración de instrumentos completamente alineados a la variable que se pretendía medir, esto provocó que la validación de expertos y por ende la aplicación de dichos instrumentos se llevara a cabo tiempo después del establecido en el cronograma de trabajo.

Otra limitación es el corte transversal del estudio. Debido a ello la unidad didáctica solamente se propuso, no obstante, se considera que hubiese sido relevante llevarla a la aplicación y de esta manera determinar de forma directa su impacto en el aprendizaje de la relación de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, esta limitación restringió la posibilidad de ajustar las diferentes actividades planteadas de acuerdo a las dificultades del estudiante luego de llevar a cabo la aplicación.

7. Hipótesis

Si se diseña una unidad didáctica que integre los conceptos de Geometría Euclidiana con la Ley de Snell, entonces se facilitará el aprendizaje significativo de la relación entre ambas en estudiantes de Física-Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí, durante el segundo semestre 2025.

Variables

Independiente: Unidad didáctica que integra Geometría Euclidiana y Ley de Snell.

Dependiente: Aprendizaje significativo de la relación entre Geometría Euclidiana y Ley de Snell.

8. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Instrumentos	Fuente de datos
Variable independiente:	Es un recurso pedagógico planificado que combina	Implementar una unidad didáctica estructurada	Serie de contenidos de		
Unidad didáctica que integra	contenidos, actividades y estrategias metodológicas	en sesiones, que articula conceptos,	Geometría Euclidiana.	Prueba estandarizada	Investigador
Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.	para enseñar de manera articulada los fundamentos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, facilitando el aprendizaje de su relación y aplicación práctica (Corrales Salguero , 2010).	experimentos, ejercicios de Geometría Euclidiana con los principios físicos de la Ley de Snell, aplicada a estudiantes de Física-Matemática.	Inclusión de la Ley de Snell en ejercicios y problemas. Integración de actividades prácticas o experimentales. Coherencia entre objetivos, contenidos y evaluación.	Encuesta	Libros Observaciones de la clase

Variable dependiente:	Es el proceso por el cual la nueva información se relaciona de manera sustancial y no arbitraria con los conocimientos previos, permitiendo una comprensión profunda y su aplicación en distintos contextos. (Catañeda Ramírez, 2008).	Medición del nivel de comprensión, aplicación y transferencia de los conceptos de Geometría Euclidiana y Ley de Snell antes y después de la implementación de la unidad didáctica.	Identificación correcta de conceptos y principios. Resolución de Matriz de problemas que valoración la integren geometría y refracción. Capacidad de explicar la relación entre ambas áreas. Puntajes obtenidos en pruebas.	Estudiantes de Física- Matemáticas de la UNAN Managua, CUR- Estelí.
------------------------------	--	--	---	---

Nota: fuente elaboración propia

9. Marco Teórico

El presente capítulo hace énfasis en conceptos teóricos esenciales para el desarrollo del estudio investigativo, llevando a cabo el uso riguroso de la Normativa APA séptima edición. Los conceptos presentados están basados en dos ejes fundamentales, Aprendizaje, Ley de Snell y Geometría Euclidiana, La Ley de Snell y su Relación con la Geometría Euclidiana.

9.1. Aprendizaje

El aprendizaje es un proceso mediante el cual un individuo adquiere conocimientos o habilidades a través de un proceso de estudio. Tal como afirma Castañeda Ramírez (2008) el aprendizaje se define como un cambio en el conocimiento de alguien como resultado de su experiencia (p. 27).

De acuerdo con Velásquez Peña et al (2009) el aprendizaje es una actividad humana de carácter complejo que hace concebible que un individuo transite de manera gradual de un estado inicial a un nuevo estado cualitativamente superior, tras haberse apoderado de conocimiento, habilidades, valores y de la experiencia acumulada por la sociedad (p. 50).

El aprendizaje es una etapa permanente, que permite al ser humano estar en constante evolución en sus conocimientos y habilidades. También es definido como las diferentes experiencias adquiridas a lo largo de la vida, permitiendo cambiar su forma de tomar decisiones y resolver problemas de la vida cotidiana de manera efectiva.

9.1.1. Enfoques de Aprendizaje

Soler et al (2018) expresa que un enfoque de aprendizaje es el camino que toma un individuo el momento de enfrentar una demanda académica en el ámbito escolar. Está mediado por la motivación de quien aprende y por las estrategias empleadas (p. 994).

A continuación, se describen diferentes teorías de aprendizaje:

Teoría Constructivista: En relación a esta teoría, Ortiz Granja (2015) indica que la teoría de Vygotsky plantea que el aprendizaje es el resultado de la interacción del sujeto con el entorno. Cada individuo obtiene la clara conciencia de quien es y aprende la utilización de símbolos que aportan al desarrollo de un pensamiento cada vez más complejo, en la sociedad de la que forma parte (p. 99).

Según Rivera Michelena (2016) Piaget tomó como punto de partida que el desarrollo alcanzado por el ser humano es resultado de una construcción perpetua. Esto indica que, nos acercamos cada vez a la realidad, sin embargo, nunca la alcanzamos (p. 611).

Aprendizaje Significativo: Desde el punto de vista de Moreira Choez et al (2021) el aprendizaje significativo propuesto por David Ausubel en 1968, es considerado como base en los métodos de enseñanzas. El mismo se da cuando el estudiante es constructor de su propio aprendizaje (p. 917).

Aprendizaje por Competencias: Desde el punto de vista de Cepeda Dovala (2013) el aprendizaje por competencias se centra en el objetivo de salir del modelo de aprendizaje tradicionalista y garantizar un enfoque de la didáctica y la evaluación que consta de un cambio de paradigma en el proceso tanto de enseñanza como de aprendizaje. Este consiste en el cumplimiento de los resultados del aprendizaje planteados y el desarrollo de competencias que forman parte del perfil de egreso del estudiante (p. 11).

9.1.2. *Procesos cognitivos*

De acuerdo con Marmolejo Avenia y Vega Restrepo (2012) en un estudio desarrollado por Duval (1998) determinó que la enseñanza y el aprendizaje implica como mínimo tres actividades cognitivas. Describen que la primera es la construcción que se enfatiza en el diseño de configuraciones mediado por instrumentos geométricos, la segunda corresponde al razonamiento vinculado con procesos discursivos, por último, la visualización, esta se centra en representaciones espaciales (p. 11).

9.1.3. *Metodologías Activas*

Zapata Lascano et al (2024) señala que las metodologías activas consisten en un proceso interactivo, participativo. Con el fin de garantizar la motivación estudiantil y que de manera activa logren construir su conocimiento (p. 2433).

Desde el punto de vista de Suniaga (2019) las metodologías activas son estrategias de enseñanza que el maestro propone en el aula para hacer protagonista al estudiante en su propio aprendizaje. Se desarrolla de manera constructiva para el cumplimiento de competencias específicas y transversales que permiten su formación integral (p. 4).

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): Vera Velásquez et al (2021) define el Aprendizaje Basado en Problemas como un proceso activo de aprendizaje que actúa mediante la resolución de problemas vinculados con la interacción del ser humano y su entorno, la esencia de esta metodología se basa en identificar, describir, analizar y resolver tales problemas, lo cual se alcanza por medio de la interacción del docente y los estudiantes (p. 6).

Castro Mero y Mendoza Bravo (2022) indican que el Aprendizaje Basado en Problemas permite que el rol de los participantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje tome un giro de 180°, puesto que el docente se convierte en una guía para el estudiante, dejando atrás el modelo tradicional que lo ubica como un transmisor de conocimientos y pasa a ser el responsable del asesoramiento y orientación de los estudiantes. Por otra parte, agregan que los estudiantes, son los que tienen la obligación de construir su aprendizaje a partir de los saberes previos para trabajar de mejor manera, ya sea grupal o individualmente, manteniendo la motivación, siendo el protagonista de su propio aprendizaje (p. 786).

Experimentación Guiada: Berrio Solano (2009) expresa que la experimentación propicia en los estudiantes el desarrollo de la creatividad y el análisis. Además, afirma que la Experimentación Guiada es una metodología eficaz que dirige al alumno a conocer acerca del problema a investigar, permite establecer relación continua de la teoría con la práctica, además, aumenta la racionalidad para la toma de decisiones (p. 86).

Uso de Recursos Tecnológicos: Según Izquierdo Valladares y Guizado Oscoco (2023) el uso de recursos tecnológicos ofrece numerosas oportunidades para mejorar la didáctica pedagógica, también plantean desafíos que deben abordarse de manera proactiva (p. 2628).

Desde la perspectiva de Molinero Bárcenas y Chávez Morales (2019) el uso de recursos tecnológicos permite que tanto profesores como estudiantes aprendan de una forma dinámica, puesto que el docente también obtiene aprendizaje al enseñar (p. 5).

9.1.4. Pertinencia

Leonard et al (2002) en su investigación expresa que, para ayudar a los estudiantes en el desarrollo de habilidades de análisis conceptual y resolución de problemas al mismo tiempo, se llevan a través de una serie de experiencias de aprendizaje. Los estudiantes deben explorar sus ideas previas para luego afinar, conectar e interrelacionar los conceptos, seguidamente los

estudiantes aprenden cómo usar los conceptos para análisis y razonamiento sobre situaciones comunes, logrando desarrollar habilidades de resolución de problemas basadas en estrategias similares a las de los expertos que usan principios que en aproximaciones, posteriormente organizan y priorizan su propio conocimiento a fin de que sea de utilidad para la resolución de problemas y el análisis (p. 389).

Díaz Lozada y Ortega Breto (2022), señalan que el uso de la Matemática como herramienta de la Física garantiza que la forma de pensamiento de la Matemática en diversos aspectos esté presente en la Física de modo natural. También agregan que la Matemática resultaría estéril si no fuera por su aplicación, tanto en la Física como en otras ciencias (p. 312).

De acuerdo con Pareja Maldonado y García Camacho (2024) el aprendizaje de las matemáticas no solo se trata de aprender reglas tradicionales, las unidades de medida y partes de la geometría. Su principal objetivo es resolver problemas y aplicar conceptos y habilidades matemáticas para desenvolverse en la vida cotidiana (p. 21).

9.1.5. Importancia del Aprendizaje

Tintaya Condori (2016) sugiere que el aprendizaje es un proceso creativo fundamental, en el que el alumno tiene la oportunidad de recrear las condiciones de enseñanza dispuestas ante él, además, crea sentidos (significados, valoraciones y operaciones), recrea y fortalece sus estructuras personales (unidades psicológicas) y recrea la organización y el sentido de desarrollo de su personalidad (p. 85).

Según Sarmiento Santana (2004) se habla del aprendizaje como actividad, donde el sujeto aprende de manera espontánea y su pensamiento se constituye por un juego de operaciones interconectadas, vivientes y actuantes y no por una colección de contenidos, de imágenes, ideas, etc; y el maestro debe interpretar los contenidos de acuerdo a estas operaciones que son la base de las nociones que se propone enseñar (p. 41).

En el ámbito académico el aprendizaje es un proceso fundamental en el desarrollo de habilidades que adaptan al estudiante para su futuro. Este proceso va más allá de la obtención de conocimientos teóricos, al permitir el fortalecimiento del pensamiento crítico, trabajo en equipo, así como la creatividad para resolver problemáticas vinculadas a la vida cotidiana. Esto garantiza la preparación de profesionales eficientes y comprometidos con su comunidad.

9.1.6. Unidad Didáctica

Corrales Salguero (2009), expresó que una unidad didáctica es una estructura pedagógica de trabajo cotidiano en el aula de clase; es la manera de plantear explícitamente las intenciones de enseñanza aprendizaje que van a llevarse a cabo en el ámbito escolar. Es un ejercicio de planificación, realizado explícita o implícitamente, con el fin de conocer el qué, quiénes, dónde, cómo y porqué del proceso educativo, dentro de una planificación estructurada del currículum (p. 2).

Por su parte Cáceres et al (2016) señaló que una unidad didáctica es una herramienta de planificación. Esta permite tomar en cuenta de forma integral los elementos que están implícitos en el proceso educativo, por lo tanto, se convierte en una guía para el maestro durante los momentos del proceso educativo (p. 250).

Una unidad didáctica es un recurso didáctico que propone actividades para el aprendizaje de una serie de contenidos. Este material debe estar adecuado al tiempo que dispone el docente para impartir contenidos en el aula de clase y las necesidades y competencias de los estudiantes. Por otra parte, es necesario presentar una detallada explicación sobre la realización de las diversas actividades planteadas, además, es crucial que estas despierten el interés y motivación de los estudiantes por el aprendizaje.

9.2. Ley de Snell y Geometría Euclidiana

Sandoval Martínez y Mora (2021), señalan que la Ley de Snell es una formula utilizada para describir la relación entre ángulos de incidencia y refracción cuando la luz u otras ondas atraviesan la interfaz entre dos medios isotrópicos disntintos (por ejemplo: el aire, el agua) estableciendo que el cociente entre los senos de estos ángulos es constante e igual al cociente de los indices de refracción de los medios.

9.2.1. Enunciado y Formulación Matemática de la Ley de Snell

De acuerdo con Departamento de Física del Douglas College y OpenStax, (2018):

La Ley se expresa tradicionalmente de dos formulas equivalentes:

- **Formula general**

$$n_1 \text{ sen}\theta_1 = n_2 \text{ sen}\theta_2 \quad (1)$$

Donde n_1 y n_2 son los índices de refracción de los medios 1 y 2, además θ_1 y θ_2 los ángulos respecto a la normal.

- **Forma explícita de la relación**

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \quad (2)$$

Relacionando los senos de los ángulos con las velocidades de propagación v_1 y v_2 de la onda en sus respectivos medios.

9.2.2. Principios de Derivación de la Ley de Snell

Dos principios cruciales para la derivación de la Ley de Snell son el principio de Huygens y el de Fermat. Según Palafox Sánchez (2018) en el principio de Huygens: Se toma en cuenta que cada punto en la superficie de onda producido por la luz que emite una fuente en el tiempo se comporta como fuente secundaria; el frente de onda, momento después se convierte en la envolvente de las superficies de onda secundarias u onditas que provienen de cada punto en el instante. En cuanto al principio de Fermat indica que un rayo que se propaga a través de un medio óptico, que se dirige de un punto a otro persigue una trayectoria en la que la longitud del camino óptico sea estacionaria (p. 7).

9.2.3. Fotometría

De acuerdo con Mafla Oliva (2016) la Fotometría es una rama de la astronomía que brinda una medida del flujo de energía que se recibe de objetos celestes, esta permite determinar información de interés de objetos observados. Además señala que existen cuatro tipos de Fotometría: visual, en esta el detector que se usa es el ojo; la fotográfica, emplea como detector una cámara fotográfica; la fotoeléctrica, tiene diferentes opciones de detector puede ser una fotocélula, un fotodiodo o un fotomultiplicador; la Fotometría CCD, utiliza un chip tipo CCD (pp. 3-4).

9.2.4. Reflexión Interna Total

Cervantes M et al (2015) afirma que la reflexión total interna corresponde a las leyes que respaldan al fenómeno de reflexión de la luz, por ende, el ángulo formado por el rayo de luz que

se refleja con la normal es congruente con el ángulo de incidencia (p. 65). Del mismo modo Moreno Hernández (2015) explica que el principio de reflexión total interna, plantea que toda la luz incidente en un límite entre dos medios se reflejara totalmente bajo algunas reglas, este principio aplica únicamente si la fibra óptica está recta o doblada dentro de un radio de curvatura definido (p. 4).

9.2.5. Espectroscopía

González Cantellano y Montaña Zetina (2015) expresa que la espectroscopia consiste en una herramienta que es utilizada en investigación, análisis, control y diagnóstico en muchos ámbitos vinculados con la física, la química, las ciencias biológicas y las ciencias médicas. También describe que los métodos espectroscópicos permiten desarrollar análisis tanto cualitativos como cuantitativos; a partir de descubrimiento y explicación de la composición de la materia de objetos lejanos como las estrellas, hasta la composición de muestras orgánicas e inorgánicas o de análisis elemental (p. 2).

9.2.6. Eclipses

Zabaleta Ángel (2024) indica que es gracias a la refracción atmosférica, que cuando la Luna está alineada de una forma que traspasa la sombra de la Tierra, la luz se refracta al propagarse a través de la atmósfera, produciendo una composición espectral que hace visible la Luna y le da un color rojizo en lugar de azul (p. 602). Por otra parte, Bagdoo (2021) expresa que la irradiación de la Luna sobre la sombra terrestre durante el eclipse es provocada por la refracción de la luz solar en las regiones superiores de la atmósfera terrestre, sin embargo, la sombra hacia el centro es muy brillante como para que sea producto de la refracción de la luz solar visible (p. 1783).

9.2.7. Geometría Euclidiana

Según Vásquez Velasco et al (2023) expresa que la Geometría Euclidiana es considerada como axiomática, surge de los conocimientos básicos de Euclides. Esta dispone de cinco postulados; el primero plantea la formación de una recta a partir de dos puntos, el segundo describe la ampliación continua de un segmento rectilíneo en una recta, el tercero indica la existencia de una única circunferencia para cada centro y diámetro, el cuarto señala la igualdad

de los ángulos rectos entre sí, y el quinto, establece que por un punto fuera de una recta es posible trazar una paralela a esa recta (pp. 22-23).

Tal como indica Madrigal Argáez et al (2018) la Geometría Euclidiana se utiliza para plantear vectores normales a las superficies y modificar los ángulos de incidencia y refracción a sistemas de referencia permanentes, lo que permite el cálculo de la dirección del rayo incidente de forma precisa y refractado en lentes u otros objetos ópticos. De esta manera explica que Geometría Euclidiana facilita las herramientas formales para expresar y calcular de manera gráfica el comportamiento de la luz en la refracción que establece la Ley de Snell (pp. 91-92).

9.2.8. Principios Básicos de la Geometría Euclidiana

Uno de los principios básicos de la Geometría Plana aplicados a trayectorias de rayos de luz es el primer postulado de Euclides. De acuerdo con Sánchez B (2012) este postulado establece que partiendo de un punto cualquiera hacia otro es posible trazar una línea recta (p. 79). Este aporte es relevante en la trayectoria de los rayos de luz, puesto que sustenta la idea de que la luz se desplaza en línea recta dentro de un medio homogéneo.

Otro de los principios que se aplica a trayectorias de rayos de luz es el quinto postulado de Euclides. Pinilla Oliva (2022) indica que este postulado establece que cuando una recta, intercepta otras dos, forma a un mismo lado ángulos internos cuya suma es menor que dos rectos, y dichas dos rectas se interceptan en aquel lado en el cual esta suma es menor que dos rectos (p. 26). Este postulado indica la trayectoria rectilínea con que viajan los rayos de luz, así como su comportamiento respecto a ángulos y paralelismo.

Por otra parte, se aplica el teorema de Pitágoras. De acuerdo con Calle et al (2023) este teorema es tal vez una relación matemática, de cierta complejidad, geométricamente señala que, en un triángulo rectángulo, el área de un cuadrado construido tomando como lado la hipotenusa es igual a la suma de las áreas de los cuadrados construidos sobre cada uno de los catetos (p. 8). En el contexto de trayectoria de rayos de luz, el teorema de Pitágoras es fundamental para calcular distancias o cambios en la trayectoria del rayo a través de las partes conocidas del triángulo formado.

9.2.9. Modelización Geométrica de la Incidencia y Refracción

Desde el punto de vista de Canul García (2025) la ley de refracción sugiere el uso de ángulos y razones trigonométricas en su fórmula general, donde compara el ángulo en que el rayo de luz incide en la superficie que separa dos medios y el ángulo en que dicho rayo cambia su desplazamiento al entrar en el segundo medio. Esta comparación se establece la proporción entre la función seno de ambos ángulos (incidente y refractado), garantizando calcular de manera exacta correcta como se desviará la luz, tomando en cuenta las propiedades ópticas de cada material vinculado (pp. 6-8).

Es importante mencionar que además de ángulos y razones trigonométricas, los triángulos pueden llegar a ser clave para describir la incidencia y refracción de un rayo de luz. Estos permiten analizar el comportamiento de la luz después de cambiar de medio, la formación de esta figura geométrica es posible al conectar el punto de inicio del rayo incidente y la normal, de igual manera se une el final del ángulo refractado a la normal.

9.2.10. Visualización y Representación para Fortalecer la Comprensión

Según Gerrido Tumbaco et al (2025) la visualización y representación además de facilitar la asimilación de conceptos complejos, potencia la conexión entre diferentes áreas matemáticas, facilitando una comprensión relacional más profunda (pp. 613-628). Por otra parte, Badía Albanés y Balbuena Cruz (2022) la visualización y representación muestra gráficamente fenómenos, estática o dinámicamente, también puede definirse como la generación de una imagen mental o real de algo complejo o invisible para expresar una idea con el fin de explicar o convencer (p. 8).

9.2.11. Conexión Disciplinar entre la Geometría y Fenómenos Ópticos

La Geometría tiene una estrecha conexión con los fenómenos ópticos, uno de ellos es la formación de imágenes. Alonso (1998) sostiene en la construcción de imagen en superficies reflejantes curvas se toma en consideración los rayos notables, los cuales obedecen a la geometrización para dar razón de la creación de la imagen (Oyola Suárez, 2020, p. 31).

Salazar Serna et al (2013) expresa que Newton plantea tanto la reflexión como la refracción como el producto de la interacción de la luz con la superficie de dos medios de distinta densidad, la diferencia entre ambas es que para la reflexión no existe cambio de ángulo, en cambio para la refracción si lo hay. De igual manera, mencionan que en ambas definiciones es

evidente cómo las nociones y concepciones geométricas matematizables de medición de ángulos y distancias se convierten en relevantes para construir la reflexión y la refracción en términos de la conexión entre la ocurrencia de la fenomenología y la construcción simultánea del algoritmo matemático, donde ambas se correlacionan para garantizar una formulación clara y estructurada (p. 30).

9.3. La Ley de Snell y su Relación con Geometría Euclidiana

La Geometría Euclidiana incluye elementos fundamentales, como es el caso de los ángulos. Yonte Sanchidrián (2005) indica que estos permiten medir la propagación de la luz de un medio a otro (p. 14), por tal razón establece una estrecha relación con la ley de Snell, puesto que esta describe el comportamiento de la luz al cambiar de dirección cuando atraviesa una superficie.

Hurtado Cruz y Espinosa Guevara (2021) expresa que el primer postulado de la Euclides establece que entre dos puntos pasa una única recta (p. 1). Este postulado se vincula con la propagación de la luz, ya que según Figueras Atienza (2013) explica que los rayos de luz se propagan en línea recta entre dos puntos (p. 12).

9.3.1. Fundamentos Teóricos de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell

Por su parte Navas Diezma (2021) señala que la refracción de la luz es el cambio de dirección del rayo al propagarse de un medio a otro a causa del cambio del índice de refracción de cada material o la densidad óptica provocando que la velocidad de la luz varíe. La Ley de Snell aborda una relación entre los ángulos, el de incidencia y el de refracción, con los índices de refracción de cada materia, es decir, la refracción de la luz puede representarse de forma geométrica a través de la Ley de Snell, la cual vincula los ángulos de incidencia y refracción con los índices de refracción de los dos medios (p. 16).

9.3.2. Relación Interdisciplinaria entre Geometría Euclidiana y Trayectorias Ópticas

De acuerdo con Morales Olea (2010) existen fenómenos provocados por la luz con una genealogía increíble. Explica que las imágenes observadas a través de un espejo, es un ejemplo de ello, no obstante, de forma infrecuente viene a conciencia que tienen vinculado un modelo geométrico que permite el análisis y comprensión de dichas imágenes y la percepción sobre ellas (p. 3).

Por otra parte, se dice que existe una racionalidad entre Geometría Euclidiana y trayectorias ópticas. Puesto que, Alemañ Berenguer (2011) expresa que: un medio óptico plantea cierta geometría en cuanto a la propagación de la luz, en el sentido de que prescribe trayectorias no siempre iguales a las que recorrería el rayo en el vacío (el cual está adaptado de las habituales propiedades geométricas euclídeas) (pp. 548-549).

9.3.3. Aplicaciones

Según Domínguez Retamoza (2016): las comunicaciones ópticas inalámbricas de espacio libre se desarrollan a través del uso de enlaces mediante la atmósfera terrestre o en el espacio exterior. Además, señala que en este tipo de enlaces se usan láseres o diodos emisores de luz como elementos de emisión, fotodetectores y antenas ópticas como elementos de recepción que se emplean para percibir la luz en la que la información se desplaza. Además, expresa que tanto las lentes como los espejos son elementos básicos en un sistema óptico, ambos facilitan la formación de imágenes, esto obedece a las leyes de reflexión y las leyes de refracción (pp. 1-5).

Aristizábal (2007) sostiene que los sistemas de fibra óptica usan la energía óptica como soporte. También sostiene que esto indica que presenta una serie significativa de ventajas en otros soportes empleados en la transmisión y tratado de señales analógicas y digitales (p. 143).

10. Diseño metodológico

El presente capítulo contiene una descripción detallada acerca de los procedimientos utilizados para llevar a cabo el proceso investigativo. Primeramente, se muestra el tipo de investigación al que corresponde el estudio, según su nivel de profundidad, de acuerdo con el área de estudio y modalidad de investigación, según la manipulación de las variables, así como el alcance temporal y el enfoque filosófico. Por otra parte, se presenta la población y muestra objeto de estudio, la cual se determina a través de una ecuación matemática. Además, se detalla las técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos, con los que se pretende alcanzar los objetivos específicos planteados en la investigación. Posteriormente, se describe la validez y confiabilidad de los instrumentos, de igual modo, se explican las técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos que serán obtenidos a través de la aplicación de instrumentos tanto a estudiantes como a docente.

De acuerdo con áreas de conocimiento establecidas por la UNAN-Managua, la presente investigación pertenece a Ciencias de la Educación. Según Vega Román (2016) Ciencias de la Educación se define como todas las disciplinas enfocadas en el estudio científico de los diversos aspectos de la educación en sociedades y culturas determinadas (p. 59).

En cuanto a línea de investigación según líneas planteadas por la UNAN-Managua, el estudio investigativo corresponde a Educación para el desarrollo. Argibay y Celorio (2005) expresan que la educación para el desarrollo consiste en un grupo de propuestas teóricas y prácticas destinadas a transformar el conocimiento (p. 11).

El estudio consta de la sublínea El aprendizaje a lo largo de toda la vida. Beltrán Llavador (2015) expresó que este tipo de educación es importante en sociedades de conocimiento y supone un giro educativo y una exigencia para la evolución de nuestro mundo (p. 1).

La elaboración de la Unidad Didáctica para el Aprendizaje de la Relación de la Geometría Euclidiana en la Ley de Snell se alinea con la Política y Agenda del Sistema Educativo Nacional (2025) al fortalecer el talento humano en el ámbito de la Física, garantizando el aprendizaje significativo en la Ley de Snell, a través de la Geometría Euclidiana, incluyendo recursos tecnológicos, resolución de problemas y experimentación práctica. Además del fortalecimiento

del talento humano, responde al lineamiento de articulación interdisciplinaria al vincular la Física con la Matemática, por otra parte, promueve el principio orientador de la Política Nacional de la cultura de innovación social. Aporta de forma directa al entorno educativo, área Innovación y Tecnología Educativa en la línea Tecnologías Emergentes Aplicadas a la Educación, generando una propuesta que contribuye a la transformación educativa.

El estudio investigativo se desarrollará en el Centro Universitario Regional, CUR-Estelí. El cual está ubicado contiguo a la subestación de ENEL, Estelí, el centro universitario atiende una modalidad regular. Ofrece carreras de grado en diferentes áreas del conocimiento como educación, agronomía y salud, además promueve la formación continua a través de maestrías y la participación en actividades de investigación.

10.1. Tipo de investigación

Según el nivel de profundidad es una investigación correlacional. Este tipo de investigación es considerada no experimental. De acuerdo con Bustamante C y Mendoza Quispe (2013) una investigación correlacional determina la relación entre dos o más variables (p. 1). Por otra parte, Guillen Valle et al (2020) la finalidad de la investigación correlacional es determinar cómo se comporta una variable sobre la otra (p. 74).

La presente investigación pretende vincular las variables dependiente e independiente, a través del coeficiente de Pearson, a partir de los datos obtenidos de los docentes en la encuesta y matriz de valoración, además, es del tipo de investigación no experimental. Por lo tanto, el estudio corresponde al tipo de investigación correlacional.

Según el área de estudio y modalidad de la investigación corresponde a investigación acción educativa. Saltos Rodríguez et al (2018) indica que la investigación acción educativa se basa en un conjunto de estrategias metodológicas empleadas para mejorar el sistema educativo (p. 151). Martínez (2014) indica que, la investigación acción educativa no establece necesariamente que los educadores hagan las mismas tareas de investigación que llevan a cabo los investigadores formados, sino que sugieren un trabajo de investigación en conjunto (p. 77).

El estudio investigativo tiene como finalidad proponer una unidad didáctica para el aprendizaje de la relación entre la Ley de Snell y la Geometría Euclidiana, es decir, brinda una alternativa para favorecer el aprendizaje de estas temáticas, a través de metodologías activas. Es por ello que se considera investigación acción educativa.

Según la manipulación de las variables es no experimental. De acuerdo con Arias González y Covinos Gallardo (2021) una investigación no experimental es aquella en la que no se manipulan las variables de estudio, es decir, carece de condiciones experimentales (p. 78). Cortés Cortés e Iglesias León (2004) expresan que, en los estudios no experimentales, es muy complejo separar los efectos de las variables del estudio y saber la contribución de cada una (p. 29).

La unidad didáctica producto de esta investigación se extiende solamente como propuesta, por lo que no se manipulan las variables, es decir, no será aplicada a la muestra objeto de estudio. Por tales razones resulta ser una investigación no experimental.

Según el alcance temporal es de tipo transversal. Manterola et al (2019) señala que los estudios de corte transversal se caracterizan por observar al individuo una sola vez en el tiempo, es decir, es temporal (p. 40). De acuerdo con Cvetkovic Vega et al (2021) la condición principal, de este tipo de investigación, es la incapacidad de determinar un proceso temporáneo claro entre la variable dependiente y la independiente (p. 184).

La investigación es considerada de tipo transversal, ya que se llevará a cabo únicamente durante el segundo semestre correspondiente al año 2025. La investigación transversal es conocida por ser de tiempo limitado.

Según el enfoque filosófico, la presente investigación pertenece al enfoque cuantitativo. Tal como lo indica Rivadeneira Rodríguez (2017) la investigación cuantitativa aborda hechos que pueden ser observados, que sean medibles y replicables, haciendo uso de modelos estadísticos de carácter numérico (p. 121). Además, Cejas Martínez et al (2023) señalan que la investigación cuantitativa es definida como aquella según la cual se recopilan y analizan datos cuantitativos acerca de las variables del estudio (p. 25).

Los objetivos planteados en la investigación están relacionados con mediciones numéricas, por ende, la selección de los instrumentos para dar salida a cada uno de ellos se rige a la condición de que los ítems deben de selección múltiple. Por lo que cumple con las características de una investigación de enfoque cuantitativo.

La investigación pertenece al paradigma positivista. Herrera Castrillo (2024) señala que el paradigma positivista tiene como finalidad brindar explicaciones, predicciones y controlar fenómenos a través de la comprobación de teorías, es crucial en estudios investigaciones en Física y Matemática (p. 29). Según Miranda Beltrán y Ortiz Bernal (2020) este paradigma facilita una distinción entre el investigador como un sujeto neutral y la realidad abordada que es vista ajena a las influencias del sujeto científico (p. 7).

Una de las características principales del paradigma positivista es su énfasis en la recopilación de datos numéricos, a través de instrumentos como encuestas. Por consiguiente, esta investigación obedece a este paradigma, otra razón relevante es su vitalidad en estudios de Física y Matemática.

10.2. Población y selección de la muestra

La población objeto de estudio de la presente investigación está compuesta por 14 estudiantes de primer año de la carrera Física Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí, además, se incluyen 4 docentes que facilitan componentes relacionados a las temáticas abordadas. De acuerdo con Chero Pacheco (2024) la población abarca el conjunto de elementos que corresponden con ciertas características relevantes para el estudio (p. 66). Por otra parte, Hernández y Carpio (2019) define la muestra como un subconjunto del universo o un parte significativo de la población (p. 76).

La muestra corresponde al tipo de muestreo aleatorio simple. Según Otzen y Manterola (2017) el muestreo aleatorio simple permite que todos los individuos que forman parte de la población tienen las mismas posibilidades de formar parte de la muestra (p. 228).

La selección de muestra se llevó a cabo a través de una ecuación. Esta vincula tamaño de la muestra, tamaño de la población, probabilidad positiva, probabilidad negativa, error, y nivel de confianza. A continuación, se detalla el procedimiento de cálculo del tamaño de la muestra.

$$n = \frac{(Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N)}{(e^2(N - 1) + p \cdot q \cdot Z^2)} \quad (3)$$

Donde,

n= tamaño de la muestra

N= tamaño de la población

p= probabilidad positiva (0,5)

q= probabilidad negativa (1 – 0,5)

e= error (100 – 97% = 3% 3/100 = 0,03)

Z= nivel de confianza (2,17)

Se procede a sustituir los valores de cada una de las variables en la ecuación.

$$n = \frac{(Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N)}{(e^2(N - 1) + p \cdot q \cdot Z^2)} \quad (4)$$

$$n = \frac{(2,17)^2 (0,5)(0,5)(14)}{(0,03)^2(14 - 1) + (0,5)(0,5)(2,17)^2} \quad (5)$$

Se resuelve las operaciones que se encuentran en la parte del numerador, las cantidades que tienen exponente dos en el denominador y la diferencia entre 14 y 1.

$$n = \frac{(4,7089)(3,5)}{(0,0009)(13) + (0,5)(0,5)(4,7089)} \quad (6)$$

Se resuelve el producto del numerador y los productos del denominador.

$$n = \frac{16,48115}{(0,0117 + 1,177225)} \quad (7)$$

Posteriormente, calcular la suma ubicada en el denominador.

$$n = \frac{16,48115}{1,188925} \quad (8)$$

Finalmente, se resuelve la división.

$$n = 13,8622284837 \quad (9)$$

$$n = 13 \quad (10)$$

A continuación, se presenta el cálculo de la muestra de docentes:

$$n = \frac{(Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N)}{(e^2(N - 1) + p \cdot q \cdot Z^2)} \quad (11)$$

$$n = \frac{(2,17)^2 (0,5) (0,5) (4)}{(0,03)^2(4 - 1) + (0,5)(0,5)(2,17)^2} \quad (12)$$

$$n = \frac{(4,7089)(1)}{(0,0009)(3) + (0,5)(0,5)(4,7089)} \quad (13)$$

$$n = \frac{4,7089}{(0,0027 + 1,177225)} \quad (14)$$

$$n = \frac{4,7089}{1,179925} \quad (15)$$

$$n = 3,9908468759 \quad (16)$$

$$n = 3 \quad (17)$$

Posterior al desarrollo del procedimiento de cálculo de la ecuación para determinar la muestra, se obtuvo como resultado 13,8622284837, por lo que se redondeó. Por lo tanto, la muestra seleccionada para esta investigación consta de 13 estudiantes de primer año de la carrera Física Matemática y 3 docentes de la UNAN-Managua, CUR-Estelí.

10.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

La investigación se centra en el uso de técnicas consideradas convenientes para la recolección de datos. En primer lugar, el cuestionario. De acuerdo con Vega Falcón et al (2023) el cuestionario es una serie de interrogantes que tienen como finalidad medir una determinada capacidad (p. 51). Por otra parte, De Jesús Mex Álvarez et al (2021) indica que los cuestionarios son una herramienta científica que deben ser instrumentos válidos y confiables; dichos aspectos son fundamentales para garantizar la autenticidad del estudio investigativo (p. 1172).

El uso de cuestionario en esta investigación es crucial debido a la efectividad de dicho instrumento en investigaciones cuantitativas. Partiendo de su enfoque de preguntas cerradas o selección múltiple hace más sencilla la tarea de conseguir el punto de vista de una determinada muestra.

Además, se utilizó escala Likert. Según Matas (2018) la escala Likert consiste en una serie de ítems, la mitad acorde con la actitud a medir y la otra mitad en contra (p. 39). Maldonado Luna et al (2007) expresa que la escala tipo Likert es un instrumento de recolección de datos cuantitativos empleado en la investigación, es un tipo de escala aditiva que pertenece a un nivel de medición ordinal (p. 1).

La escala Likert es una técnica utilizada para evaluar actitudes. En el contexto de la presente investigación, este tipo de técnica se considera fundamental para obtener la posición de docentes acerca de la unidad didáctica producto de este estudio, donde se implementarán mejoras de acuerdo a la selección de los participantes.

En cuanto a instrumentos se elaboró una prueba estandarizada con ejercicios de selección múltiple para estudiantes, esta para dar salida al primer objetivo específico, caracterizar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre los conceptos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell. Demarchi Sánchez (2020) explica que las pruebas estandarizadas son una manera de dar continuidad a los conocimientos adquiridos por los estudiantes en los estamentos educativos (p. 107). De acuerdo con Fernández Nava et al (2017) las pruebas estandarizadas representan un modelo efectivo en el ámbito académico y no tanto, de calidad, donde la evaluación es entendida como un proceso de recopilación de información valiosa para procesos de mejora (p. 51).

El uso de prueba estandarizada además de ser un instrumento para la recolección de datos cuantitativos, garantiza una respuesta por parte de todos los participantes. Puesto que, al facilitar selección múltiple para dar respuesta a los ejercicios planteados, los individuos seleccionan la opción que según su criterio es correcta.

Desde el punto de vista de Duarte Sánchez y Guerrero Barreto (2024) señala que la encuesta es un instrumento que utiliza procedimientos estandarizados que facilitan la recopilación, así como el análisis de la información de la muestra (p. 94). Según Salvador Oliván et al (2021) la calidad de la metodología utilizada en estudios con encuestas es fundamental para garantizar la fiabilidad y validez de los resultados. Así como para generalizar los resultados a las poblaciones de las que proceden las muestras analizadas (p. 2).

Este instrumento se consideró de carácter relevante, puesto que está alineado al enfoque cuantitativo que rige esta investigación. Su utilización permite la obtención y análisis de datos de manera ordenada, facilitando el proceso de tabulación y representación gráfica, por ende, garantiza la presentación de resultados precisos.

Además, se diseñó una Matriz de Valoración para docente, este instrumento fue usado para dar salida al tercer objetivo específico, diseñar una unidad didáctica basada en estrategias activas que integre la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell. Según Garriga Sarría (2016) las matrices de valoración constituyen una excelente propuesta para evaluar, además, han iniciado a usarse con más frecuencia. De esta forma es aplicada en tareas, proyectos, trabajos o productos terminados, entre otros (pp. 144-145). Mora et al (2018) expresa que para que las matrices de valoración estimen de forma válida y confiable los desempeños alcanzados por el alumno, deben atravesar un proceso previo en el que se establezcan sus propiedades psicométricas lo que garantiza su validez y confiabilidad (p. 64).

La matriz de valoración al ser un instrumento utilizado en investigaciones cuantitativas, resultó conveniente para la recopilación de información acerca de la unidad didáctica producto de este estudio. Dicho instrumento permitió no solo la facilidad de analizar los datos obtenidos, sino que también favoreció la organización de los indicadores que se pretendían evaluar.

10.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos

De acuerdo con Villasís Kever et al (2018) la validez en investigación hace referencia a algo que es verdadero o cercano a la verdad, se considera que los resultados de un estudio son válidos cuando este se encuentra libre de errores (p. 415). La validez de los instrumentos diseñados para la recopilación de información del presente estudio investigativo fue comprobada a través de juicio de expertos. Según Escobar Pérez y Cuervo Martínez (2008) el juicio de expertos es un procedimiento que surge de la necesidad de determinar la validez de contenido de una prueba. Para realizar este procedimiento es necesario recabar información de forma sistemática (p. 30).

Luego de que se hicieron llegar los instrumentos a los expertos encargados de la revisión de los mismos se recibió retroalimentación acerca de posibles errores y sugerencias, esto

permitió la modificación de los instrumentos para garantizar su calidad, y que posteriormente estos fueran expuestos a la confiabilidad. Según Corral de Franco (2022) la confiabilidad está vinculada a la exactitud de la información brindada por los instrumentos; es la capacidad del instrumento de emitir información similar en ocasiones repetida con una misma muestra y condiciones similares (p. 576).

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos, cada uno de estos fue sometido a Alpha de Cronbach, donde se obtuvo que los instrumentos alcanzaron un coeficiente de confiabilidad equivalente a 0.8, tal como se muestra en el Anexo D. Desde el punto de vista de Tuapanta Dacto et al (2017) el coeficiente de Cronbach, consiste en un índice útil para medir la consistencia interna de una escala para evaluar la extensión en que los ítems de un determinado instrumento son correlacionados (p. 40).

10.5. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Datos

Luego de haber recopilado datos a través de la aplicación de instrumentos diseñados para el estudio, se procedió a la realización de codificación de datos, donde se asignó valores numéricos a las respuestas obtenidas y de esta manera facilitar su organización. Posteriormente, se llevó a cabo la tabulación, en esta se registró la información a través de tablas de datos, para la organización y análisis de información se utilizó el software estadístico Excel, este garantizó el planteamiento de datos manteniendo el orden.

Además, se empleó la estadística descriptiva, esta para detallar los hallazgos de la muestra posterior a la aplicación de instrumentos, además, se utilizó la estadística inferencial, la cual permitió a través de los datos recopilados de la muestra, hacer predicciones acerca de la población completa. Por otra parte, se desarrolló el cálculo de frecuencias, así como porcentajes, medias, medianas, modas y desviaciones estándar. También, se identificó las relaciones entre variables mediante la correlación de Pearson, para ello se tomó en cuenta las respuestas obtenidas de los docentes en la matriz de valoración y en el cuestionario.

Para determinar el grado de influencia de una variable sobre otra se utilizó la herramienta de regresión lineal. Luego se crearon gráficos como histogramas, diagramas de barras, gráficas de dispersión, entre otros; esto para la representación gráfica de los datos. Por último, en la

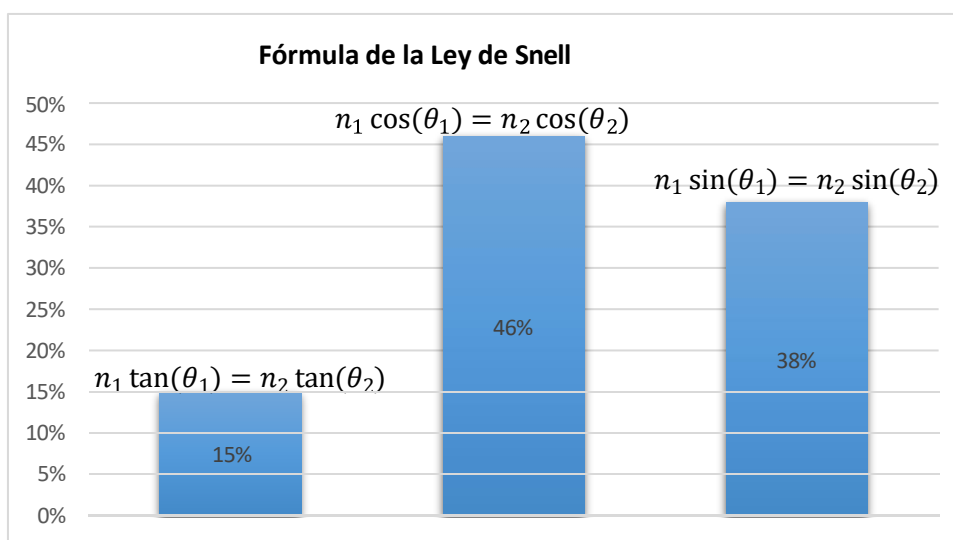
interpretación de resultados, se contrastaron los hallazgos con los objetivos y la hipótesis de investigación.

11. Análisis y discusión de resultados

En este apartado se presenta el análisis y discusión de los resultados. El cual contiene matrices y gráficos que reflejan los datos obtenidos a partir de la aplicación de instrumentos, además se muestra medidas de tendencia central, como es la media, moda, mediana y desviación estándar, así como una descripción detallada de los hallazgos.

Para dar salida al primer objetivo específico caracterizar el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre los conceptos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, se aplicó una prueba estandarizada con ejercicios de selección múltiple, acerca de conceptos básicos de la temática, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 1. Reconocimiento de la fórmula de la Ley de Snell



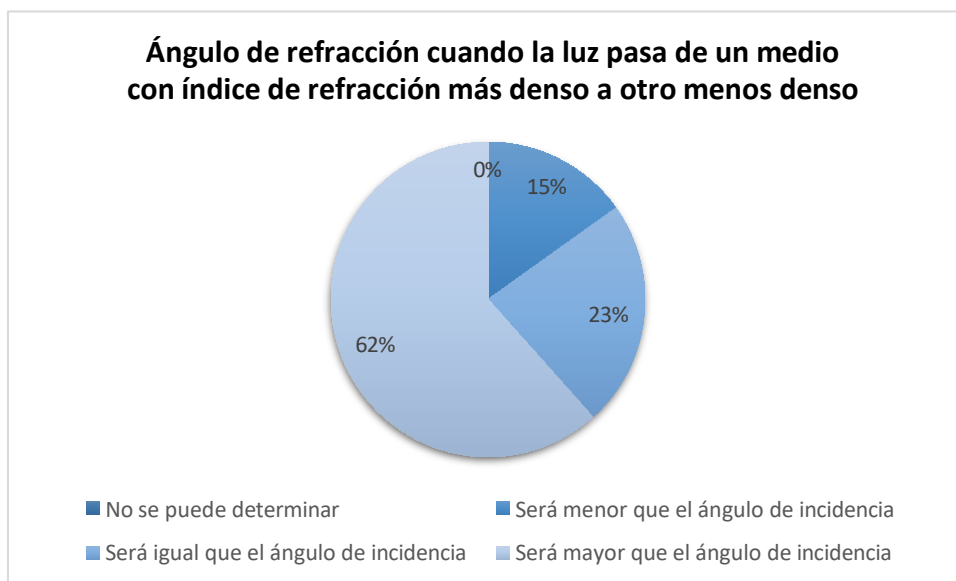
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

De acuerdo con la Figura 1, en cuanto a la fórmula de la Ley de Snell, se aprecia que un 15% de estudiantes señaló que la fórmula de la Ley de Snell implica la función tangente, lo que mostró un bajo nivel de conocimiento previo, el 46% indicó que la fórmula incluye la función coseno, esta respuesta incorrecta evidenció que su nivel de conocimiento es limitado, en cambio, el 38% expresó que la fórmula integra la función seno. Esto significa indica una base significativa de conocimiento previo por parte de esta cantidad de estudiantes, en cuanto a identificar ecuaciones físicas.

Tal como lo indica Espinoza Huete et al (2024) identificó un nivel de conocimiento previo bajo al aplicar un pretest. Obteniendo que un 13.3% de los estudiantes presentaron un conocimiento previo significativo, mientras que el 86.7% mostraron poco conocimiento sobre temáticas vinculadas con la Geometría. Estos datos muestran que es complicado encontrar un nivel de conocimiento previo significativo acerca de contenidos complejos como es el caso de la Física y la Matemática, por consiguiente, el proceso de aprendizaje puede llegar a ser un desafío.

Al respecto, Velásquez Peña et al (2009) señala que el aprendizaje es una actividad humana de carácter complejo que hace concebible que un individuo transite de manera gradual de un estado inicial a un nuevo estado cualitativamente superior. En este caso a partir el nivel de conocimiento presentado por la muestra de este estudio, se podría alcanzar un aprendizaje significativo, puesto que el conocimiento previo de los estudiantes sobre la fórmula de la Ley de Snell a pesar de no ser alto, es suficiente para abordar esta temática.

Figura 2. Comprensión sobre el ángulo de refracción



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

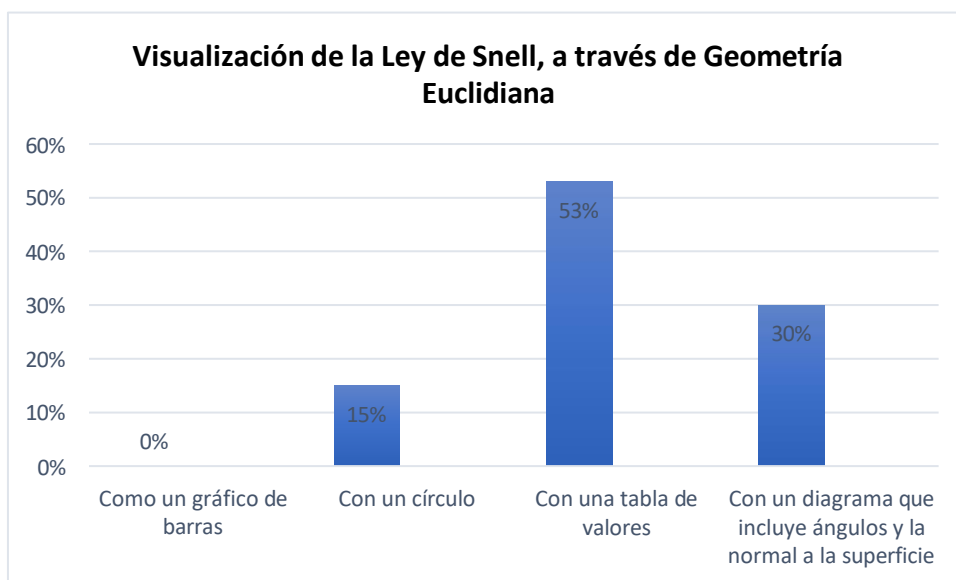
La figura 2, muestra que el 15% expresó que será menor que el ángulo de incidencia, un 23% señaló que será igual que el ángulo de incidencia, lo que representa un conocimiento limitado acerca del ángulo de refracción, demostrando que esta minoría precisa apoyo para contrarrestar sus dificultades. Por otra parte, el 62% de estudiantes indicó que el ángulo de

refracción cuando la luz pasa de un medio con índice de refracción más denso a otro menos denso, será mayor que el ángulo de incidencia, lo cual sugiere una mayoría de estudiantes con un conocimiento previo sólido de este concepto crucial en la Óptica.

Del mismo modo, Joya Cetina y Suárez Sotomonte (2020) en su investigación, mostraron que el 75% de los estudiantes presentó una comprensión profunda sobre elementos de Geometría Euclidiana, logrando formular conjeturas acerca de la construcción de las bisectrices e incentro del triángulo y de la circunferencia inscrita. Con respecto a la caracterización de las bisectrices e incentro del triángulo afirmaron que las rectas permanecen siempre dentro del triángulo y que el punto de intersección de las bisectrices no es exterior al triángulo.

Tal como lo indica Zapata Lascano et al (2024) las metodologías activas constituyen un proceso interactivo, que garantizan la construcción de conocimiento. Por lo tanto, el estudiante puede adquirir un aprendizaje sólido, luego de aplicar los métodos adecuados a sus necesidades, además de tomar en consideración el nivel de conocimiento previo que este presenta sobre la temática, por lo que se sugiere que los estudiantes podrían llegar a tener un aprendizaje significativo, en cuanto a la relación de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.

Figura 3. Visualización de la Ley de Snell mediante Geometría Euclidiana



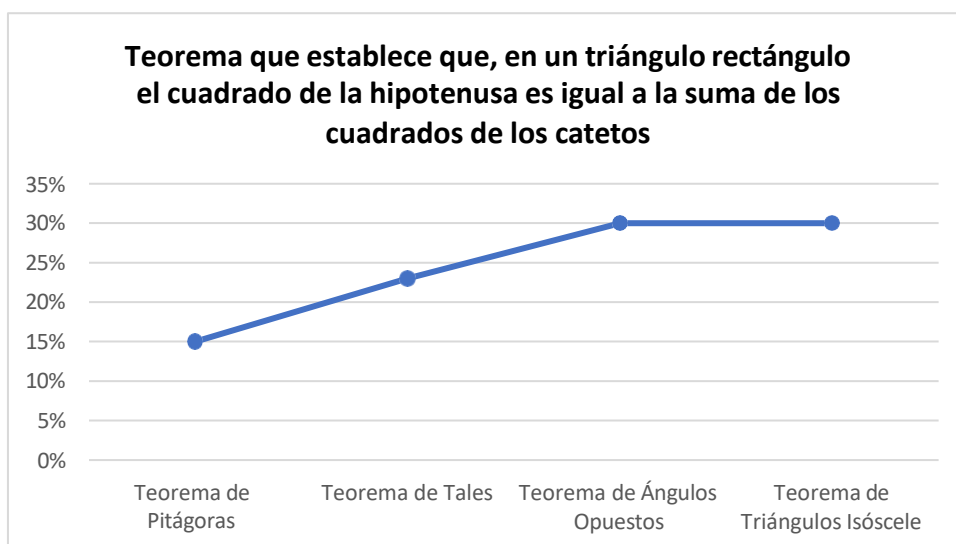
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

En la figura 3, se aprecia que el 15% de los estudiantes indicó que la Ley de Snell se visualiza a través de un círculo, el 53% reflejó que la Ley de Snell se visualiza gráficamente mediante una tabla de valores, esto significa que están propensos a enfrentar dificultades en cuanto a la representación de la Ley de Snell, a través de Geometría Euclidiana. Por otro lado, el 30% manifestó que se representa con un diagrama que incluye ángulos y la normal a la superficie, que están familiarizados en cuanto a la representación gráfica de dicha ley.

Esto se relaciona con el estudio de Joya Cetina y Suárez Sotomonte (2020) en el que de 32 estudiantes que conformaron su muestra de estudio, solamente 9 estudiantes mostraron conocimiento acerca del procedimiento a través del cual se podrían construir rectas notables tipo 3 y la forma como estas se relacionan con los lados y vértices del triángulo. Sin embargo, un 90% de dicha muestra presentó gran conocimiento sobre la clasificación de triángulos, de acuerdo con la medida de sus lados y amplitud de sus ángulos internos.

Leonard et al (2002) explica que los estudiantes deben explorar sus conocimientos previos para luego afinar, conectar e interrelacionar conceptos. Por lo que resulta importante que el facilitador tome como punto de partida esos conocimientos, para que posterior a ello, logre adecuar recursos didácticos que permitan fortalecer las ideas de los estudiantes.

Figura 4. Teorema que relaciona el cuadrado de la hipotenusa de un triángulo rectángulo con la suma de los cuadrados de los catetos



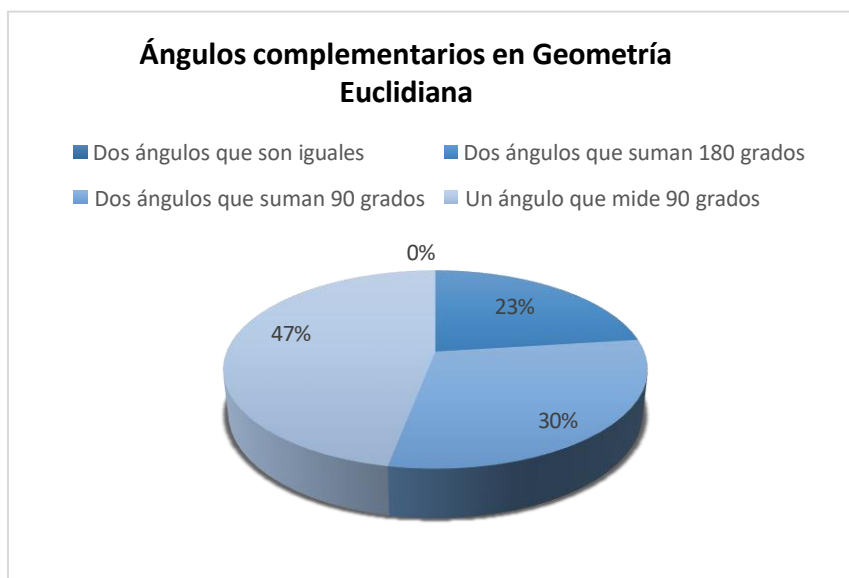
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tal como se indica en la figura 4, el 15% de estudiantes señaló que el teorema que establece que en un triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos, es el teorema de Pitágoras, mostrando habilidades para diferenciar este concepto de otros. En cambio, un 23%, expresó que se trata del teorema de Tales indicando, el 23% indicó que se refiere al teorema de Ángulos Opuestos, y el otro 15% manifestó que hace referencia al teorema de Triángulos Isósceles, por lo que es perceptible la precisión de atender la necesidad de esta cantidad de muestra para garantizar un nivel de aprendizaje representativo.

Tal como lo expresa, el estudio desarrollado por Espinoza Huete et al (2024) la mayoría de estudiantes, es decir, el 86.7% no tenían un conocimiento sólido. Pese a ello, evidenció un avance considerable en el aprendizaje luego de la aplicación de su metodología, donde demostró un avance de un 60% de estudiantes con un alto nivel de comprensión y solamente el 40% presentó dificultades.

Sarmiento Santana (2004) indica que el sujeto aprende de manera espontánea y su pensamiento se constituye por un juego de operaciones interconectadas, vivientes y actuantes y no por una colección de contenidos, de imágenes, ideas, y el maestro debe interpretar los contenidos de acuerdo a estas operaciones que son la base de las nociones que se propone enseñar. Por tal razón el nivel de conocimiento previo es un elemento clave, ya que debe ser la base para la construcción de un aprendizaje significativo, permitiendo al docente adecuar sus metodologías de acuerdo a dichos conocimientos.

Figura 5. Conocimiento sobre ángulo complementario



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

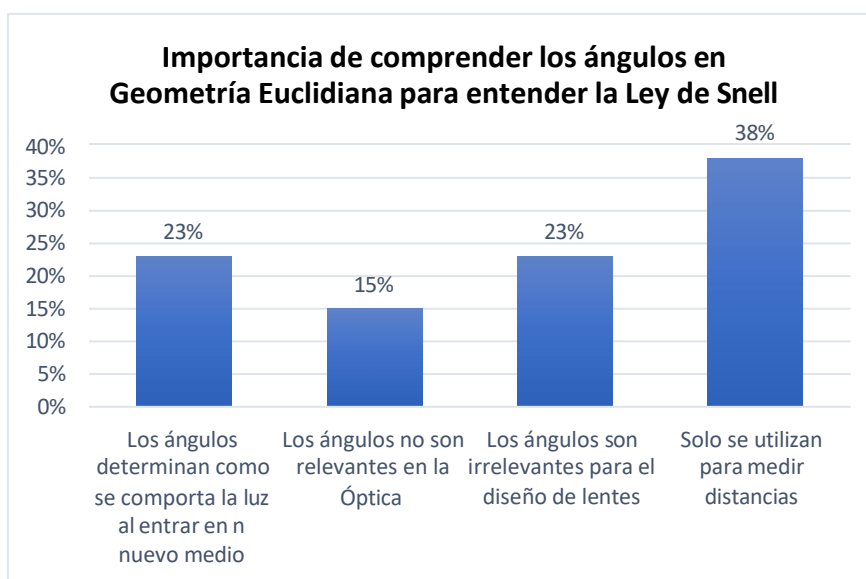
La figura 5, señala que una mayoría de estudiantes tiene conocimientos previos sobre el ángulo complementario en Geometría Euclidiana, reflejando un 23% que expresó que los ángulos complementarios, son dos ángulos que suman 180 grados, evidenciando su escaso conocimiento, en cambio, el 30% señaló que son dos ángulos que suman 90 grados, lo que demostró un nivel de conocimiento significativo. Por otra parte, muestra que el 47% indicó que es un ángulo que mide 90 grados, lo que representa un limitado nivel de conocimientos previos con respecto a ángulos complementarios.

Gutiérrez M y López M (2010) expresó en su investigación los estudiantes demostraron un buen rendimiento académico, indicando que captan fácilmente los contenidos y presentar aprendizaje significativo ante cualquier situación que se les presente. No obstante, en un examen diagnóstico que aplicó, obtuvo que un 100% de su muestra objeto de estudio mostró una escasa comprensión previa sobre temáticas de Geometría, desde conceptos básicos hasta clasificación de figuras geométricas y resolución de problemas.

Tintaya Condori (2016) señala que el aprendizaje es un proceso creativo fundamental, en el que el alumno recrea y fortalece sus estructuras personales. Por lo que los conocimientos previos que el estudiante presenta antes del desarrollo de un determinado contenido

independientemente de si es significativo o no puede afianzarse a través del proceso de aprendizaje facilitado por el docente considerando el uso de recursos didácticos que garanticen la motivación e interés del estudiante.

Figura 6. Importancia de entender los ángulos en Geometría Euclidiana para entender la Ley de Snell



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

La figura 6, hace énfasis en las respuestas dadas por los estudiantes acerca de la importancia de comprender los ángulos geométricos para entender la Ley de Snell, mostrando que un 23% de estudiantes indicó que los ángulos determinan cómo se comporta la luz al entrar en un nuevo medio, señalando que cuentan con los saberes necesarios para comprender la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell. El 15% manifestó que los ángulos no son relevantes en la óptica, el 23% señaló que los ángulos son irrelevantes para el diseño de lentes, y el 38% expresó que solo se utilizan para medir distancias, lo que representa deficiencias en cuanto a la comprensión del comportamiento de la luz al propagarse de un medio a otro.

Estos datos se vinculan con el estudio de Espinoza Huete et al (2024) en el que encontraron que la mayoría de estudiantes presentaron poco conocimiento en cuanto a la interpretación y simbolización de conceptos geométricos, afectando en gran manera su comprensión en cuanto a los criterios de semejanza de triángulos. Además, señala que tenían

poco conocimiento previo con respecto a la construcción de figuras y gráficos geométricos, lo que representó un desafío para facilitar un aprendizaje efectivo.

Castro Mero y Mendoza Bravo (2022) indican que los estudiantes, son los que tienen la obligación de construir su aprendizaje a partir de los saberes previos para trabajar de mejor manera, ya sea grupal o individualmente, manteniendo la motivación, siendo el protagonista de su propio aprendizaje. Es decir, que el maestro solamente es un facilitador que implementa material alineado con las necesidades que presentan los estudiantes.

A continuación, en la tabla siguiente se describen las medidas de tendencia central y medidas de dispersión tales como: media, mediana, moda, rango, varianza y desviación estándar:

Tabla 2. Medidas de tendencia central y medidas de dispersión de la prueba estandarizada

Medidas de tendencia central				medidas de dispersión	
Media	Moda	Mediana	Rango	Varianza	Desviación estándar
3.2	4	3	4	0.7	0.8

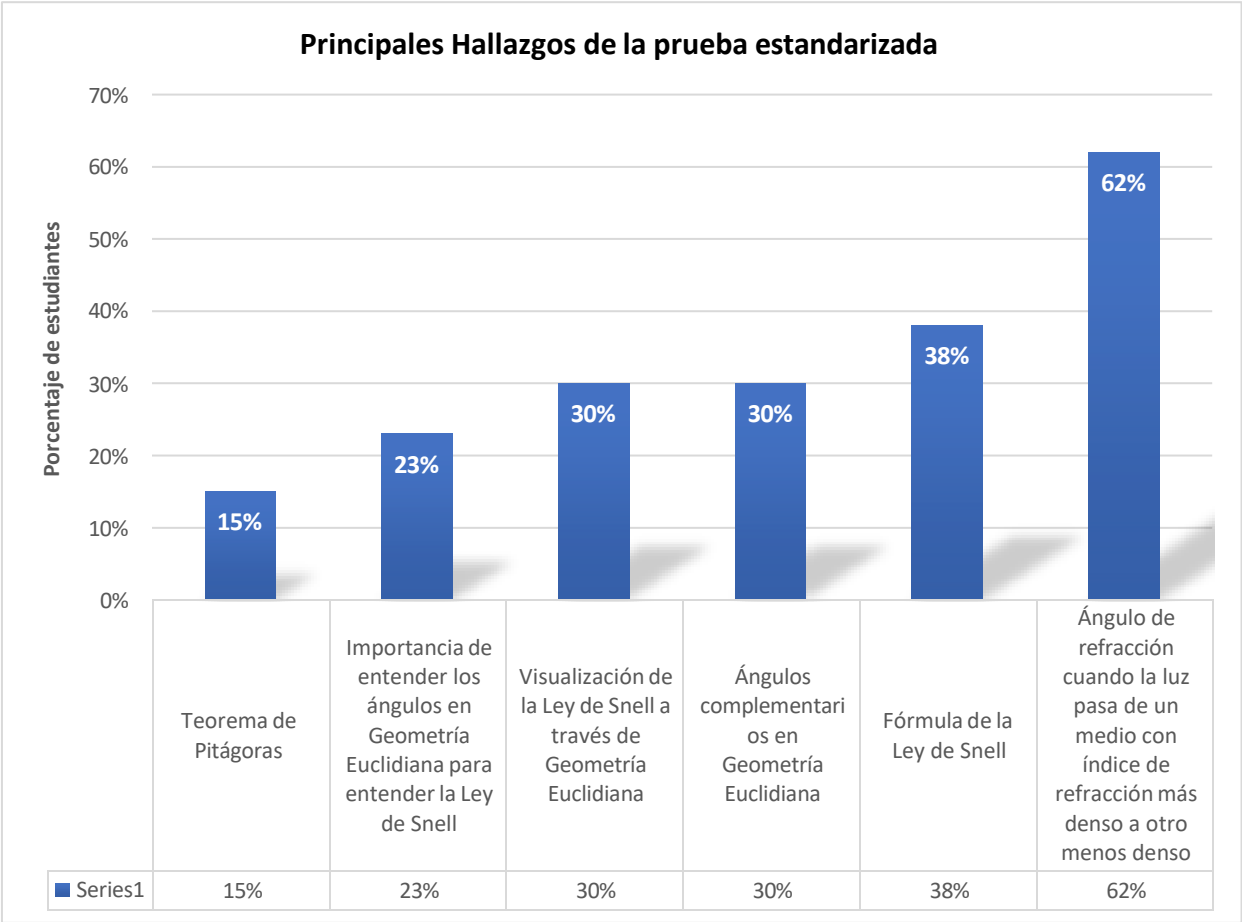
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

La tabla sugiere una media de 3.2, lo cual indica un promedio en las respuestas superior a 3, en cuanto a la moda es 4, es decir, que la respuesta mayormente seleccionada es la opción 4, la mediana es 3, representando el valor central en las respuestas de los estudiantes. Por otra parte, el rango es 4, indicando la diferencia entre las opciones de respuestas seleccionadas, en lo que corresponde a la varianza es 0.7, lo que refleja una variabilidad baja en las respuestas de la prueba dadas por la muestra, la desviación estándar es de 0.8, lo cual indica una dispersión en los datos respecto a la media menor a 1, es decir, que las respuestas de la prueba están considerablemente concentradas en un mismo punto.

Los datos obtenidos evidencian un nivel de conocimiento previo, significativo. A diferencia del estudio desarrollado por Espinoza Huete et al (2024) que indica un nivel de conocimiento

previo considerablemente bajo, ya que solamente el 13.3% no mostró ninguna dificultad, en cambio el 86.7% presentó un bajo nivel de conocimiento previo.

Figura 7. Principales hallazgos de la prueba estandarizada



Nota: fuente elaboración propia

La figura 7, refleja los principales hallazgos en cuanto al nivel de conocimiento previo de los estudiantes respecto a conceptos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell. Los hallazgos demuestran que el 15% de estudiantes presentó un conocimiento previo significativo en cuanto al teorema de Pitágoras, el 23% mostró conocimientos sobre la importancia de entender los ángulos en Geometría Euclidiana para comprender la Ley de Snell. Por otra parte, el 30% manifestó conocimiento acerca de la visualización de la Ley de Snell, a través de Geometría Euclidiana, de igual forma, el 30% demostró conocimiento en relación a ángulos complementarios, el 38% reflejó conocimiento sobre la fórmula de la Ley de Snell, y, el 62% mostró saberes previos

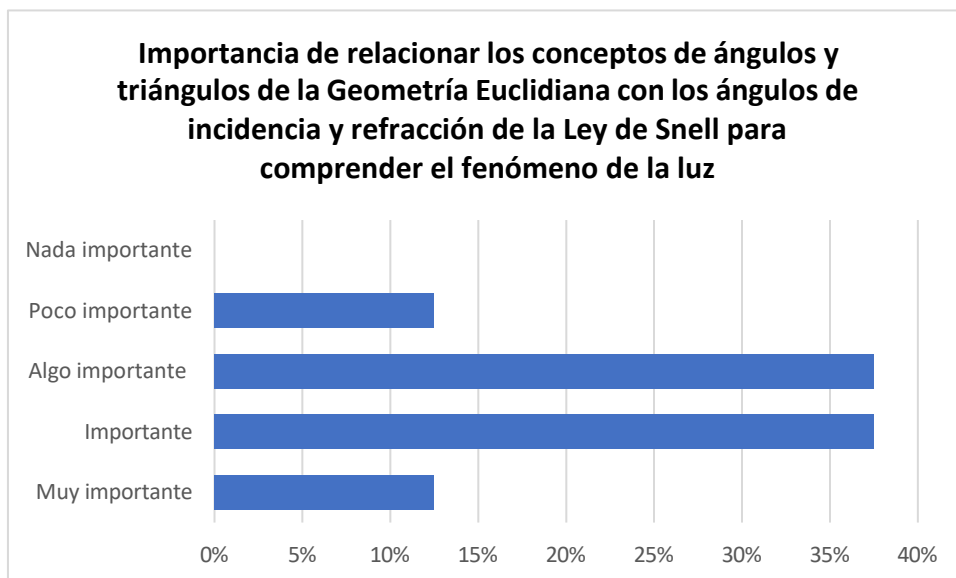
en cuanto al ángulo de refracción cuando la luz pasa de un medio a otro con diferente índice de refracción.

Estos hallazgos coinciden con el estudio de Joya Cetina y Suárez Sotomonte (2020), en el que obtuvieron que de 32 estudiantes solamente 9 mostraron conocimiento sobre los elementos del triángulo. En cambio en la clasificación de dichas figuras geométricas el 95% reflejó un gran nivel de conocimiento previo. Lo que evidenció que los conocimientos previos en cuanto a conceptos de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, mayormente suelen ser limitados, debido a su grado de complejidad que representa para los estudiantes.

Castañeda Ramírez (2008) explica que el aprendizaje es un cambio en el conocimiento de alguien como resultado de su experiencia. En relación a conocimientos previos, esto refleja que una vez identificados los conocimientos previos, el facilitador del aprendizaje tiene la oportunidad de adaptar su planificación y recursos para potenciar esos conocimientos presentados por el estudiante y de esta manera garantizar un nivel considerable en el aprendizaje.

Para dar salida al segundo objetivo específico Analizar la percepción docente-estudiante respecto a la necesidad de integrar contenidos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell mediante recursos didácticos activos, se utilizó como instrumento de recolección de datos una encuesta, mismo que fue aplicado tanto a docente como estudiantes, obteniendo los siguientes datos:

Figura 8. Importancia de la relación de conceptos de Geometría Euclidiana con los ángulos de incidencia para comprender el fenómeno de la luz



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

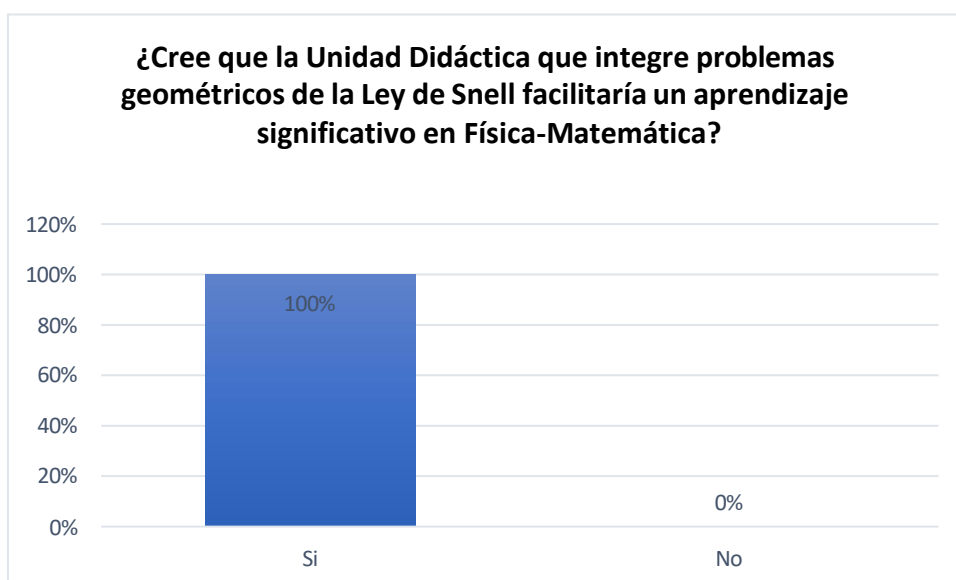
La figura 8, presenta las opiniones tanto de estudiantes como de docentes acerca de la unidad didáctica que integra Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, donde el 13% de la muestra expresó que relacionar conceptos Geometría Euclidiana con los ángulos de incidencia y refracción de la Ley de Snell para comprender el fenómeno de la luz, es poco importante, lo cual representa una opinión negativa por parte de los encuestados, el 38% indicó que esta relación es algo importante. Por otra parte, el 38% señaló que es importante, y solamente el 13% considera que es muy importante, esto sugiere que esta pequeña cantidad de la muestra tiene conocimiento acerca de la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell para comprender la luz.

Esto se vincula con la investigación de Espitia Sierra (2022) en la que encontró que 4 docentes de su muestra señalaron la importancia de la demostración matemática, puesto que esta contribuye a concretar el conocimiento. En el contexto del presente estudio la demostración

matemática resulta fundamental para relacionar elementos de la Geometría Euclidiana, con elementos que implica la Ley de Snell para asimilar el fenómeno de la luz.

Según la perspectiva de Canul García (2025) la ley de refracción sugiere el uso de elementos de la Geometría en su fórmula general, en la que compara el ángulo en que el rayo de luz incide en la superficie que separa dos medios y el ángulo en que cambia su desplazamiento al entrar al segundo medio. Por tal razón la Geometría Euclidiana es percibida como una excelente opción para representar fenómenos ópticos.

Figura 9. Consideración sobre aprender la Ley de Snell utilizando recursos geométricos



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

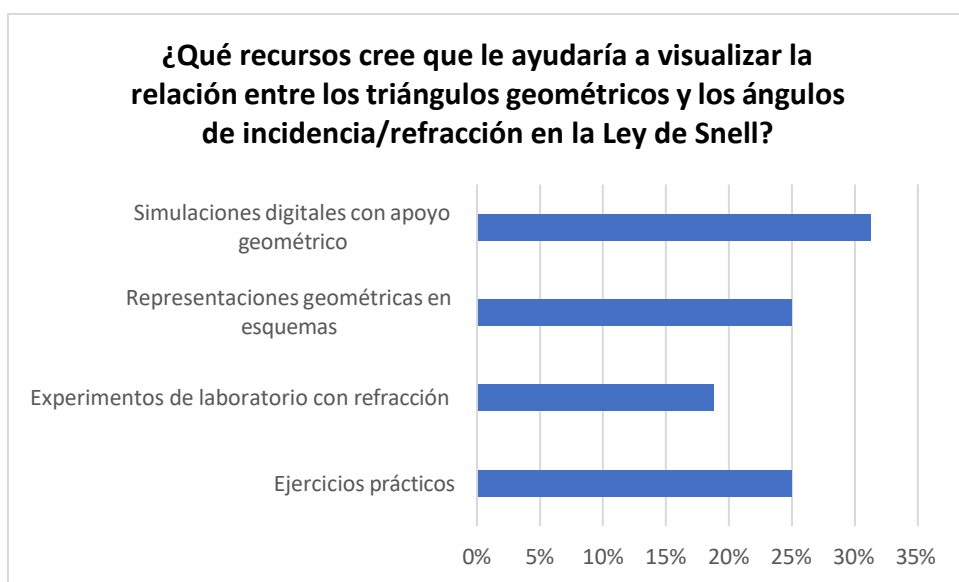
Tal como lo muestra la figura 9, el 100% de los encuestados expresó que una unidad didáctica que integre problemas geométricos de la Ley de Snell facilitaría un aprendizaje significativo en Física-Matemática. Esto evidenció una percepción muy alta, demostrando que comprenden el impacto positivo de dicho material didáctico para promover un aprendizaje eficiente.

Estos datos se relacionan con el estudio de Espín Freire (2024) en el que demostró que la elaboración de materiales específicos facilita la enseñanza de conceptos complejos como la reflexión y refracción de la luz, facilitando un aprendizaje más activo y significativo. En este caso

la unidad didáctica se considera un material didáctico efectivo para el estudio de conceptos complejos, tal como la integración de Geometría Euclidiana para abordar la Ley de Snell.

Desde el punto de vista de Gerrido Tumbaco et al (2025) la visualización y representación facilita la asimilación de conceptos complejos. Debido a ello se puede decir que la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, permite visualizar y representar de manera gráfica el comportamiento de la luz al propagarse de un medio a otro.

Figura 10. Recursos que ayudaría a visualizar la relación entre triángulos geométricos y ángulos de incidencia y refracción en la Ley de Snell



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

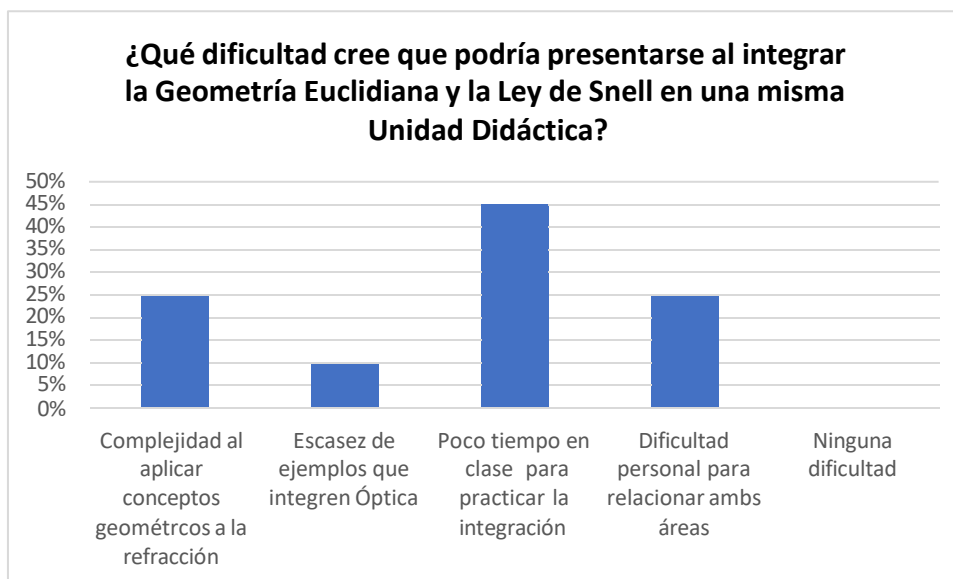
De acuerdo con la figura 10, en relación a recursos que creen que ayudaría a visualizar la relación entre triángulos geométricos y los ángulos de incidencia y refracción en la Ley de Snell, el 31% de los encuestados indicó que las simulaciones digitales con apoyo geométrico sería un recurso adecuado para comprender dicha relación, mientras que, el 25% expresó que las representaciones geométricas en esquemas facilitarían la visualización de la relación entre elementos geométricos y elementos de la refracción en la Ley de Snell. Por otro lado, el 19% señaló que los ejercicios prácticos es una opción favorable para visualizar la relación entre ambos elementos, y, el 25% manifestó que los ejercicios prácticos, esto indica que la muestra está

consciente de las diferentes maneras de aprender esta relación y como estas garantizan una comprensión profunda.

En relación a estos datos, Carballo López et al (2023) indican que la implementación de estrategias didácticas permite a los estudiantes alcanzar una comprensión efectiva de los conceptos de Óptica Geométrica. Lo que demuestra que el aprendizaje de fenómenos físicos requiere de la implementación de recursos que promuevan el interés del estudiante.

Tal como lo afirma Yonte Sanchidrián (2005) indican que los ángulos permiten medir la propagación de la luz de un medio a otro. Por consiguiente, una unidad didáctica que integra ángulos y triángulos geométricos y la Ley de Snell es un material factible para proporcionar conocimientos sólidos acerca de temáticas complejas como es el caso del fenómeno de refracción de la luz.

Figura 11 Dificultades que creen que podrían enfrentar en la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

En la tabla 11 se indica las dificultades que los encuestados creen que podrían presentarse al integrar Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, al respecto, el 25% expresó que podrían enfrentar la complejidad al aplicar conceptos geométricos a la refracción, el 6% indicó que la escasez de ejemplos que integran Óptica es una dificultad que podría limitar su aprendizaje de

esta integración. En cambio, el 46% expresó que el poco tiempo en clase para practicar la integración, el 23% señaló que su principal limitación podría ser la dificultad personal para relacionar ambas áreas, estos datos dejan al descubierto que estas dificultades son leves, por lo que es posible realizar ajustes que den respuesta a cada una de ellas.

Un estudio que se asemeja a la presente investigación es el de Briones Rugama y Herrera Castrillo (2024) en el que su enfoque presentó dificultades como el tiempo y la adaptación a los diversos estilos de aprendizaje, por lo que consideraron necesario adecuar la planificación y los recursos para aprendizajes significativos. En el sentido de la unidad didáctica del presente estudio, es fundamental prestar atención a cada dificultad que se pueda llegar a enfrentar al integrar dichos conceptos y realizar los ajustes necesarios para garantizar su efectividad.

Velásquez Peña et al (2009) define el aprendizaje como un proceso complejo que hace sensible a un individuo. Por lo tanto, es evidente que la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell está expuesta a posibles dificultades, debido al nivel de complejidad que implican ambos conceptos, sin embargo, para la elaboración de la unidad didáctica se hará énfasis en esas dificultades para lograr contrarrestarlas.

Tabla 3. Medidas de tendencia central y medidas de dispersión de la encuesta

Medidas de tendencia central				Medidas de dispersión	
Media	Moda	Mediana	Rango	Varianza	Desviación estándar
2	1	3	4	1.2	1.1

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

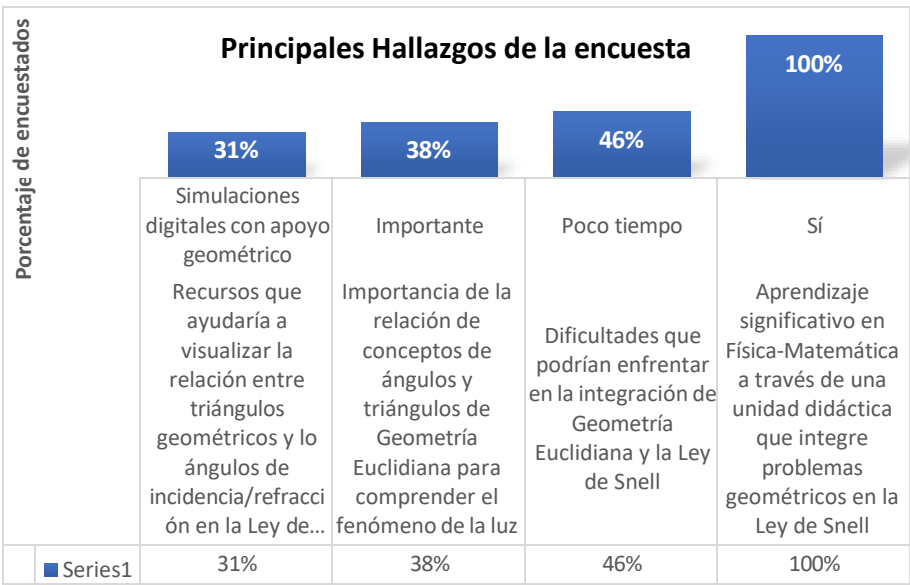
La tabla muestra una media en las percepciones de los encuestados equivalentes a 2, la moda es 1, es decir la opción más seleccionada por los encuestados, la mediana es 3, representando el valor central de las percepciones. En cuanto al rango es 4, expresando una alta diversidad en las percepciones de los encuestados, la varianza es de 1.2, resultando una variabilidad alta en las respuestas dadas por los participantes, la desviación estándar es 1.1, esto muestra que las percepciones están dispersas y poco concentradas en el mismo punto.

Estos datos, reflejan moderación en las percepciones de los encuestados, sin embargo, la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell es vista de forma diversa, con puntos de

vista variados. En cambio, la investigación de Huete et al (2024) en sus resultados, mostró que luego de aplicar su metodología el 60% de estudiantes logró alcanzar una comprensión profunda y solo el 40% presentó dificultades, posibilitando una percepción alta acerca de la efectividad de su metodología MET-GEO.

Cabe destacar que en el contexto del presente estudio solo se muestran las percepciones de los estudiantes en cuanto a la integración de ambas temáticas, es decir, no se aplica la metodología, en este caso la unidad didáctica. Mientras que en el estudio planteado si se llevó a cabo la implementación de su metodología, por ende, a partir de ahí surgen las percepciones del grupo investigador.

Figura 12. Principales hallazgos en la encuesta



Nota: fuente elaboración propia

La figura 12, muestra los hallazgos correspondientes a la percepción docente-estudiante sobre una unidad didáctica que integra Geometría Euclídiana y Ley de Snell. Estos revelan que un 31% señaló que las simulaciones con apoyo geométrico son recursos que ayudarían a visualizar la relación entre triángulos geométricos y los ángulos de incidencia/refracción en la Ley de Snell, el 38% indicó que es importante relacionar conceptos de ángulos y triángulos en Geometría Euclídiana para comprender el fenómeno de la luz. En cuanto a dificultades que podrían enfrentar

en la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, el 46%, expresó que su mayor dificultad sería el poco tiempo en clase para practicar la integración de ambos conceptos, por otra parte, el 100% manifestó que la unidad didáctica que integre problemas geométricos en la Ley de Snell, podría potenciar el aprendizaje significativo en Física-Matemática.

Esto coincide con la investigación de Buitrago Marín (2015) en el cual, el 100% de su muestra expresó que la Geometría Euclidiana es importante, ya que a través de ella se desarrollan conocimientos, talentos e interpretación de gráfico. Es por ello que influye positivamente en el aprendizaje de la Ley de Snell, debido a su aporte en la representación gráfica de dicha ley, garantizando un aprendizaje profundo a los estudiantes.

Díaz Lozada y Ortega Breto (2022) describen que el uso de la Matemática como herramienta de la Física garantiza que la forma de pensamiento de la Matemática esté presente en diferentes aspectos en la Física de manera natural. Lo que significa que la Física y la Matemática son dos áreas que están entrelazadas, ya que la Matemática aporta elementos esenciales para comprender fenómenos físicos, tal como en este caso, que la Geometría Euclidiana facilita herramientas para asimilar la Ley de Snell.

Para dar salida al tercer objetivo, Diseñar una unidad didáctica basada en estrategias activas que integre la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, se elaboró una matriz de valoración, a partir de la cual se obtuvieron los siguientes datos:

Figura 13 Estructura de los contenidos de la Unidad Didáctica



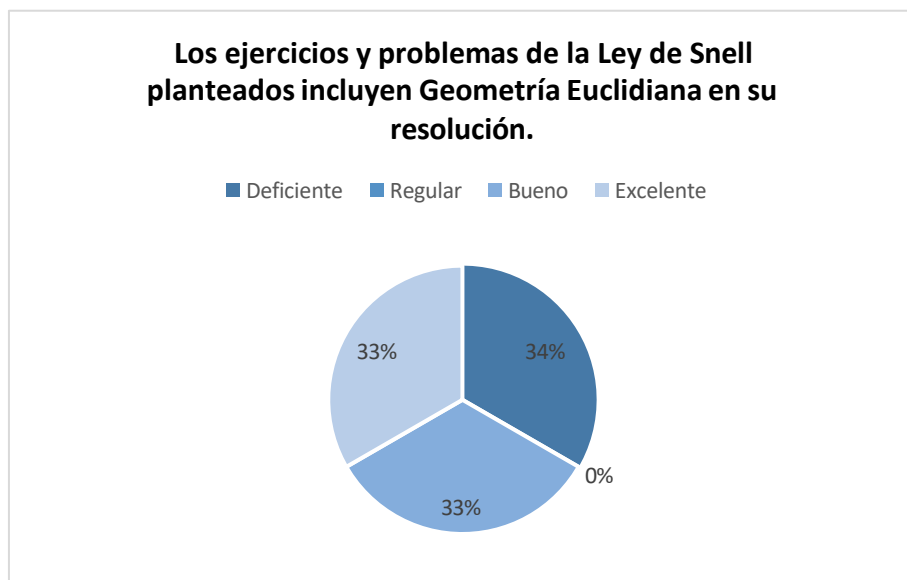
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

En la figura 13, se presentan datos obtenidos acerca de los contenidos de la unidad didáctica y su estructura, en relación a ello el 100% de la muestra, lo calificó como excelente. Lo que demuestra que dicho material cumple con el orden con que se debe elaborar los recursos didácticos para garantizar la comprensión de la comunidad educativa.

Esto se asemeja al estudio de Carballo López et al (2023) que demostró que su metodología es eficaz para integrar la teoría con la práctica para facilitar el aprendizaje de conceptos relacionados con la Óptica Geométrica. Esto indica que, para garantizar la efectividad de un recurso didáctico, este debe contar con una estructura adecuada que permita a los usuarios de dicho material comprender el orden que debe seguir para su correcta implementación.

Cáceres et al (2016) describe la unidad didáctica como una herramienta de planificación, además, destaca que esta debe convertirse en una guía para el docente durante los momentos del proceso educativo. Por ello es de total importancia que los contenidos de la unidad didáctica estén completos y con una estructura adecuada para que al momento que el maestro decida implementarla en el aula de clase no se enfrente a dificultades que puedan contrarrestar el aprendizaje significativo.

Figura 14. Inclusión de Geometría Euclidiana en la resolución de ejercicios y problemas de la Ley de Snell



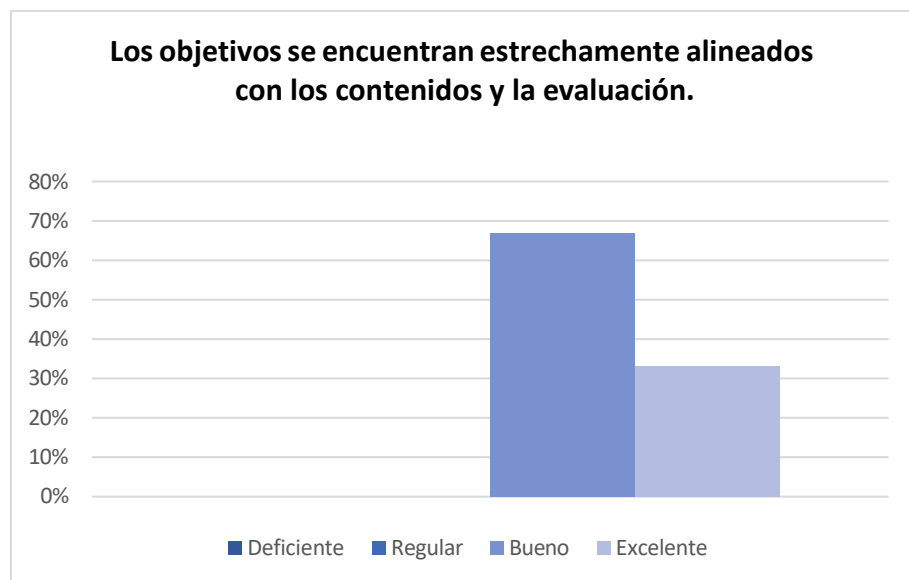
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

La figura 14, plantea datos sobre la inclusión de Geometría Euclidiana en la resolución de ejercicios y problemas de la Ley de Snell, en los que se obtuvo que el 34% evaluó este aspecto como deficiente, lo que indica que se debió incluir más a profundidad Geometría Euclidiana en la Ley de Snell, no obstante, el 33% lo calificó como bueno, es decir, que son pequeños detalles los que deberían atenderse para que la inclusión de Geometría Euclidiana sea considerada excelente. Pese a ello, el 33% indicó que este aspecto de la unidad didáctica se encuentra excelente. Lo que sugiere que la unidad didáctica no incluye Geometría Euclidiana de forma suficiente para el aprendizaje de la Ley de Snell.

En el estudio de Buitrago Marín (2015) el 100% de la muestra expresó que la Geometría plana es fundamental debido a que a través de ella es posible desarrollar conocimientos, talentos y la interpretación de gráficos. En la unidad didáctica la Geometría Euclidiana es elemento clave para comprender la Ley de Snell, donde el comportamiento de la luz al desplazarse de un medio a otro puede visualizarse a través de gráficos en los cuales se representan los ángulos tanto de incidencia como de refracción.

Por su parte Madrigal Argáez et al (2018) la Geometría Euclidiana brinda herramientas para expresar y calcular gráficamente el comportamiento de la luz en la refracción que establece la Ley de Snell. Por lo tanto, para garantizar un aprendizaje profundo acerca de la Ley de Snell, es necesario incluir elementos de la Geometría Euclidiana, debido a su influencia en la representación geométrica del comportamiento de la luz.

Figura 15. Alineación de los objetivos con los contenidos y la evaluación



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

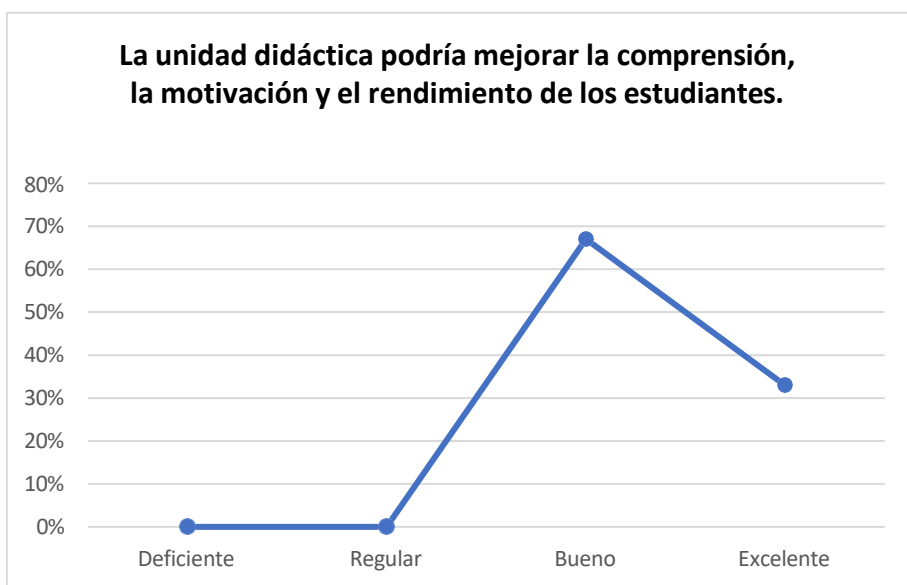
De acuerdo con la figura 15, en cuanto a la alineación de los objetivos con los contenidos y la evaluación, presentados en la unidad didáctica, el 67% de la muestra señaló este aspecto como bueno, esto significa que, se debe ajustar pequeños factores para promover la alineación de dichos elementos. Por otra parte, el 33% indicó que la alineación es excelente. Por consiguiente, se puede expresar que la unidad didáctica es adecuada para ser implementada en el aula de clase, sin embargo, es necesario considerar posibles limitaciones, en cuanto a la alineación de objetivos, contenidos y evaluación, que a pesar de ser insignificantes pueden llegar a reducir su efectividad.

En la investigación de Valenzuela González et al (2023) de 34 estudiantes, 27 alcanzaron una comprensión profunda sobre temáticas de Óptica Geométrica, posterior a la aplicación de recursos didácticos, demostrando que sus recursos favorecen considerablemente el aprendizaje

de Óptica Geométrica. En cuanto a la unidad didáctica, para lograr contrarrestar las dificultades de los estudiantes, es importante que presente una secuencia clara y fácil de comprender, garantizando la alineación entre sus elementos tales como objetivos, contenidos, actividades y evaluación.

Desde la perspectiva de Cáceres et al (2016) una unidad didáctica es una guía para los docentes en los momentos del proceso educativo. Lo que sugiere que una unidad didáctica es un material que promueve la organización de actividades de aprendizaje para el desarrollo de determinados contenidos, estrechamente conectados con los objetivos y el proceso de evaluación de dichos contenidos.

Figura 16. Mejora de la comprensión, la motivación y el rendimiento de los estudiantes, a través de la Unidad Didáctica



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

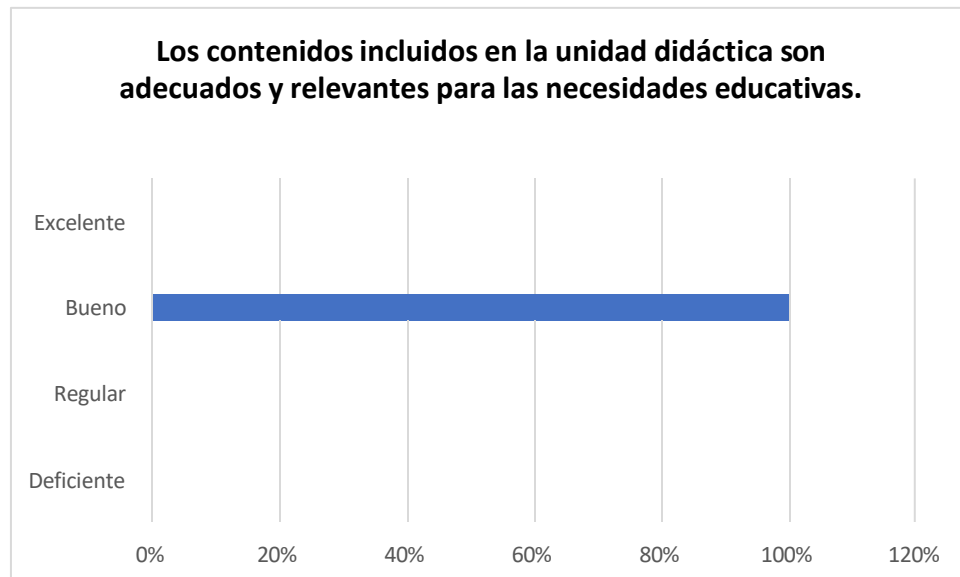
En la figura 16, se muestran datos acerca de la efectividad de la unidad didáctica para mejorar la comprensión, motivación y rendimiento de los estudiantes, donde el 67% de la muestra calificó este aspecto como bueno, esto significa que, podría mejorar el aprendizaje, sin embargo, podría presentar algunas debilidades leves en la mejora de dicho proceso. En cambio, el 33% expresó que la unidad didáctica cumple excelentemente con dicho aspecto. Estos datos

demonstraron que la unidad didáctica a pesar de ser efectiva para promover un aprendizaje significativo, como en todo proceso está expuesta a limitaciones.

Estos datos se vinculan con el estudio de Briones Rugama y Herrera Castrillo (2024) en el cual obtuvieron como resultado que su enfoque fortalece la práctica pedagógica, así como las habilidades de pensamiento crítico, reflexivo y lógico. No obstante, resaltan que enfrenta desafíos como la falta de tiempo y la adecuación a diferentes estilos de aprendizaje, considerando necesario adaptar la planificación y recursos para promover un aprendizaje significativo.

De acuerdo con Corrales Salguero (2009) una unidad didáctica consiste en una estructura pedagógica de trabajo cotidiano en el aula de clase. Es por ello que, este material debe estar adaptado en relación a las necesidades específicas de los estudiantes y además es necesario que presente actividades que promuevan un ambiente de aprendizaje interesante que permita la motivación del estudiante.

Figura 17. Adecuación y relevancia de los contenidos de la Unidad Didáctica para las necesidades educativas



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

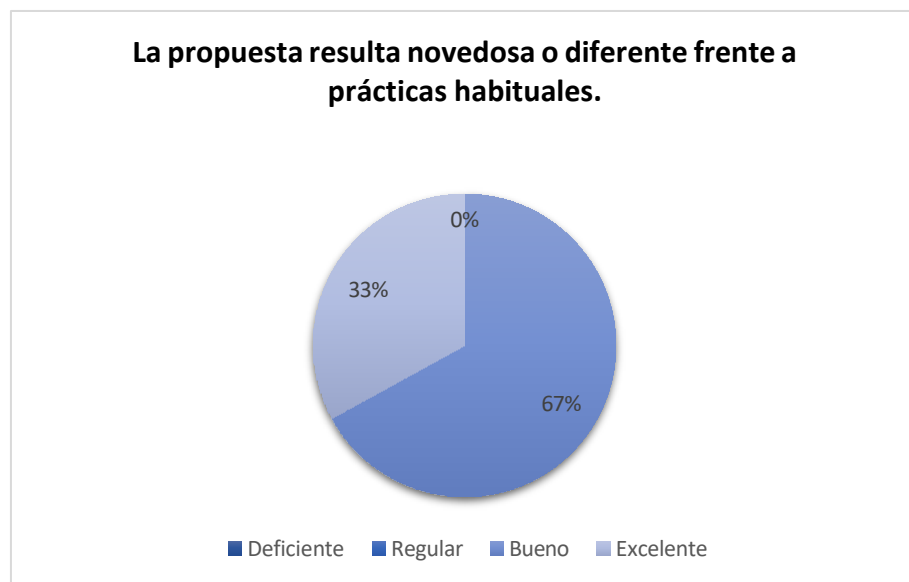
La figura 17, contiene datos sobre la adecuación y relevancia de los contenidos incluidos en la unidad didáctica para las necesidades educativas, en los que el 100% de la muestra evaluó el cumplimiento de este aspecto como bueno. Esto evidenció que la unidad didáctica contiene

contenidos que están adecuados y son de relevancia para dichas necesidades, no obstante, podrían desarrollarse leves modificaciones para garantizar su excelencia en cuanto a sus contenidos.

Según Carballo López et al (2023) en su investigación obtuvo que la implementación de estrategias didácticas permite a los estudiantes comprender de forma efectiva los conceptos de Óptica Geométrica, promoviendo su interés y facilitando la construcción de conocimiento en el aula de clase. Por tal razón en la unidad didáctica es fundamental proponer contenidos que estén vinculados a las necesidades presentadas por los estudiantes y de igual manera plantear recursos que permitan el desarrollo de a clase en un ambiente atractivo en el que se promueva la participación activa de todos los estudiantes.

De acuerdo con Castañeda Ramírez (2008) el aprendizaje es un cambio en el conocimiento de un individuo como resultado de su experiencia. De tal manera que, en el ámbito académico, esta evolución en el conocimiento depende de la adecuación de los contenidos a desarrollar, tomando como punto de partida las necesidades, ritmo y estilo de aprendizaje de los estudiantes.

Figura 18. Novedad de la propuesta ante prácticas habituales



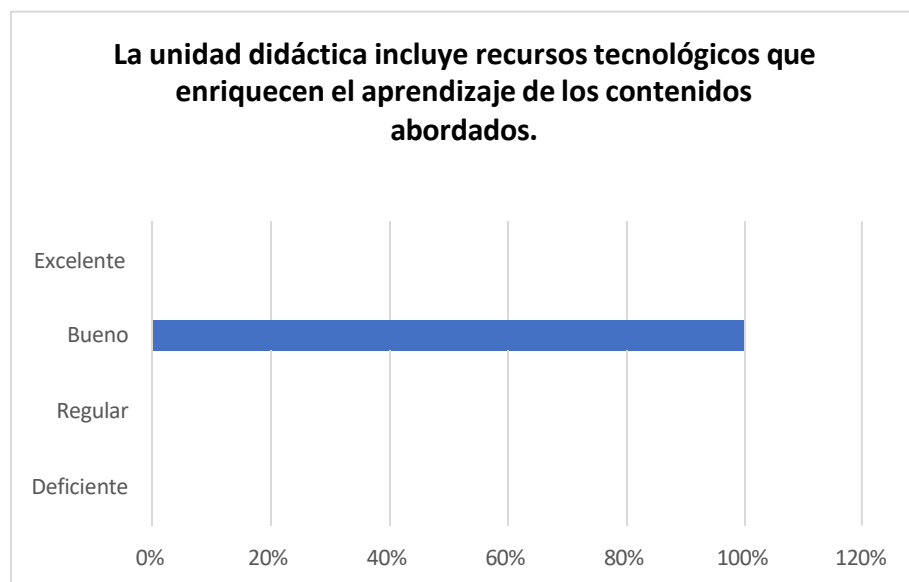
Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

La figura 18, presenta datos en relación con la novedad de la propuesta frente a prácticas habituales, en los que el 67% señaló que la unidad didáctica cumple con este aspecto de buena manera, mientras que, el 33% indicó que cumple de forma excelente. Estos datos permiten expresar que la propuesta es diferente a prácticas habituales, pero que puede contener características similares a dichas prácticas, aunque, estas no sean significativas.

Este estudio está relacionado con la investigación de Espinoza Huete et al (2024) donde inicialmente identificaron que el 86.7% de estudiantes tenía dificultades y solamente el 13.3% presentó comprensión profunda, sin embargo, luego de aplicar su metodología MET-GEO, obtuvieron que el 60% de estudiantes alcanzó una comprensión significativa, mientras que el 40% logró una comprensión limitada. Debido a este avance expresaron que su metodología es efectiva y aporta de manera considerable al aprendizaje. En el caso de la unidad didáctica no fue aplicada, únicamente fue evaluada por maestros expertos, por lo que no es posible observar su impacto en el aprendizaje directamente a través de su aplicación.

Según Tintaya Condori (2016) el aprendizaje se basa en un proceso creativo fundamental. Esta teoría permite expresar la importancia de la adecuación de recursos didácticos que permitan dejar de un lado el modelo tradicionalista y adaptar un modelo constructivista donde el estudiante sea el principal protagonista, es decir, el constructor de su propio aprendizaje y el docente un facilitador que lo acompaña en el proceso.

Figura 19. Inclusión de recursos tecnológicos



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

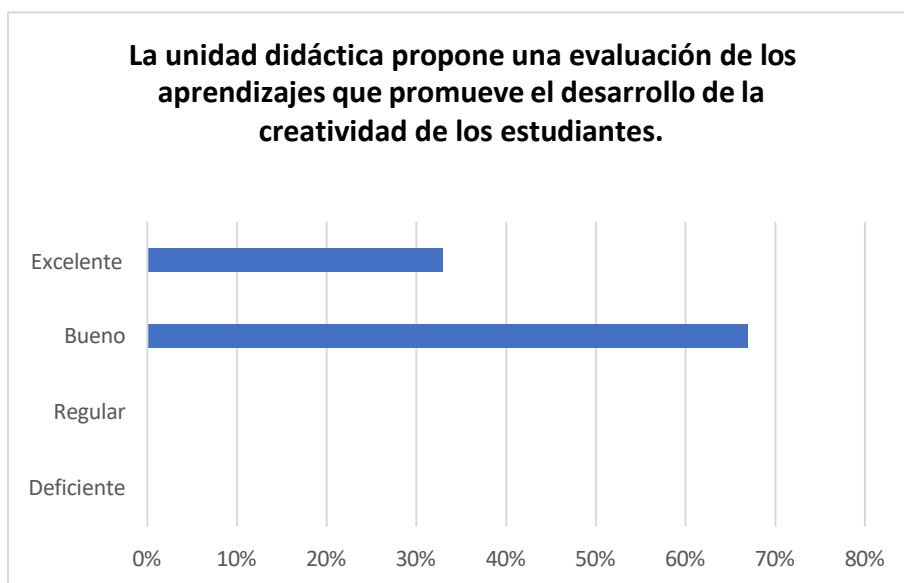
De acuerdo con la figura 19, en la que se muestran datos en cuanto a la inclusión de recursos tecnológicos en la unidad didáctica, donde el 100% de la muestra señaló que incluye de una buena manera. Lo que sugiere que, la inclusión de estos recursos es adecuada, aunque, posiblemente haya debilidades menores para alcanzar la excelencia.

En relación con el estudio de Joya Cetina y Suárez Sotomonte (2020) en el que utilizaron como herramienta tecnológica GeoGebra, obteniendo que el 75% de estudiantes logró una comprensión profunda acerca de elementos del triángulo. Esto demostró que, la implementación de un ambiente de Geometría dinámico facilita el aprendizaje de los elementos notables de Geometría Euclidiana, potenciando el pensamiento espacial y competencias digitales. En cuanto a la inclusión de recursos tecnológicos en la unidad didáctica se tomó en cuenta el uso de simuladores virtuales, así como juegos digitales con ejercicios que deben ser resueltos por los estudiantes, dando la oportunidad de que estos no solo desarrollen conocimientos teóricos, sino que puedan observar esta teoría a través de los simuladores y demostrar su nivel de aprendizaje alcanzado mediante los juegos.

Desde el punto de vista de Molinero Bárcenas y Chávez Morales (2019) el uso de recursos tecnológicos permite a profesores y estudiantes aprender de forma dinámica, debido a que el

docente obtiene aprendizaje a través de la enseñanza. La inclusión de recursos tecnológicos en la unidad didáctica, facilita a los docentes una manera creativa y dinámica de explicar conceptos complejos como es el caso de la Ley de Snell y Geometría Euclidiana, manteniendo a los estudiantes enfocados en el contenido.

Figura 20. Evaluación de los aprendizajes



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

La tabla 20, aborda la evaluación que propone la unidad didáctica, al respecto, el 67% expresó que la evaluación es buena, por otro lado, el 33% indicó que es excelente. Lo cual dejó en evidencia que la evaluación propuesta promueve el desarrollo de la creatividad de los estudiantes, sin embargo, es fundamental tomar en consideración la existencia de limitaciones para desarrollar dicho proceso.

Espín Freire (2024) demostró que la elaboración de materiales específicos facilita no solo la enseñanza de conceptos que resultan complejos como es el caso de la reflexión y refracción de la luz, sino que también promueven un aprendizaje activo y significativo. En el contexto de una unidad didáctica, además de presentar actividades que garanticen el alcance de una comprensión clara sobre cierta temática, también debe proponer alternativas interesantes para evaluar los conocimientos adquiridos, en las que el estudiante tenga la oportunidad de desarrollar su creatividad, sin la necesidad de recurrir a la típica prueba escrita, donde se debe memorizar

información teórica, misma que suele llevar a los estudiantes a tener limitaciones para expresar sus conocimientos.

La evaluación es un proceso de carácter crucial en el aprendizaje. En este punto los estudiantes tienen la oportunidad de demostrar que tan significativo ha sido su aprendizaje, en cuanto al docente puede determinar posibles dificultades. Según Choez et al (2021) el aprendizaje significativo propuesto por David Ausubel en 1968 se da cuando el estudiante es el constructor de su propio aprendizaje.

Tabla 4. Medidas de tendencia central y medidas de dispersión de la matriz de valoración

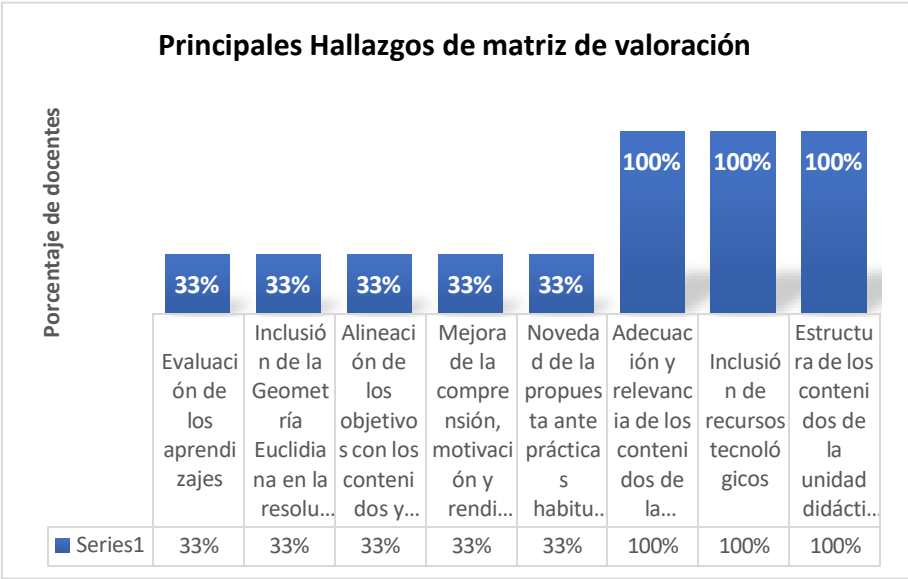
Medidas de tendencia central				Medidas de dispersión	
Media	Moda	Mediana	Rango	Varianza	Desviación estándar
	4	3	3	4	4.2
					2.06

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

La tabla presenta una media de 4, por lo que se percibe una evaluación, por parte de los docentes en el nivel excelente, la moda es 3, indicado que la mayoría de maestros evalúan el contenido de la unidad didáctica en un nivel regular, el valor de la mediana es 3, representando el valor central de la evaluación de los docentes en cuanto a la unidad didáctica. Con respecto al rango es 4, lo cual indica una alta diversidad en las evaluaciones de los maestros sobre la unidad didáctica, la varianza es 4.2, señalando que existe variabilidad considerablemente alta en la valoración de los profesores, la desviación estándar es 2.06, lo cual muestra que las valoraciones están significativamente dispersas, es decir, tienen poca coincidencia.

Los datos presentados evidencian una valoración satisfactoria por parte de los docentes hacia la unidad didáctica, lo cual demuestra que esta contiene elementos significativos que responden a las necesidades educativas. Además, indica que cuenta con una estructura adecuada, lo que favorece la comprensión tanto de docentes como estudiantes. Del mismo modo, Carballo López et al (2023) en su trabajo investigativo luego de obtener resultados positivos valoró su metodología como eficaz para relacionar la teoría con la práctica ante contenidos complejos como es la Geometría y Óptica.

Figura 21. Principales hallazgos de la matriz de valoración



Nota: fuente elaboración propia

La figura 21, contiene los hallazgos sobre la evaluación de los maestros en cuanto a la unidad didáctica. Estos hallazgos reflejan que el 33% de la muestra indicó que la unidad didáctica cuenta con una excelente evaluación de los aprendizajes, así mismo señaló que la inclusión de la Geometría Euclidiana en la resolución de ejercicios y problemas de la Ley de Snell es excelente, además, expresó que dicho recurso didáctico contiene una excelente alineación de los objetivos con los contenidos y la evaluación, también manifestó que la unidad didáctica podría mejorar la comprensión, motivación y rendimiento de los estudiantes de manera excelente, por otra parte, indicó que la propuesta resulta excelentemente novedosa ante prácticas habituales. Por otro lado, el 100% reflejó que la adecuación y relevancia de los contenidos para las necesidades educativas es buena, de igual forma expresó que la inclusión de recursos tecnológicos es buena, y, señaló que la estructura de los contenidos es excelente.

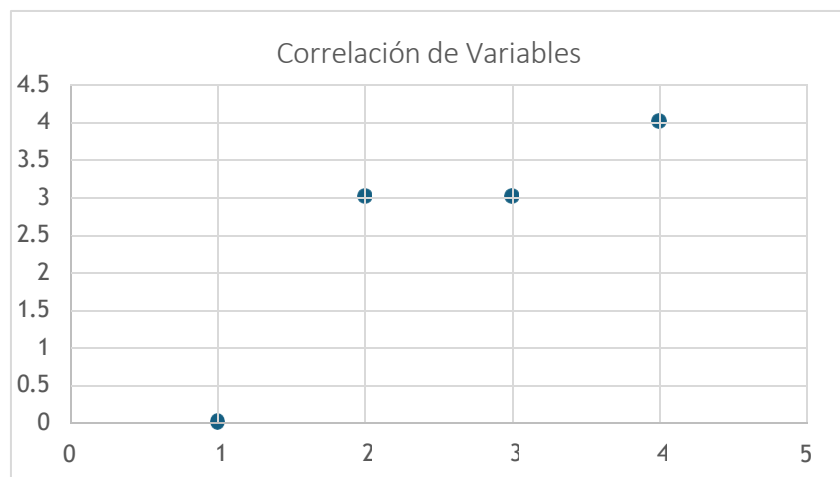
Esto es semejante al estudio de Briones Rugama y Herrera Castrillo (2024) donde demostraron que su metodología es efectiva para fortalecer la práctica pedagógica y el pensamiento crítico, reflexivo y lógico en la formación de futuros matemáticos, no obstante, enfrentó desafíos como la falta de tiempo, así como la adaptación a diferentes estilos de

aprendizaje. por lo que consideraron adecuar la planificación y recursos para promover un aprendizaje significativo.

Desde la perspectiva de Cáceres et al (2016) una unidad didáctica es una guía para el docente durante los momentos del proceso educativo. Por tal razón, debe sus elementos deben estar descritos detalladamente, además, debe contar con una excelente estructura, para evitar confusiones por parte de los usuarios a los cuales está destinado dicho recurso, también es importante poner en práctica la creatividad para plantear actividades que despierten el interés y motivación del estudiante.

Para conocer el nivel de correlación entre ambas variables, se calculó el coeficiente de Pearson, a través de la herramienta digital Excel, para ello se tomaron los datos obtenidos de los docentes en la encuesta, la cual mide la variable independiente (Unidad Didáctica que integra Geometría Euclidiana y la Ley de Snell) y en la matriz de valoración, esta mide la variable dependiente (Aprendizaje significativo de la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell), obteniendo el siguiente resultado:

Figura 22. Correlación de Variables



Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

De acuerdo con la figura 19, el coeficiente de correlación de Pearson es equivalente a 1. De acuerdo con Palmer (2001) Un coeficiente de Pearson igual a +1 sugiere una dependencia total entre las variables, conocida como relación directa, de tal forma que cuando una de ellas

aumenta la otra también aumenta (p. 2). Por consiguiente, la influencia de la variable independiente (Unidad didáctica que integra Geometría Euclidiana y la Ley de Snell), sobre la variable dependiente (Aprendizaje significativo de la relación entre Geometría Euclidiana y Ley de Snell) es altamente positiva.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, CUR-Estelí

2025: Eficiencia y Calidad para Seguir en Victorias

Departamento Ciencias de la Educación y Humanidades

Licenciatura en Ciencias de la Educación con Mención en Física Matemática

Geometría y Luz unidas por la Ley de Snell

Autoras:

Flor Iveth Calero Torrez

Lilliam del Socorro Duarte Acuña

Paola Belén Hernández Bustamante

Tutor:

Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama

Estelí, 2025



1. Introducción

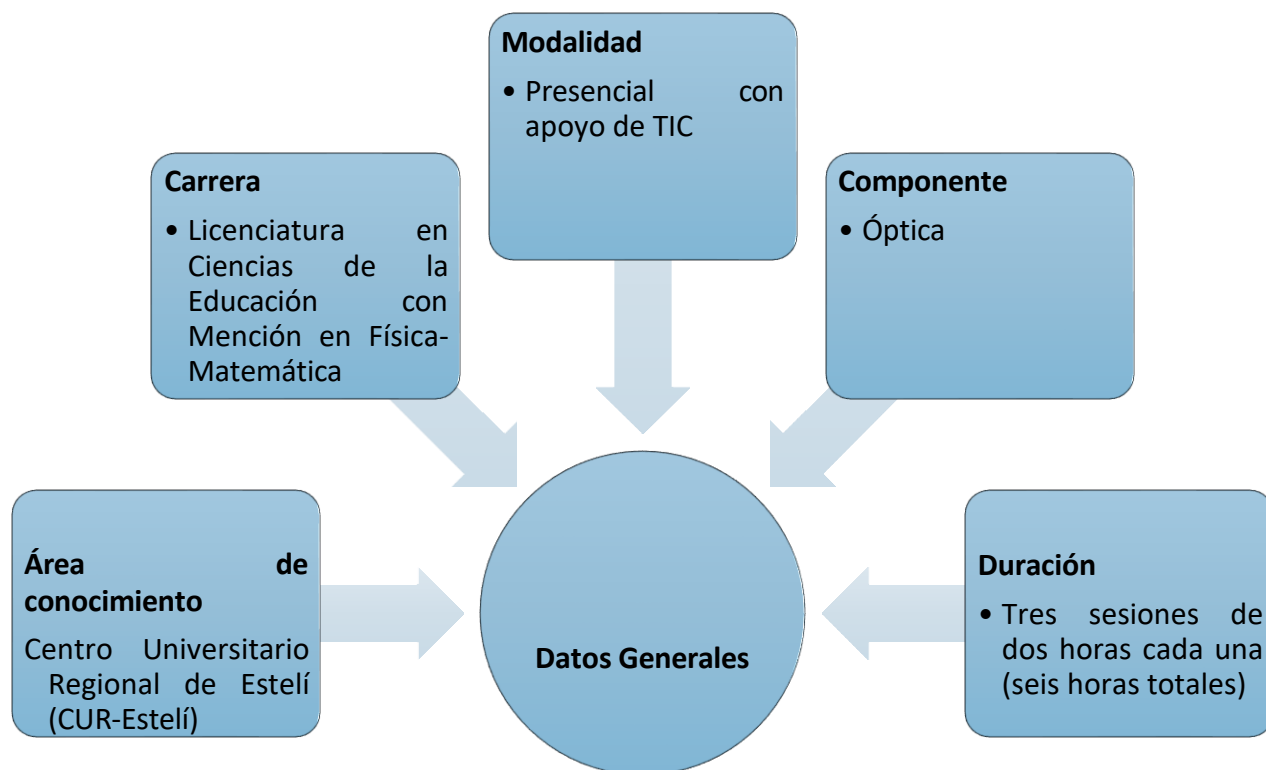
El abordaje de temáticas complejas de la Física y la Matemática, requiere del uso de recursos didácticos efectivos que garanticen un aprendizaje sólido y significativo. Esta unidad didáctica, surge de la necesidad de facilitar el aprendizaje de la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, planteando actividades alineadas con las necesidades, ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Este recurso facilita actividades creativas para el desarrollo de los diferentes contenidos, los cuales están organizados en tres secciones con una temporalización de dos horas cada una; la sección uno aborda el contenido Leyes de la Reflexión y Refracción – Espejos, Lentes y Sistemas Ópticos, la segunda sección se basa en el contenido Fotometría y Principios de Huygens y Fermat, y, la tercera, se enfatiza en Reflexión Interna Total, Espectroscopia y Eclipses; la unidad didáctica permite la adquisición de un aprendizaje orientado en competencias, transformando al individuo en un profesional competente capaz de enfrentar distintas situaciones en su ámbito laboral.

La unidad didáctica está vinculada no solo con la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, sino también con la Geometría Analítica que desarrolla el análisis de figuras en el plano y en el espacio, lo que contribuye a estudiar fenómenos físicos, como es el caso de la refracción de la luz en diferentes medios. Los contenidos incluyen la representación geométrica de los rayos de luz, el análisis de ángulos de incidencia y refracción, así como la aplicación de la Ley de Snell en situaciones cotidianas y experimentales. Además, se relaciona con las Ciencias Naturales, puesto que, la Óptica es parte importante para el estudio de la luz y su comportamiento en diferentes medios, involucrándose con fenómenos naturales y biológicos.

Esta Unidad Didáctica aporta al perfil profesional la oportunidad de fortalecer la capacidad para integrar saberes interdisciplinarios, aplicar estrategias didácticas innovadoras y reflexionar sobre su práctica educativa. Asimismo, refuerza valores como la responsabilidad, el respeto, la equidad y solidaridad, en concordancia con los ejes transversales del currículo nacional, tales como la educación científica y tecnológica, la equidad de género, la sostenibilidad ambiental y la formación ciudadana.

La presente Unidad Didáctica constituye un recurso metodológico integral que articula la teoría y práctica, favoreciendo el desarrollo de competencias científicas y cognitivas que fortalecen la comprensión del mundo físico. A través de la unificación de los contenidos de Geometría y Óptica, se fomenta una actitud reflexiva, crítica y ética en los estudiantes, orientada a la formación de un profesional competente comprometido con los valores humanos y el avance científico.

Unidad Didáctica: Geometría y Luz unidas por la Ley de Snell



2. Mediación pedagógica

La unidad didáctica se desarrolla a lo largo de tres sesiones de clases, con una duración de 120 minutos cada una. Esta planificación permite abordar progresivamente los contenidos teóricos y prácticos, favoreciendo la comprensión de los fenómenos ópticos y su aplicación en contextos cotidianos y científicos.

En cuanto a la mediación pedagógica, esta se sustenta en un enfoque por competencias en conjunto con el enfoque constructivista, en el cual el estudiante se convierte en protagonista de su proceso de aprendizaje. El rol del docente se centra en guiar, orientar y facilitar las experiencias de aprendizaje, promoviendo la indagación, el razonamiento lógico y la experimentación. A través de estrategias como resolución de problemas, el uso de recursos digitales, demostraciones experimentales y la reflexión grupal, se busca que los estudiantes relacionen conceptos teóricos con situaciones reales potenciando así la transferencia de aprendizaje.

La sesión 1, titulada “Leyes de la Reflexión y Refracción – Espejos, Lentes y Sistemas Ópticos”, la mediación pedagógica se orienta hacia la activación de saberes previos y la observación de fenómenos ópticos básicos. Además, se emplean recursos visuales, simulaciones interactivas y actividades experimentales, que permiten comprender la trayectoria de la luz, los ángulos de incidencia y refracción, así como el comportamiento de la luz al atravesar distintos medios.

En la sesión 2, denominada “Fotometría y Principios de Huygens y Fermat” se centra en la exploración y análisis de modelos explicativos de la propagación de la luz. El docente promueve el aprendizaje mediante el método de descubrimiento guiado, utilizando ejemplos prácticos y ejercicios que estimulen el pensamiento científico. La mediación se complementa con debates y reflexiones, sobre cómo los principios teóricos sustentan el desarrollo de la tecnología de óptica actual. Finalmente, la sesión 3, titulada “Reflexión Interna Total, Espectroscopia y Eclipses” se enfoca en la aplicación de los conocimientos adquiridos a fenómenos naturales y tecnológicos.

La mediación docente se basa en la experimentación y la integración de contenidos, favoreciendo el trabajo colaborativo, la elaboración de conclusiones fundamentadas y la interpretación científica de los resultados. En conjunto la mediación pedagógica de esta Unidad Didáctica busca fomentar un aprendizaje activo, reflexivo y contextualizado, en el que los estudiantes no solo comprenden los contenidos de Óptica y la Geometría, sino que también desarrollen habilidades investigativas, comunicativas y actitudinales que contribuyan a su formación integral y a su futuro desempeño profesional.

4. Competencias a desarrollar

4.1. Competencias de la Unidad Didáctica

1. Explica los fenómenos ópticos (reflexión, refracción, fotometría, espectroscopía) aplicando principios físicos.
2. Aplica TIC y simuladores para modelar sistemas ópticos y fenómenos de la luz.
3. Diseña y ejecuta experimentos y proyectos relacionados con la óptica, usando recursos de bajo costo y/o software.
4. Relaciona la óptica con aplicaciones tecnológicas (espectroscopios, lentes, eclipses).

4.2. Competencias del Componente

4.2.1. Competencias genéricas

5. Capacidad para comunicarse de manera oral y escrita en diferentes contextos de actuación.
6. Capacidad de demostrar creatividad para hacer avanzar los diferentes ámbitos y de actuación campos de acción profesional donde se desempeña.
7. Capacidad para utilizar las TIC como apoyo para mejorar el aprendizaje de en diferentes ámbitos de actuación y campos de acción profesional.

4.2.2. Competencias específicas

1. Capacidad de aplicar los fundamentos teóricos y prácticos de Física y Matemática, así como las teorías curriculares y enfoques pedagógicos, con estrategias metodológicas y recursos didácticos, en contextos de inclusividad educativa, para generar aprendizajes significativos y desarrollar actividades académicas en su quehacer docente.
2. Capacidad de ejecutar trabajos prácticos experimentales de Física en la labor docente, mediante el manejo de materiales e instrumentos de laboratorio que permitan tener una visión práctica de la ciencia.

5. Objetivos

Conceptual

Comprende la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell

Procedimental

Aplica principios básicos de la Geometría Euclidiana en resolución de problemas de la Ley de Snell

Actitudinal

Muestra interés por las actividades que integran distintas áreas del conocimiento.

Geometría y Luz unidas por la Ley de Snell

6. Temporalización y contenidos

Duración	Contenidos	Saberes Previos
Sesión 1	✓ Leyes de la reflexión y refracción	• Conceptos básicos de Geometría Euclidiana (rectas, ángulos, normal).
2 horas	✓ Espejos, lentes, sistemas ópticos	
120 minutos		
Sesión 2	✓ Fotometría.	• Uso de transportador y regla para el dibujo de figuras geométricas.
2 horas	✓ Principio de Huygens, Fermat	
120 minutos		

Sesión 3**2 horas****120****minutos**

✓ Reflexión interna total y aparatos de espectroscopia, Eclipses.

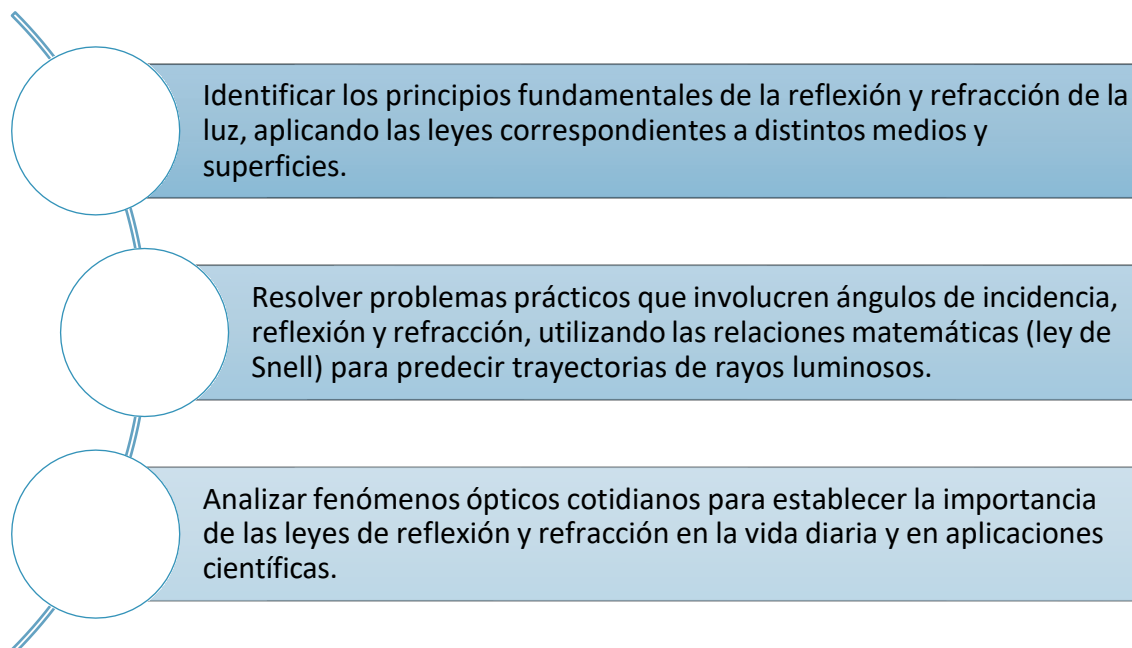
- Propagación rectilínea de la luz.
 - Diferencia entre materiales transparentes. Opacos y traslucidos
 - Magnitudes físicas básicas (velocidad, tiempo, distancia)
-

7. Plan de Sesiones



SESIÓN 1:
LEYES DE LA REFLEXIÓN Y
REFRACCIÓN – ESPEJOS,
LENTE Y SISTEMAS
ÓPTICOS

Objetivos:



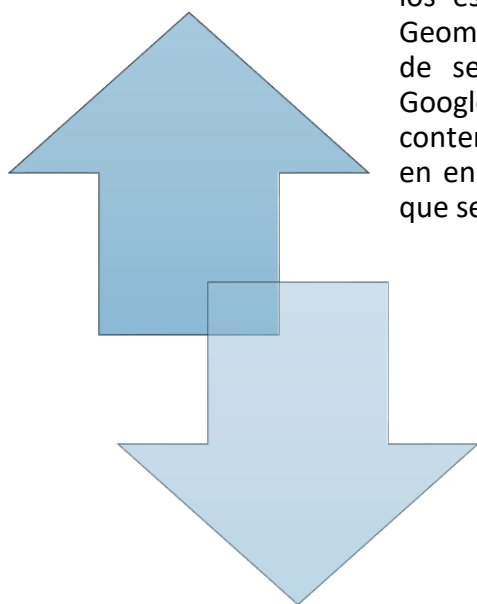
Duración: 120 minutos

Momento	Actividades de Aprendizaje		Instrumentos	Evidencia	Tipo de
	Realizadas				
Duración	Conducidas por el docente	por los estudiantes	de Evaluación	de Aprendizaje	Evaluación
Inicio (15 min)	Diagnóstico (Cuestionario selección múltiple en Formularios de Google)	Socialización de las respuestas.	Cuestionario Diagnóstico	Registro Anecdótico	Diagnóstico Formativa Coevaluación
Desarrollo (85 min)	Clase magistral con Simulación de la reflexión	Resolución de Ejercicios Prácticos	Rubrica/Lista de Cotejo	Serie de ejercicios resueltos	Formativo Sumativo Heteroevaluación

	y refracción de la luz (Simulador PHET), abordando conceptos claves: ángulo crítico, índice de refracción, densidad óptica. Construcción de Cámara Oscura		
Cierre (20 min)	Asignaciones Laboratorio Virtual PHET	Síntesis: Educaplay (Froggy Jumps)	Formativo Sumativo Autoevaluación
Recursos didácticos		Computadora, data show, pizarra, internet	
Ambientes/Escenarios de Aprendizaje		Aula de clases	

Actividad Integradora	Instrumento de Evaluación	Evidencia de Aprendizaje	Criterios de Evaluación
Construcción de un sistema óptico (con espejos o lentes) que permita ampliar o reducir una imagen usando materiales caseros.	Lista de Cotejo/Rúbrica	Prototipo Experimental	Comprende los principios de reflexión y refracción que permiten la formación de imágenes en sistemas ópticos simples. Aplica correctamente los conceptos geométricos y ópticos en la construcción de un sistema óptico casero que logre ampliar o reducir una imagen. Demuestra creatividad, responsabilidad y trabajo colaborativo durante el diseño, elaboración y explicación del sistema óptico.

Descripción de Actividades de la Sesión 1: Actividades Iniciales



Para identificar los conocimientos previos de los estudiantes en cuanto a Refracción y Geometría, el docente aplica un diagnóstico de selección múltiple en formularios de Google, sobre conceptos básicos del contenido, este comparte a los estudiantes en enlace del vínculo del cuestionario para que sea completado.

Los estudiantes luego de finalizar el diagnóstico, socializan acerca de sus respuestas dadas en el cuestionario, así como posibles desafíos enfrentados durante el proceso de contestación del instrumento.

Cuestionario diagnóstico de las leyes de refracción y su relación con la Geometría

Estimado estudiante, el siguiente cuestionario diagnóstico tiene como finalidad identificar tus conocimientos previos respecto a la refracción y Geometría. Para responder cada ítem debes seleccionar la respuesta que consideres correcta.

Carrera:

- a) Física Matemática
- b) Otra

Año:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

Nombre: _____

1. En la ley de refracción, los ángulos de incidencia y refracción se forman a través de:
 - a) La superficie del espejo
 - b) La normal trazada al punto de incidencia
 - c) El eje óptico
 - d) El rayo reflejado
2. Al representar la incidencia, refracción y la normal en un plano cartesiano con líneas y ángulos se forman:
 - a) Triángulos isósceles
 - b) Triángulos rectángulos
 - c) Triángulos equiláteros
 - d) Triángulos escalenos
3. Función geométrica que se utiliza para medir el cambio en la dirección de la luz cuando pasa de un medio a otro:
 - a) Tangente
 - b) Cotangente
 - c) Coseno
 - d) Seno
4. La ley de reflexión puede representarse gráficamente con:
 - a) Un triángulo equilátero
 - b) Dos rayos y una normal que forman ángulos iguales
 - c) Un cuadrado con diagonales iguales
 - d) Un círculo con radios paralelos
5. Un diagrama que represente la refracción es un ejemplo de aplicación de:
 - a) Geometría Euclidiana
 - b) Geometría Analítica
 - c) Geometría Diferencial
 - d) Geometría Proyectiva
6. La Ley de Snell se expresa mediante:
 - a) Una ecuación geométrica entre ángulos e índices de refracción

- b) Una fórmula para calcular la velocidad del sonido
- c) Un principio de conservación de energía

7. En la refracción el ángulo incidente, el rayo refractado y la normal:

- a) Están en planos distintos
- b) Se ubican en un mismo plano geométrico
- c) Son perpendiculares entre sí
- d) Forman un triángulo rectángulo

8. En términos geométricos, el ángulo de incidencia es el que se forma entre:

- a) El rayo incidente y el rayo reflejado
- b) El rayo incidente y la normal
- c) El eje óptico y la imagen
- d) El rayo refractado y la superficie

9. En la representación gráfica de la refracción la distancia entre la normal y el ángulo de incidencia es representada por:

- a) El radio del círculo
- b) El índice de refracción
- c) La altura del triángulo formado
- d) La longitud del rayo refractado

10. En un diagrama geométrico de refracción, la normal se dibuja:

- a) Tangente a la superficie
- b) Perpendicular a la superficie en el punto de incidencia
- c) Paralela al rayo incidente
- d) Inclínada al azar

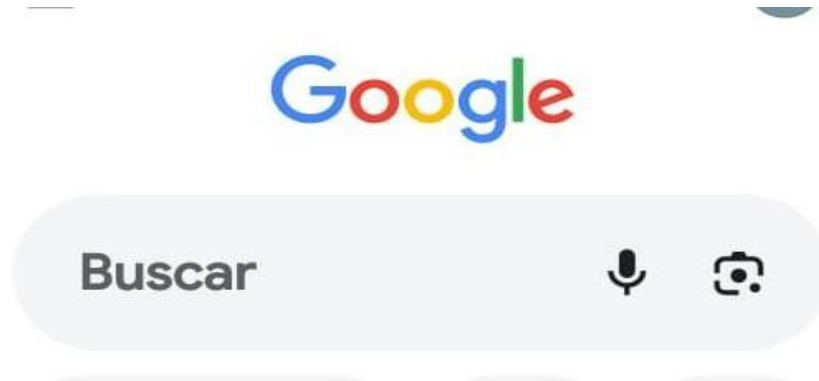
11. Un sistema óptico utiliza la geometría para:

- a) Calcular la masa de los cuerpos
- b) Determinar la trayectoria y los ángulos de los rayos de la luz
- c) Aumentar la energía luminosa
- d) Crear figuras simétricas

Actividades de Desarrollo

El docente presenta a los estudiantes una simulación acerca de la reflexión y refracción de la luz, haciendo uso de Simulador PHET, además, a través de dicha simulación, explica conceptos clave como ángulo crítico, índice de refracción y densidad óptica, además resuelven ejercicios de dicho tema.

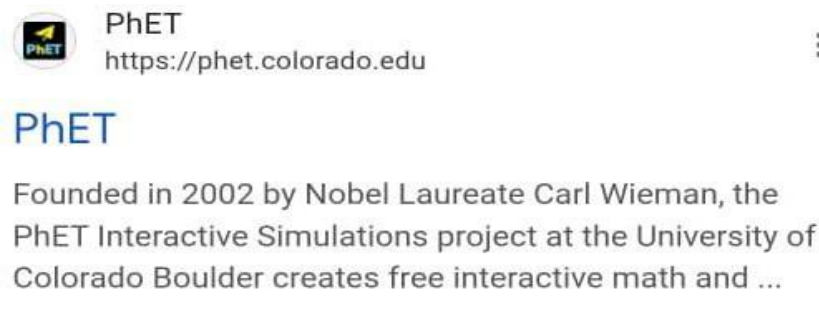
- Paso 1: Dirigirse al buscador de Google



- Paso 2: Escribir en el buscador "Phet Interactive Simulations"



- Paso 3: Presionar en la primera ventana



- Paso 4: Una vez dentro de la ventana, deslizar y presionar en la opción “Física”

Se realizaron más de
1.800 millones de
simulaciones



- Paso 5: Presionar las tres rayas horizontales ubicadas en la parte superior



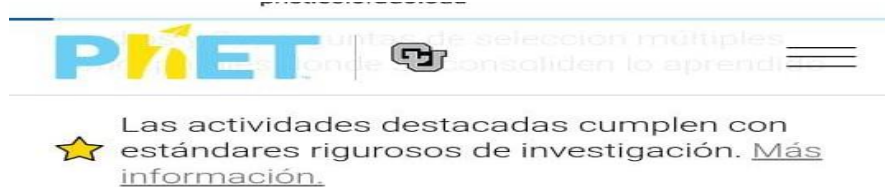
- Paso 6: Escribir en la parte del buscador “Reflexión y refracción de la luz”



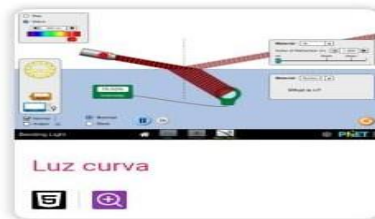
- Paso 7: Deslizar y presionar en enlace “Reflexión y refracción de la luz”

Actividades

- [Explicando la refracción de la luz.](#)
 - [Dispersión de la luz](#)
 - [Reflexión y refracción de la luz.](#)
 - [Comportamiento de la luz: ¿Qué le pasa a la luz cuando ¿pasa? ¿De un material a otro?](#)
 - [Laboratorio virtual de reflexión y refracción de la luz.](#)
 - [Relación de los ángulos de incidencia, reflexión y refracción de la luz.](#)
 - [Explorando la Luz - Colores y Filtros](#)
 - [UNIDAD3 S15 L4 Luz visible](#)
 - [Introducción a los estados de la materia](#)
 - [REFRACCIÓN, ÁNGULO LÍMITE Y ARCO IRIS](#)
 - [Investigación del color de una solución \(cualitativa y cuantitativa\) - Actividad de indagación guiada](#)
- Paso 8: Deslizar y oprimir la ventana “Simulaciones (Luz curva)”



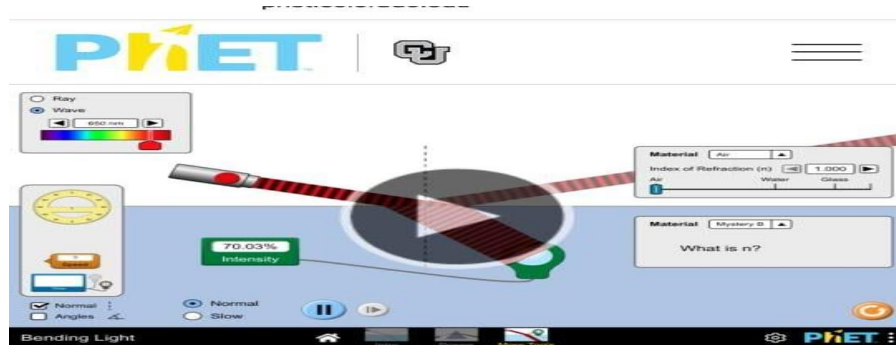
Simulación(es)



- Paso 9: Deslizar hacia la parte de abajo y cambiar el idioma a español



- Paso 10: Reproducir la simulación



Reflexión y Refracción de la Luz

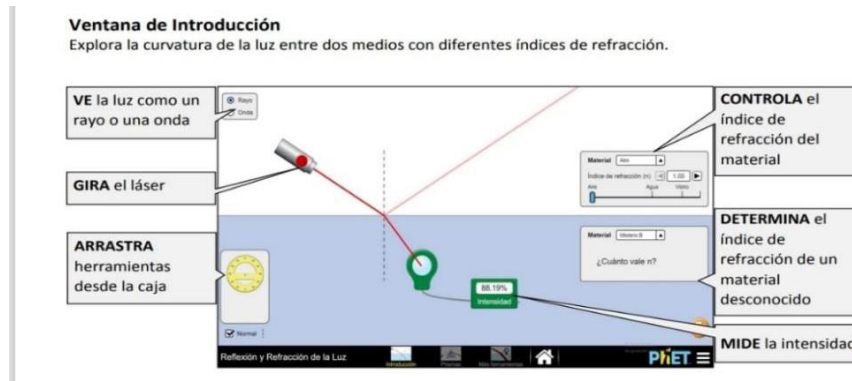
- Paso 11: Ingresar a la opción de “Introducción”



- Paso 12: Cambiar idioma a español en los ajustes



- Paso 13: Experimentar y explicar sobre los conceptos abordados



- Paso 14: Para pasar a la siguiente parte de la simulación, desplazarse hacia "Prismas"



- Paso 15: Experimentar y explicar los conceptos estudiados, a partir de los elementos disponibles en esta parte de la simulación



Problemas a resolver:

1. Cambio de medio: aire-agua

Un rayo de luz incide desde el aire hacia el agua con un ángulo de incidencia de 40° . Si el índice de refracción del aire es 1.00 y el del agua es 1.33, calcula el ángulo de refracción.

2. Lente de vidrio sumergida

Un rayo pasa desde el aire hacia un bloque de vidrio con índice 1.5, incidiendo con 25° . Luego sale del vidrio hacia el agua ($n = 1.33$). Determina el ángulo de refracción al salir hacia el agua.

3. Plexiglás-aire

Un rayo viaja dentro del plexiglás ($n = 1.49$) e incide en la superficie con el aire con un ángulo de 30° . Calcula el ángulo refractado en el aire. ¿El rayo se aleja o se acerca a la normal?

Actividades de Cierre

Según lo aprendido en el simulador virtual PHET, los estudiantes comprobarán su aprendizaje en el juego: Froggy Jumps “Luz, reflexión y refracción”, el juego consiste en que se debe seleccionar la respuesta correcta para evitar que la rana caiga dentro del agua, para ingresar al juego, es necesario abrir el enlace:

https://es.educaplay.com/recursos-educativos/25465184-luz_reflexion_y_refraccion.html



Actividad integradora

Construcción de un sistema óptico (con espejos o lentes) que permita ampliar o reducir una imagen usando materiales caseros.

TELESCOPIO REFRACTOR SIMPLE

Materiales

- Dos lentes convexas; una de mayor diámetro y mayor distancia focal (objetivo), otra de menor distancia focal (ocular). Ej.: objetivo $f = 20\text{--}30\text{ cm}$; ocular $f = 3\text{--}5\text{ cm}$. Puedes usar lentes de aumento antiguas o lentes de cámara/oculares reciclados.
- Tubo de cartón largo (estabiliza la distancia entre lentes).
- Cinta, cartón, tijeras.



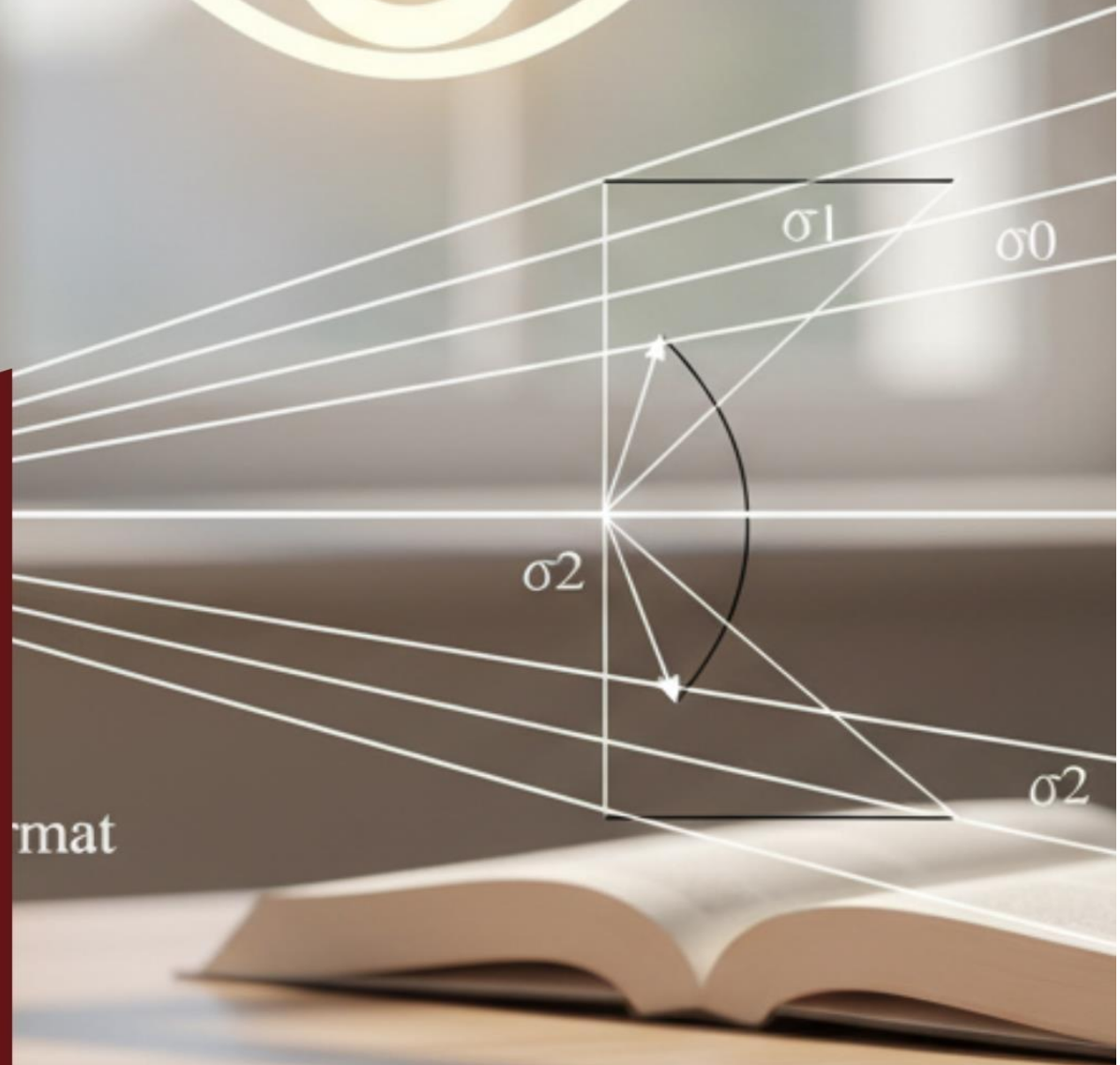
PASOS

1. Coloca el lente objetivo en el extremo frontal del tubo (sujétalo con cinta).
2. Coloca el ocular en el extremo opuesto; deja la posibilidad de ajustar su posición deslizándola.
3. Alinea ambas lentes centradas coaxialmente.
4. Apunta a un objeto distante ($\geq$ varios metros). Ajusta la separación ocular-objetivo deslizándolo hasta lograr foco nítido.
5. Observa por el ocular; la imagen será aumentada. Si la imagen parece invertida, eso es normal en un telescopio refractor simple (Kepleriano).

Lista de cotejo telescopio refractor simple.

Criterios	SI	NO	Observaciones
Identifica correctamente la reflexión y refracción en su explicación. El sistema óptico logra ampliar o reducir la imagen según lo solicitado. Ajusta correctamente distancias para formar una imagen clara. Usa materiales caseros de manera funcional y segura. La estructura está bien ensamblada y permite observar la imagen claramente			
Participa activamente y muestra responsabilidad durante el trabajo.			

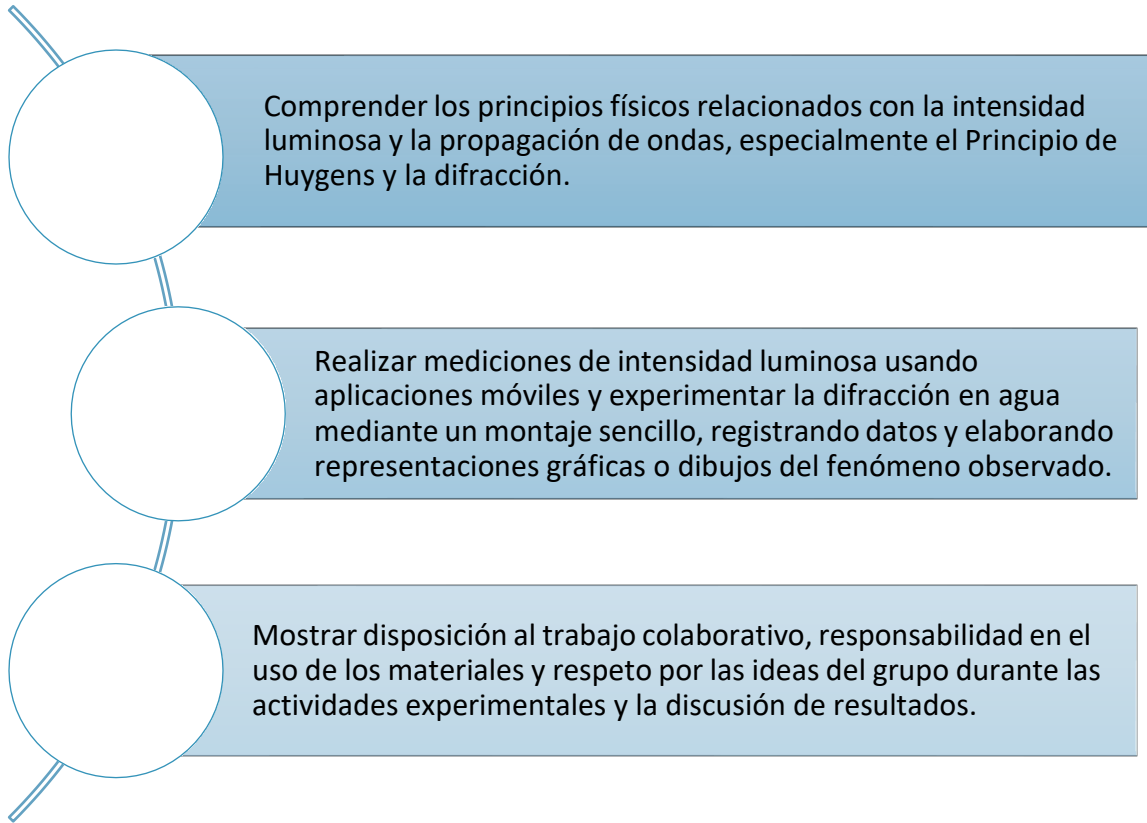
SESIÓN 2: FOTOMETRÍA Y PRINCIPIOS DE HUYGENS Y FERMAT



Ley de Snell: $n_1 \sin(\sigma_1) = n_2 \sin(\sigma_2)$

Fotometría

Objetivos:



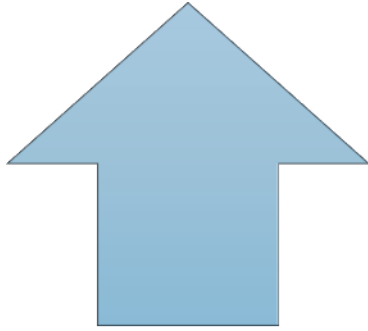
Duración: 120 minutos

Moment	Actividades de Aprendizaje		Instrumentos	Evidencia de	Tipo de
	o	Conducidas por	Realizadas por	de	Tipo de
Duración	el docente	los estudiantes	Evaluación	Aprendizaje	Evaluación
Inicio (25 min)	Demostración con celular: variación de iluminación en la cámara al cubrir con diferentes materiales (papel, tela, plástico).	Uso de apps móviles de luxómetro para medir intensidad luminosa.	Rúbrica	Informe de laboratorio	Diagnóstico Formativa Coevaluación
Desarrollo (75 min)	Principio de Huygens: simular difracción en agua con dos piedras pequeñas.	Mediciones y tabla de datos	Rúbrica	Dibujo con la relación geométrica	Formativo Sumativo Heteroevaluación
Cierre (20 min)	Discusión y comparación de los resultados				Formativo Sumativo Autoevaluación

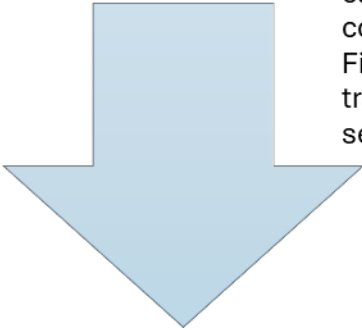
Recursos didácticos		Celular, tela, papel, plástico, agua, piedras pequeñas.	
Actividad Integradora	Instrumento de Evaluación	Evidencia de Aprendizaje	Valoración
			Criterios de Evaluación
Calibrar un espacio del aula como “mapa de intensidad luminosa” usando celulares.	Lista de Cotejo/Rubrica	Prototipo Experimental	Comprende el concepto de intensidad luminosa y su relación con la distancia, los materiales y las fuentes de luz, explicando los fundamentos físicos que intervienen en la medición. Aplica de forma precisa instrumentos digitales (celulares con sensores de luz o aplicaciones) para medir, registrar y representar los niveles de iluminación en distintas zonas del aula, elaborando un mapa visual o gráfico. Muestra orden y cooperación durante la toma de datos y la elaboración colectiva del mapa de intensidad luminosa, cuidando los materiales y respetando las opiniones del grupo.
Ambientes/Escenarios de Aprendizaje		Aula de clases	

Descripción de las actividades de la Sesión 2

Actividad inicial



Orientar la demostración práctica en la que los estudiantes utilicen la cámara de un celular para observar la variación de la iluminación al cubrir el lente con distintos materiales (papel, tela y plástico). El docente explicará el propósito de la actividad, organizará los materiales, indicará el procedimiento paso a paso y guiará la comparación de resultados obtenidos. Finalmente, facilitará la reflexión sobre la transmisión, absorción y dispersión de la luz según el tipo de material utilizado.



Demostración con celular



Objetivo

Observar y cuantificar como diferentes materiales (papel, plástico, tela) reducen o modifican la iluminación que llega al sensor de un celular, y explicar los resultados usando modelos geométricos y de transmisión

Materiales

- Celular con cámara
- Papel, tela de algodón, plástico traslúcido
- Cinta adhesiva
- Fuente luz constante y estable (lampara led, pantalla planca)
- Trípode o apoyo para el celular
- Regla y calculadora



Seguridad:

- Evita pegar materiales directamente sobre lentes muy calientes; usa cinta con cuidado.
- Mantén la fuente de luz fija.



Procedimiento

- Coloca el celular en el trípode mirando hacia la fuente de luz. Fila la distancia entre la fuente y el lente (ej. 30 cm)
- Abre la app de cámara con control manual. Fija ISO, tiempo de exposición (shutter) y balance de blancos para que no cambien entre tomas. Si la app no permite, usa el modo automático, pero procura que el teléfono no responda.
- Toma una foto de referencia sin cubrir el lente
- Coloca una muestra (papel) centrada sobre la lente sin mover el cel y toma 3 fotos; repite con muestra 2 (tela) y muestra 3 (plástico)
- Repite con la misma muestra pero con ángulos de 0° , 30° , 45° y 60°
- Calcula la Transmisión relativa siendo el brillo sin material

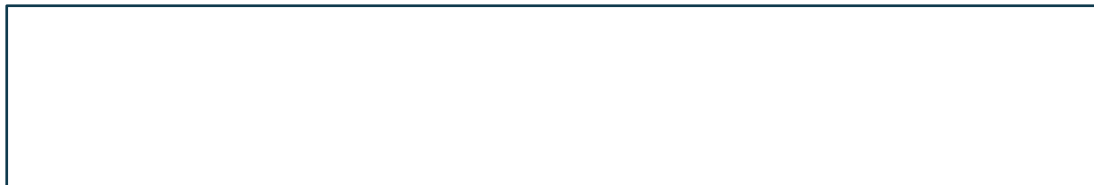
El estudiante debe completar la siguiente tabla de acuerdo a los diferentes materiales.

Tabla de datos

<i>Ensayo</i>	Material	Ángulo ϑ°	Brillo promedio L	$T = L/L_0$
0	Sin material	30°		
1	Tela	30°		
2	Papel	30°		
3	Plástico	30°		

Análisis geométrico

- Dibuja un esquema mostrando como cambia el trayecto de la luz al pasar por un material inclinado
- Marcar el espesor real e y el espesor efectivo $e/\cos\theta$



Preguntas de análisis

1. ¿Qué material deja pasar más luz? ¿Cuál menos?
2. ¿Cómo afecta el ángulo ϑ a la cantidad de luz transmitida?
3. ¿Qué ocurre con el color y a la nitidez de la imagen al usar cada material?

Explica la relación entre espesor efectivo y transmisión según la geometría

Actividad de desarrollo

Experimentación del principio de Huygens

Principio de Huygens

Objetivo

comprender el Principio de Huygens mediante ondas en el agua.



Desarrollo

- Preparar el recipiente con agua en reposo.
- Primera prueba: dejar caer una piedra pequeña suavemente en el centro.
- Observar la propagación circular de ondas.
- Identificar frentes de onda.

Análisis

- ¿De dónde nace cada onda?
- ¿Cómo se desplaza?



Lanzamiento

Dos estudiantes dejan caer dos piedras pequeñas al mismo tiempo, separadas unos centímetros.

Observar

- Expansión de ondas desde cada punto.
- Zonas de encuentro e interferencia.



Anotar Observaciones

- Dirección y forma de los frentes de onda.
- Interacción entre ondas.
- Cambios en amplitud.

Lista de Cotejo

Criterio	Si	No	Observaciones
Observa con claridad la formación y propagación de ondas			
Identifica correctamente los frentes de onda generados			
Describe la interferencia de ondas de las dos piedras			
Participa activamente en la demostración y discusión			

Actividad de Cierre

Los estudiantes con apoyo del docente discuten y comparten los resultados del experimento del Principio de Huygens

Actividad Integradora

Calibrar un espacio del aula como “mapa de intensidad luminosa” usando celulares.

PASO A PASO



Inicio

1 Explicación del objetivo
El docente intraduce que se creara un mapa de intensidad luminosa del aula usando celulares para analizar como se distribuye la luz.

Desarrollo

3 Calibración inicial del celular
Los extudiantes abren la camara o una apo de medicion de luz como lux meter. Ajustan el brillo automatico para evitar alteraciones.



5 Recorridos por estaciones
Cada grupo se mueve por los puntos establecidos del aula y toma mediciones. Registrar, si el punto es “alta luz”, “media luz” o “baja luz”. Opcional, anotar valores numericos (lux)



4 Punto de referencia (0)
Se selecciona un punto base donde todos teman la primera medicion; este servira para comparar el resto de valores.



Cierre

7 Construcción del mapa
En una hoja o pizarra, los estudiantes dibujan un croquis del aula y marcan cada punto con colores o simbolos segun la intensidad.

● Alta intensidad ● Media ● Baja ●

Rúbrica de evaluación

Criterio	Excelente	Bueno	Básico	Inicio
Calibración y uso del celular	Realiza la calibración correctamente, mantiene la misma altura de mediación y usa adecuadamente la cámara o app de lux	Realiza una calibración con mínimos errores; usa bien el celular	Se le dificulta calibrar; requiere asistencia frecuente	No logra calibrar ni utilizar correctamente el dispositivo

Medición en estaciones	Registra datos precisos en todos los puntos; distingue correctamente entre alta, media y baja	Registra datos en la mayoría de puntos con precisión	Registra datos incompletos o imprecisos	Registra datos incorrectos o no registra mediciones
Construcción del mapa	Dibuja un croquis claro, marca puntos con colores, símbolos coherentes; interprétame visualmente la distribución de la luz.	Presenta un mapa comprensible con algunos detalles omitidos	El mapa es poco claro o presenta errores de interpretación	No logra representar el mapa o es ilegible
Trabajo colaborativo	Participa activamente, colabora y respeta los roles de equipo.	Participa y colabora regularmente	Participa poco; depende del grupo para hacer la tarea	No colabora o entorpece el trabajo.

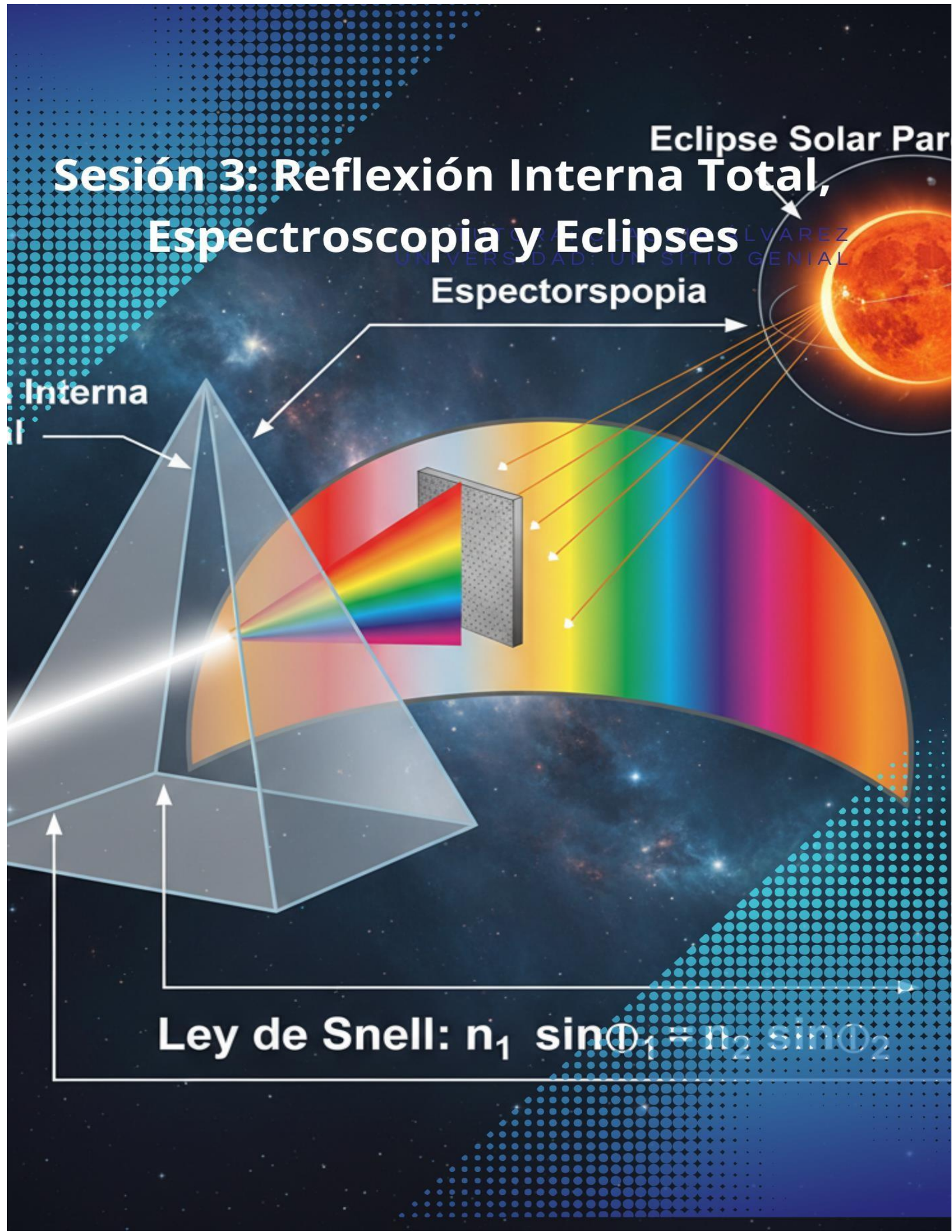
Sesión 3: Reflexión Interna Total, Espectroscopia y Eclipses

Eclipse Solar Par

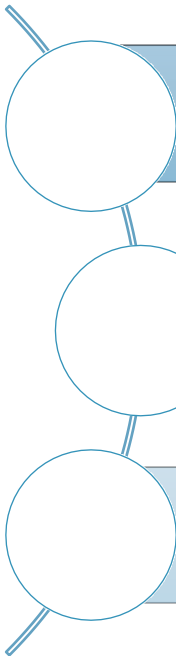
Espectroscopia

Reflexión Interna

$$\text{Ley de Snell: } n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$



Objetivos:

- 
- Comprender la reflexión interna total y la descomposición de la luz en distintos espectros según la fuente luminosa.
 - Construir un espectroscopio casero y realizar observaciones experimentales comparando espectros de diferentes fuentes de luz.
 - Trabajar con interés, responsabilidad y colaboración durante las actividades prácticas y el uso de los materiales.

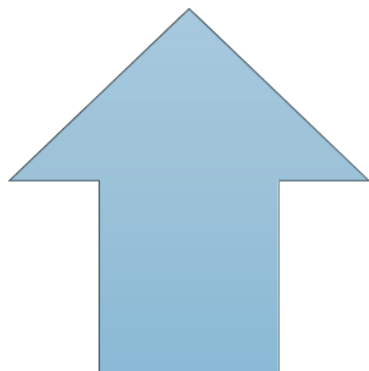
Duración: 120 minutos

Momento	Actividades de Aprendizaje		Instrumentos	Evidencia	Tipo de
Duración	Conducidas por el docente	Realizadas por los estudiantes	de Evaluación	de Aprendizaje	Evaluación
Inicio (15 min)	Reflexión interna total con láser apuntando a una botella con agua.	Resolución de problemas	Guía de observación	Ejercicios resueltos	Diagnóstico
	Simulador Phet "Bending Light" para mostrar reflexión interna total.				Formativa
	Construcción casera de un espectroscopio con caja de cartón, CD y rendija.				Coevaluación
Desarrollo (85 min)		Experimentación			Formativo
					Sumativo
Cierre (20 min)	Modelo de eclipse con linterna (Sol), pelota (Tierra) y canica (Luna).				Heteroevaluación
					Formativo
					Sumativo
					Autoevaluación

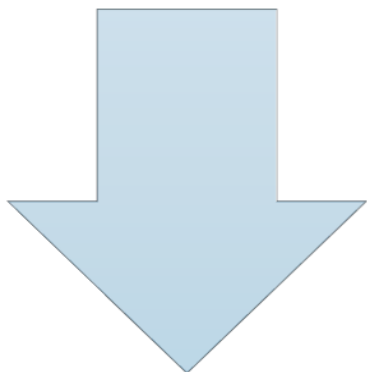
Recursos didácticos		Computadora, internet, data show, caja de carton, CD	
Ambientes/Escenarios de Aprendizaje		Aula de clases o laboratorio	
Valoración			
Actividad Integradora	Instrumento de Evaluación	Evidencia de Aprendizaje	Criterios de Evaluación
Construcción del espectroscopio y análisis de distintas fuentes de luz (lámpara LED, vela, sol).	Lista de Cotejo/Rubrica	Prototipo Experimental	Comprende los principios de descomposición de la luz y el funcionamiento de un espectroscopio, diferenciando los espectros continuos, discontinuos y de absorción según el tipo de fuente luminosa.
			Construye correctamente un espectroscopio casero empleando materiales sencillos, y realiza observaciones comparativas de espectros producidos por diferentes fuentes de luz.
			Manifiesta interés, responsabilidad y trabajo colaborativo durante la elaboración y uso del espectroscopio

Descripción de las actividades de la Sesión 3

Actividad inicial



El docente guiará a los estudiantes en la exploración del fenómeno de la reflexión interna total por medio de una demostración práctica y un recurso digital interactivo. Primero, orientará la observación del recorrido del haz de un láser al atravesar una botella con agua, destacando las condiciones bajo las cuales ocurre la reflexión interna total.



Luego, dirigirá el uso del simulador PhET “Bending Light”, indicando a los estudiantes cómo manipular los materiales y los ángulos de incidencia para comparar los resultados con la demostración real. Durante la actividad, el docente promoverá la formulación de hipótesis, la interpretación de los cambios observados y la relación entre la experiencia práctica y los principios ópticos estudiados, reforzando la comprensión del concepto a través de la experimentación guiada.

Prácticas de Laboratorio

Reflexión interna total

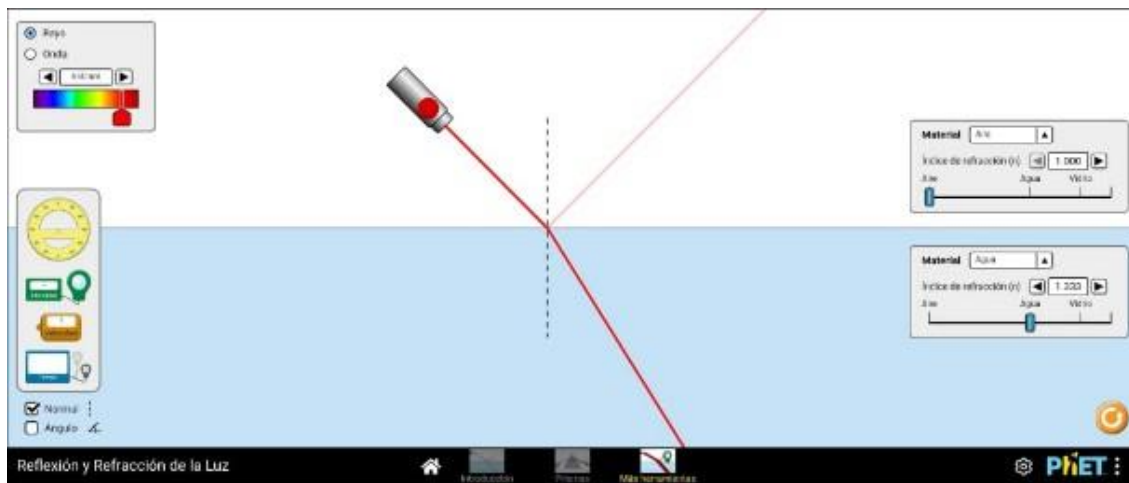


Un láser que entra al agua en un ángulo menor al crítico es reflejado totalmente.

Actividades de Desarrollo

a. Experimento 1 con el simulador PHET “Bending Light”

Experimenta en la ventana de Introducción utilizando las herramientas de medición para observar lo que sucede con la luz cuando atraviesa el agua. No olvides explorar los modelos Rayo y Onda para la luz.



a) Escribe cómo cada herramienta ayuda a investigar el comportamiento de la luz.

b) Describe el comportamiento de la luz cuando brilla sobre el agua. Proporciona ejemplos variando el ángulo incidente para apoyar tu descripción.

c) ¿Qué cambia cuando la luz pasa de estar en el aire a estar debajo del agua?

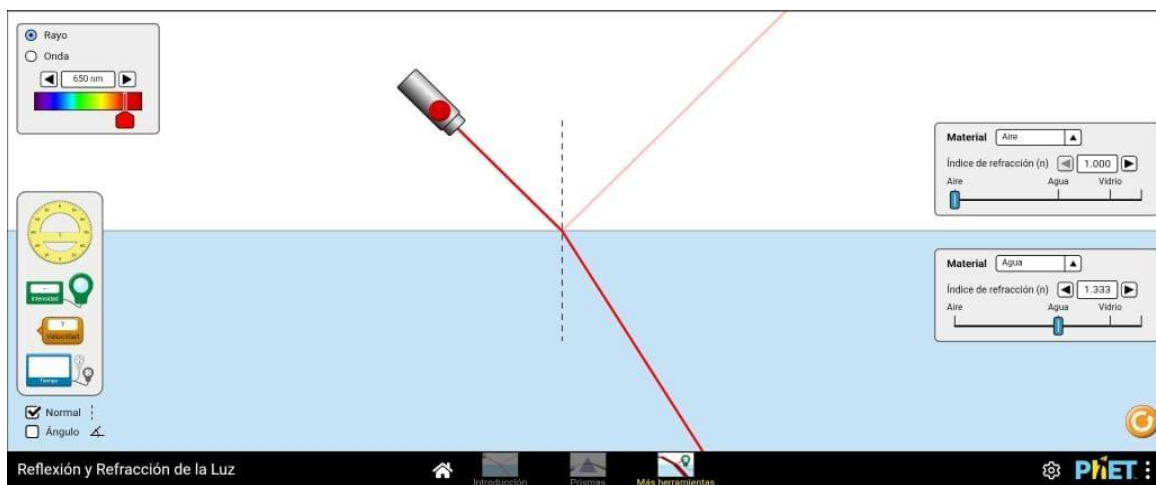
d) ¿Qué cambia si en lugar de agua, la luz pasará de aire a vidrio?

e) Pruebas materiales con otros índices de refracción para ver si tus ideas sobre el comportamiento de la luz parecen completas

f) Escribe una descripción resumida de lo que sucede con la luz cuando va de un medio a otro. Usa las siguientes palabras del vocabulario en tu resumen: índice de refracción, ángulo incidente, ángulo reflejado y ángulo refractado.

b. Experimento 2

Experimentar en la ventana de Prismas, haciendo uso de los materiales de medición disponibles en esta parte de la simulación, observar que sucede cuando la luz atraviesa objetos de una determinada forma, material y entorno.



- a) Describe que sucede cuando la luz atraviesa un prisma de vidrio, menciona los colores que aparecen.

- b) ¿Cómo se comporta la luz cuando al cambiar el material del prisma?, ¿Hay diferencias?

- c) Explica el comportamiento de la luz al atravesar dos objetos de forma y material diferente al mismo tiempo.

- d) De acuerdo con lo observado en la simulación, ¿Qué es el índice de refracción?

Actividades de Desarrollo

En esta actividad, los estudiantes construirán un espectroscopio casero utilizando materiales simples como una caja de cartón, un CD y una rendija fina. El propósito es observar y analizar los espectros de luz emitidos por diferentes fuentes, comprendiendo cómo la luz se descompone en sus colores componentes.

CONSTRUCCIÓN DE UN ESPECTROSCOPIO CASERO

1 Presentación del objetivo

El objetivo es construir un espectroscopio para observar el espectro de la luz



2 Revisión de materiales

- Caja de cartón y borra cam
- CD o DVD
- Cinta adhesiva
- Tijeras o cutter
- Cartulina negra
- Hoja de aluminio o cartón



3 Preparar la rendija de entrada

Cortar un pequeño rectángulo en un extremo de la caja.



4 Realizar la ranura para el CD

Abrir una ranura en el costado de la caja con una inclinación que permita que el CD se mantenga firme y orientado hacia la



5 Colocar el CD dentro de la caja

Insertar el CD de modo que la superficie reflectante quede hacia la rendija.



7 Ajuste y cierre de la caja

Verificar que la caja esté sellada de modo que la luz sólo entre por la rendija.



6 Apertura para la observación

Corta una pequeña abertura en el costado opuesto a la rendija.



8 Prueba del espectroscopio

Apuntar la rendija hacia una fuente de luz (linterna, lámpara o luz natural) y mirar a través de la abertura.



9 Registro de observaciones

Anotar los colores observados, intensidades y cualquier patrón visible



10 Conclusión final

El espectroscopio permite observar cómo la luz blanca se descompone en sus componentes debido a la difracción y dispersión

11 Conclusión general

Actividades de Cierre

En esta actividad, los estudiantes construirán un modelo simple del sistema Sol-Tierra-Luna utilizando una linterna como Sol, una pelota como representación de la Tierra y una canica como la Luna. El objetivo central es visualizar y comprender cómo se producen los eclipses solares y lunares a partir de la alineación de estos cuerpos.

MODELO DE ECLIPSE

con linterna (Sol),
pelota (Tierra) y canica (Luna).

- 1** Ubica la pelota (Tierra) entre la linterna y la canica (Luna).



- 2** Enciende la linterna para que la luz apunte hacia la bicicleta.

- 3** Mueve la canica (Luna) hasta que su sombra la vea en la pelota (Tierra).

Actividad Integradora

Los estudiantes deberán analizar las distintas fuentes de luz utilizadas en la construcción del espectroscopio de la actividad de desarrollo.

Criterio	Excelente	Bueno	Básico	Insuficiente
Preparación y montaje del experimento	El montaje es ordenado, estable y cumple todas las condiciones (distancia fija, luz constante, materiales correctamente usados)	El montaje presenta pequeños errores, pero permite observar resultados válidos	El montaje cumple parcialmente; hay problemas de iluminación y distancia	Montaje incompleto o incorrecto no permite resultados válidos
Registro de datos experimentales (tabla y mediciones)	Registra valores claros y coherentes de brillo y transmisión $T = L/L_0$ para todos los materiales y ángulos	Registra datos en su mayoría correctos con algunos errores	Registra datos incompletos o inconsistentes	No representa registros o son inadecuados
Análisis geométrico (dibujo y explicación)	Dibuja correctamente el esquema del trayecto de la luz, identifica $e/\cos \theta$ y explica claramente la relación con la transmisión	Dibuja y explica parcialmente el efecto geométrico, con algunos detalles omitidos	Presenta un dibujo básico sin relación clara con la transmisión	No presenta dibujo ni explicación geométrica
Interpretación y respuestas a preguntas de análisis	Responde con argumentos científicos precisos, compara materiales, relaciona resultados con modelos geométricos y de transmisión	Responde con buena comprensión general, pero con errores menores o lenguaje impreciso	Responde de forma superficial o incompleta	No responde o presenta respuestas sin fundamento

Presentación, orden y actitud positiva en el trabajo experimental	Trabajo limpio, ordenado, actitud responsable, cumple con normas de seguridad y participa activamente	Cumple la mayoría de los aspectos con buena disposición	Cumple parcialmente o muestra poca organización	Desorden, descuido o falta de participación
--	--	---	--	---

12. Conclusiones

A lo largo de este proceso, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El nivel de conocimiento previo demostrado por los estudiantes con respecto a Geometría Euclidiana y la Ley de Snell fue limitado en la mayoría de la muestra. Puesto que, mostraron una comprensión limitada en cuanto a la fórmula de la Ley de Snell, la visualización de dicha ley a través de Geometría Euclidiana, teorema de Pitágoras, ángulos complementarios, y la importancia de comprender los ángulos, excepto en la respuesta sobre el ángulo de refracción cuando la luz pasa de un medio más denso a otro menos denso, debido a que la mayoría contestó correctamente. Esto evidenció que es necesario el reforzamiento de conceptos en los que existe limitado conocimiento, sin embargo, existe una pequeña base para alcanzar un aprendizaje profundo sobre la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.

En cuanto a las percepciones docente-estudiante sobre la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, mediante recursos didácticos activos, los encuestados expresaron una percepción moderada, mostrando optimismo sobre la integración de dichos conceptos, además, expresaron una opinión neutral o moderada con respecto a la importancia de la relación de estos conceptos. Por otra parte, se identificó que perciben la existencia de dificultades que podrían enfrentar al momento de que se lleve a cabo la implementación de la unidad didáctica, como es el tiempo y la falta de ejemplos de la Ley de Snell. Esto demostró que la unidad didáctica contiene una significativa viabilidad pedagógica, en cuanto a las dificultades percibidas por los encuestados, pueden contrarrestarse a través de la adaptación de la planificación.

Con respecto al diseño de una unidad didáctica basada en estrategias activas que integre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, la unidad didáctica fue elaborada tomando en cuenta las necesidades tanto de estudiantes como de docentes, está estructurada por tres sesiones de clase con un período de dos horas cada una. Además, se tomó en cuenta la implementación de recursos tecnológicos tales como simuladores virtuales, debido a su eficiencia para garantizar la calidad del aprendizaje.

La unidad didáctica fue valorada por maestros expertos, los cuales determinaron que la unidad didáctica presenta una excelente estructura en sus contenidos, sin embargo, acerca de la

inclusión de elementos geométricos señalaron que existe una insuficiencia de estos elementos, la alineación entre objetivos, contenidos y evaluación es buena, las actividades propuestas para la evaluación promueven el desarrollo de la creatividad de los estudiantes, la inclusión de recursos tecnológicos es adecuada. Aunque la unidad didáctica tiene elementos adecuados, en el caso de la inclusión de Geometría Euclidiana representa una limitante en la comprensión profunda de la Ley de Snell, esto sugiere la optimización de detalles en las debilidades para garantizar la calidad de la unidad didáctica.

Por otra parte, en relación a las variables planteadas, a través del cálculo del coeficiente de Pearson, se obtuvo una correlación equivalente a 1, es decir, existe una dependencia total o relación directa entre la variable independiente y la variable dependiente. Lo cual indica que la unidad didáctica influye de manera positiva en el aprendizaje de la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.

A partir de esto, se concluye que la propuesta de la unidad didáctica que integra Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, es una alternativa favorable para garantizar un aprendizaje significativo, promoviendo una mejor comprensión de conceptos complejos. Puesto que este recurso incluye actividades creativas que facilitan un ambiente atractivo y moderno, al introducir recursos tecnológicos, lo que despierta el interés estudiantil. No obstante, es necesario ajustar algunos elementos que representan debilidades en la calidad del material.

13. Recomendaciones

En este capítulo se muestran recomendaciones para el uso de este trabajo, estas se encuentran dirigidas a diferentes usuarios como docentes, estudiantes y futuros investigadores.

A docentes:

- Adecuar las actividades planteadas en la unidad didáctica al tiempo que se dispone para el desarrollo de la clase.
- Promover un entorno de aprendizaje donde el estudiante sea el principal protagonista, adaptando las diferentes actividades realizadas en el aula de clase al ritmo y estilo de aprendizaje de cada individuo.
- Incluir actividades experimentales con materiales de fácil acceso para el aprendizaje de contenidos relacionados con la Geometría Euclidiana y Óptica Geométrica.
- Incorporar guías de laboratorio claras y detalladas para el desarrollo de actividades prácticas experimentales o para el uso de simuladores virtuales.
- Fomentar el uso de la creatividad para contenidos complejos tanto de Física como de Matemática para la adquisición de conocimientos significativos por parte de los estudiantes.
- Vincular temáticas a situaciones de la vida cotidiana, para un aprendizaje de calidad y reforzamiento de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes.
- Promover actividades de evaluación creativas, ya sea haciendo uso de herramientas tecnológicas, o a través de actividades que garanticen la motivación estudiantil.

A estudiantes:

- Tomar en cuenta las guías de laboratorio facilitadas por el docente para el uso de simuladores virtuales y actividades prácticas experimentales propuestas en la unidad didáctica.
- Participar activamente en las actividades de la unidad didáctica que integra Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, implementadas en el aula de clase.

A futuros investigadores:

- Aplicar la propuesta a la muestra empleada para el descubrimiento de su impacto en el aprendizaje, y de igual manera hacer ajustes a partir de las dificultades observadas a lo largo del proceso de aplicación, esto en el caso de futuras investigaciones.

- Citar correctamente la información teórica de la presente investigación en caso de que sea utilizada.
- Seleccionar una muestra significativa.
- Seguir priorizando la propuesta de actividades que implican el uso de recursos tecnológicos, ya que han demostrado un aporte importante en el proceso de aprendizaje de temáticas de Física y Matemática.

14. Referencias

- Alemañ Berenguer , R. A. (2011). Óptica relativista y geometría no euclídea. *Latin American Journal of Physics Education*, 5(3), 548-555.
http://www.lajpe.org/sep11/LAJPE_555_Rafael_Aleman_Preprint_corr_f.pdf
- Argibay, M. &. ((2005)). *La educación para el desarrollo*. <http://www.euskadi.net/>
- Arias González, J. L. ((2021)). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Enfoques Consulting.
<http://www.cienciaysociedad.org/>
- Aristizábal, V. H. (2007). Introducción a la Tecnología de Fibras Ópticas y Análisis Numérico de la Propagación de la Luz en Fibras Micro-Estructuradas. *Revista Tecnológicas*(19), 141-165.
<https://www.redalyc.org/pdf/3442/344234312007.pdf>
- Badía Albanés, V., & Balbuena Cruz, D. (2023). El papel de la visualización en el proceso de enseñanza y aprendizaje del Análisis Matemático. *Alternativas*, 23(2), 5-10.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9453058.pdf&ved=2ahUKEwjC8PCV9IaQAxWnRjABHcNIOQEQFnoECCwQAQ&usg=AOvVaw0AaMQBwq2pLxTEN6kV9o5o>
- Bagdoo, R. (2021). Eclipses lunares y efecto Allais. *Revista de Física Moderna*, 12(13), 1783-1794.
https://www.scirp.org/pdf/jmp_2021111814450247.pdf
- Barrera Mora, F., & Reyes Rodríguez , A. (2015). La teoría de Van Hiele: Niveles de pensamiento Geométrico. *Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo*, 7.
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/download/554/3468>
- Beltrán Llavador, J. (2015). Educación a lo largo de la vida: un horizonte de sentido. *Sinéctica*(45), 11.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2015000200002
- Berrio Solano, A. T. (2009). La experimentación dirigida como método eficaz de la investigación y del aprendizaje significativo. *[Trabajo de Grado para optar el Título de Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo]*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

[https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2447/40924744.pdf?sequence=](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2447/40924744.pdf?sequence=1)
=

Briones Rugama, Y. Y., & Herrera Castrillo, C. J. (2024). Desafíos en la enseñanza de la Geometría a nivel superior mediante enfoque por competencias. *Revista del Caribe Nicaraguense*, 1(81). <https://doi.org/10.5377/wani.v1i81.18461>

Buitrago Marín, R. d. (2015). Estrategias didácticas para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría plana en octavo grado, en el Instituto Nacional Berardo de Cirauqui. *[Monografía para Licenciatura]*. Bluefields Indian Caribbean University (BICU), Facultad en Ciencias de la Educación y Humanidades (FACEYH). <http://repositorio.bicu.edu.ni/29/?utm>

Bustamante C, G., & Mendoza Quispe, C. A. (2013). Estudios de correlación. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 33(13), 8. http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?lng=pt&pid=S2304-37682013000600006&script=sci_arttext

Cáceres Péfaur, B., del Valle Carballo Pérez, K., & Péfaur Vega, J. E. (2016). La sistematización de la unidad didáctica en educación ambiental: una aproximación desde una experiencia en la ruralidad. *Educere*, 20(66), 249-257. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35649692006.pdf>

Calle, E., Breda, A., & Font, V. (2023). Significados parciales del teorema de Pitágoras usados por docentes en la creación de tareas en el marco de un programa de formación continua. *Revista Uniciencia*, 37(1), 1-23. <https://doi.org/10.15359/ru.37-1.1>

Canul García , D. (2025). Análisis de la propagación de luz en guías de ondas con distinto perfil de índice de refracción. *[Tesis presentada al Colegio de Física como requisito parcial para la obtención del grado de Licenciado en Física Aplicada]*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/09a51a26-d020-4e09-b24d-267f4782f9ef/content>

- Carballo López, J. L., Martínez, E. d., & Guevara Gutiérrez, D. R. (2023). Estrategias didácticas y planes de clases para abordar el contenido de Óptica Geométrica . *[Trabajo de curso de didáctica de Física]*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Unan-Managua, Recinto Universitario Rubén Darío. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-nicaragua-managua/planeacion-estrategica/didacticadelafisica-2023-revisado-1832/96175220?utm>
- Castro Mero, K. E., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). Fundamentos Teóricos del Aprendizaje Basado en Problema como Estrategia Metodológica en la Asignatura de Matemática. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 778-791. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i1.3616>
- Catañeda Ramírez, I. G. (2008). El aprendizaje, a través de la mirada de diferentes autores. *Ethos Educativo*, 41, 40. <https://imced.edu.mx/Ethos/Archivo/41-27.pdf>
- Cejas Martínez, M. F., Liccioni, E. J., Aldaz Hernández, S. M., & Murillo Naranjo, M. E. ((2023)). *Enfoque cuantitativo y cualitativo: una mirada de los métodos mixtos*. Fundación Editorial de la Universidad Nacional Experimental de Los LlanosOccidentales Ezequiel Zamora (FEDUEZ). https://www.researchgate.net/publication/374418696_ENFOQUE_CUANTITATIVO_y_CUALITATIVO_Una_mirada_de_los_metodos_mixtos
- Cepeda Dovala , J. M. ((2013)). *Estrategias de enseñanza para el aprendizaje por competencias*. Editorial Digital UNID. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57382797/Estrategias_de_ensenanza_para_el_aprendizaje_por_competencias-libre.pdf?1536965354=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEstrategias_de_ensenanza_para_el_aprendi.pdf&Expires=1758216935&Signature=
- Cervantes M, Á. K., Rubio U, L. M., & Prieto G, J. L. (2015). Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, 4(1), 18-28.

- Chero Pacheco, V. (2024). Población y muestra. *International Journal Interdisciplinary dentistry*, 17(2), 66. <https://doi.org/10.4067/S2452-55882024000200066>
- Corral de Franco, Y. (2022). Validez y confiabilidad en instrumentos de investigación: una mirada teórica. *Revista Ciencias de la Educación*, 32(60), 562-586. <https://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/60/art06.pdf>
- Corrales Salguero , A. R. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *Emásf*, 1(2), 13. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3175435.pdf>
- Cortés Cortés, M. E. ((2004)). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación* . Universidad Autónoma del Carmen. https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
- Cvetkovic Vega, A., Maguiña, J. L., Alonso Soto, Lama Valdivia, J., & Correa López, L. E. (2021). Estudios transversales. *Revista Facultad de Medicina Humana*, 21(1), 179-185. <https://doi.org/10.25176/RFMH.v21i1.3069>
- De Jesús Mex Álvarez, R. M., Garma Qen, P. M., Yanez Nava, D., Guillen Morales , M. M., & Novelo Pérez, M. I. (2021). Validación de un cuestionario para determinar valores asociados sobre el consumo de maíz. *Jonnpr*, 6(9), 1171-1180. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.4021>
- Demarchi Sánchez, G. D. (2020). La evaluación desde las pruebas estandarizadas en la educación en Latinoamérica. *Revista de Investigación en Administración, Contabilidad, Economía y Sociedad*, 8(13), 107-133. <https://www.redalyc.org/journal/5518/551868969005/html/>
- Departamento de Física del Douglas College y OpenStax. (2018). Física 1207 del Douglas College. En D. d. OpenStax, *Física 1207 del Douglas College*. Departamento de Física del Douglas College y OpenStax.
- Díaz Lozada , J. A., & Ortega Breto , J. (2022). La resolución de problemas de Física y el pensamiento matemático en la formación de ingenieros. *Referencia Pedagógica*, 10(2),

308-322.

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-30422022000300129&script=sci_arttext)

[30422022000300129&script=sci_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2308-30422022000300129&script=sci_arttext)

Domínguez Retamoza, E. A. (2016). Desarrollo de un sistema de sincronización espacial para comunicaciones ópticas satelitales. *[Tesis de Grado]*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/275/1/244581.pdf>

Duarte Sánchez, D. D., & Guerrero Barreto, R. (2024). La encuesta como instrumento de recolección de datos, confiabilidad y validez en investigación científica. *Revista De Ciencias Empresariales, Tributarias, Comerciales Y Administrativas*, 3(2), 94-107. <https://educaciontributaria.com.py/revista/index.php/rcetca/article/view/70>

Escobar Pérez, J., & Cuervo Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6(1), 27-36. https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion

Espín Freire, S. d. (2024). Diseño de material didáctico en el estudio de las leyes de reflexión y refracción de la luz. *[Trabajo de Titulación de Licenciatura]*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13919>

Espinoza Huete, H. E., Picado Castillo, C. D., Triminio Zavala, C. M., & Herrera Castrillo, C. J. (2024). Metodología para el aprendizaje de la geometría usando reursos didácticos (MET-GEO). *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 1(3), 10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13629405>

Espitia Sierra , C. T. (2022). Procesos de regulación metacognitiva de los profesores de Matemática en la enseñanzade la Geometría Euclidiana. *[Proyecto de Grado de Magíster]*. Repositorio Institucional de Universidad Autónoma de Manizales. <https://repositorio.autonoma.edu.co/items/f020839-f246-45c3-8488-9438ba31af1/full>

- Even, C., Balland, C., & Guillet, V. (2016). Aprendiendo a través de la experimentación: una forma original de enseñar óptica geométrica. *Physics Education*, 37(6), 20. 10.48550/arXiv.1609.07906
- Fernández Navas, M., Sola Fernández, M., & Alcaraz Salarirche, N. (2017). Evaluación y Pruebas Estandarizadas: Una Reflexión sobre el Sentido, Utilidad y Efectos de estas Pruebas en el Campo Educativo. *Revista iberoamericana de evaluación educativa*, 10(1), 51-67. <https://doi.org/10.15366/RIEE2017.10.1.003>
- Figueras Atienza, M. ((2013)). *Óptica geométrica*, La óptica sin ondas. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya. https://www.guao.org/biblioteca/optica_geometrica_la_optica_sin_ondas
- Garriga Sarrià, E. P. (2016). La rúbrica de evaluación en el postgrado. *Revista Cubana de Informática Médica*, 8(1), 144-151. <https://core.ac.uk/download/pdf/201187337.pdf>
- González Cantellano, M. A., & Montaña Zetina, L. M. (2015). La espectroscopia y su tecnología: Un repaso histórico y su importancia para el siglo XXI. *Latin American Journal of Physics Education*, 9(4), 14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5514757>
- Guerrido Tumbaco, M. Á., Baque Parrales, E. M., Vera Pisco, D., & Quishpi Vera, H. A. (2025). La Visualización Matemática y su Impacto en la Comprensión Conceptual: Una Revisión Narrativa. *Revista Científica "INGENIAR": Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 8(15), 613-640. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/313>
- Guillen Valle, O. R., & Sánchez Camargo, M. R. ((2020)). *Pasos para elaborar una tesis de tipo correlacional. Bajo el enfoque cuantitativo, variable catagórico, escala ordinal y la estadística no paramétrica*. Lima, Perú: Cliic. https://cliic.org/2020/Taller-Normas-APA-2020/libro-elaborar-tesis-tipo-correlacional-octubre-19_c.pdf
- Gutiérrez M, S. Y., & López Mairena, E. C. (2010). Enseñanza de la geometría en segundo año de educación secundaria bajo el enfoque de competencias. *[Tesis de Grado]*. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense. <https://revistas.uraccan.edu.ni/index.php/CEI-Interculturalidad/article/view/122?utm>

- Hernández, C. E., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta. Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), 75-79. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Herrera Castrillo, C. J. (2024). Paradigma positivista. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 12(24), 29-32. <https://doi.org/10.29057/icea.v12i24.12660>
- Hurtado Cruz, E. R. ((2021)). *Geometría moderna*, Notas del curso Geometría Moderna 1. https://sistemas.fciencias.unam.mx/~erhc/geometria_moderna_2019_2/axiomas_y_postulados.pdf
- Izquierdo Valladares, J. P., & Guizado Oscoco, F. (2023). Recursos tecnológicos usados por los docentes en la didáctica pedagógica. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(31), 2628 - 2643. <https://revistahorizontes.org/>
- Joya Cetina, C., & Suárez Sotomonte, P. (2020). Aprendizaje por descubrimiento en sistemas de puntos y rectas notables del triángulo. *Praxis y Saber*, 11(26), 22. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9880>
- Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2002). Resolución de Problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 387-400. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=280931>
- Madrigal Argáez, J., Usma, J. I., & Pérez, J. A. (2018). Diseño geométrico de un propagador de rayos ópticos sobre un sistema acoplado de lentes. *Revista Eia*, 15(29), 87-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.24050/reia.v15i29.1129>
- Mafla Oliva , S. K. (2016). Fotometría CCD, Ubvri de Cúmulos Estelares Abiertos Galácticos. *[Trabajo de Grado]*. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física. <https://sired.udenar.edu.co/8880/1/91846.pdf>
- Maldonado Luna, S. M., & Méndez Hinojosa, L. M. ((2007)). *Manual práctico para el diseño de la Escala Likert*. Trillas. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4953744.pdf>

- Manterola , C., Quiroz, G., Salazar, P., & García , N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentes utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica las Condes*, 1(30), 36-49. <https://www.journals.elsevier.com/revista-medica-clinica-las-condes>
- Marmolejo Avenia, G. A., & Vega Restrepo, M. B. (2012). La visualización en las figuras geométricas. Importancia y complejidad de su aprendizaje. *Educación Matemática*, 24(3), 32. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4420770.pdf>
- Martínez, M. C. (2014). Reflexiones en torno a la Investigación-Acción educativa. *Revista de Investigación Educativa* (18), 58-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4924960>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Miranda Beltrán, S., & Ortiz Bernal, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), 18. <https://doi.org/https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/717>
- Moebis William, J. L. (2021). *Física universitaria* (Vol. 3). openstax. <https://openstax.org/details/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-3>
- Molinero Bárcenas, M. d., & Chávez Morales, U. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo*, 10(19), 31. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.494>
- Mora , G. M., Riquelme, L. A., Troncoso, J. C., & Escobar, B. A. (2018). Validación de una Matriz para Evaluar Monografías en Estudiantes Universitarios. *Formación Universitaria*, 11(1), 63-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000100063>

- Morales Olea, M. (n.d.). La ley de refracción a través de la historia, desde el s. III a.n.e hasta el s. XVII d.n.e. *[Tesis para obtener el título de matemático]*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptb2010/mayo/0657981/0657981.pdf>
- Moreira Chóez, J. S., Beltrón Cedeño, V. C., & Beltrón Cedeño, R. A. (2021). Aprendizaje significativo una alternativa para transformar la educación. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 915-924. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1835>
- Moreno Hernández, D. (2015). Sensor óptico de nivel de líquidos. *[Trabajo de Grado]*. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. <https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/802/1/19982.pdf>
- Myers , M. J., Gold Kohan , B., Dávila Urrutia , S., Hirata Kitahara, M., Soto Walls, L. J., & Tovar Romero , I. (2020). Aprendizaje complejo y nuevas estrategias didácticas para una enseñanza transdisciplinar del Diseño. *Nuevas visiones sobre la educación del diseño: desde la perspectiva del espíritu de nuestra época*, 22, 45-53. <https://zaloamati.azc.uam.mx/server/api/core/bitstreams/cb8fcdd8-944c-419a-b45f-7c1fb63d7b35/content>
- Navas Diezma , A. (2021). Transmisión de la luz natural a través de la Óptica en la arquitectura, Análisis de casos donde se emplean elementos ópticos para integrar la luz en los espacios arquitectónicos. *[Trabajo de Grado]*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/66805/1/TFG_Ene21_Navas_Diezma_Armando_1de3.pdf
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia*, 2(19), 93-110. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Otzen, T., & Manterola , C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Oyola Suárez, D. (2020). La formación de imágenes en superficies reflejantes: una reflexión para la enseñanza de la Óptica Geométrica con estudiantes de gardo once. *[Trabajo Académico]*

de Investigación en el área de Física]. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Física, Bogotá D.C. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12085/La%20formaci%3%b3n%20de%20la%20imagen%20en%20superficies%20reflejantes.%20una%20reflexi%3%b3n%20para%20la%20ense%3%b1anza%20de%20la%20%3%b3ptica%20geom%3%a9trica%20con%20estudian>

Palafox Sánchez, K. S. (2018). Rayos de luz, frentes de onda y cáustica asociados a la refracción de una onda esférica. *[Tesis de Grado]*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/5af9eeb7-12e1-4a44-b4c1-e7eed3e9ca3f/content>

Palmer, A., Jiménez, R., & Montaña, J. J. (2001). Tutorial sobre el coeficiente de estimación lineal de Pearson en Internet. *Revista Electrónica de Psicología*, 5(1). https://www.researchgate.net/publication/331640788_Tutorial_sobre_el_coeficiente_de_correlacion_lineal_de_Pearson_en_Internet

Pareja Maldonado, N. C., & García Camacho, S. K. (2024). Efectividad de la actividad física basada en la lúdica en los escolares del primer grado del distrito de Barranquilla. Estudio cuasi-experimental. *[Proyecto final de Investigación Formativa presentado como requisito de grado parcial para optar por el título de Fisioterapia]*. Universidad Libre Barranquilla, Facultad Ciencias de la Salud, Programa de fisioterapia Barranquilla, Colombia. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/30407>

Pinilla Oliva, M. A. (2022). El Quinto Postulado de Euclides: Una Mirada Historica Epistemológica Desde Los Modos de Pensamiento. *[Tesis presentada para optar al grado académico de Magíster en Educación Matemática]*. Universidad de los Lagos, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Dirección de Postgrado, Departamento de Ciencias Exactas. https://edumat.ulagos.cl/wp-content/uploads/2022/08/Tesis_MerardoPinilla.pdf

- Rivadeneira Rodríguez, E. M. (2017). Lineamientos teóricos y metodológicos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales. *In Crescendo. Institucional*, 8(1), 115-121. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6042332.pdf>
- Rivera Michelena, N. (2016). Una óptica constructivista en la búsqueda de soluciones pertinentes a los problemas de la enseñanza-aprendizaje. *Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba*, 3(30), 609-614. <https://www.medigraphic.com/pdfs/educacion/cem-2016/cem163n.pdf>
- Rodríguez Vargas, A. R., Peña Fernández, J. M., Bone Lajones, I. L., & Angulo Porozo, C. H. (2022). Aprendizaje interdisciplinario mediante la actividad física y el deporte. *Ciencia y Educación*, 3(8), 6-13. <https://www.cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/148/263>
- Salazar Serna, A. S., Gómez Galeano, D. M., & Rúa Gallego, E. M. (2013). A propósito de la Óptica Geométrica: una propuesta de recontextualización en la enseñanza de la Física. *[Trabajo de Grado para optar al título de Licenciado en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental]*. Universidad de Antioquía, Departamento de Ciencias y Arte, Facultad de Educación. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/42c069a1-99ba-4d9c-a34d-98b7ab62bd59>
- Saltos Rodríguez, L. J., Loo Salmon, L. d., & Palma Villavicencio, M. M. (2018). La Investigación: acción como una estrategia pedagógica de relación entre lo académico y social. *Casadelpo*, 3(13), 149-159. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/822/0>
- Salvador Oliván, J. A., Marco Cuenca, G., & Arquero Avilés, R. (2021). Evaluación de la investigación con encuestas en artículos publicados en revistas del área de Biblioteconomía y Documentación. *Revista Española de Documentación Científica*, 44(2), 18. <https://doi.org/10.3989/redc.2020.4.1774>
- Sánchez B, C. H. (2012). La historia como recurso didáctico: el caso de los Elementos de Euclides. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*(32), 71-92. <https://www.redalyc.org/pdf/6142/614265294005.pdf>

- Sandoval Martínez, M., & Mora, C. (2021). Secuencia didáctica para la enseñanza de la ley de Snell. *Edvcatio Physicorvn*, 15(4), 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8359927>
- Sandoval, M., & Mora, C. (2021). Secuencia didáctica para la enseñanza de la ley de Snell. *Revista Latinoamericana de Educación en Física*, 6. file:///C:/Users/Admin/Downloads/Dialnet-SecuenciaDidacticaParaLaEnsenanzaDeLaLeyDeSnellUti-8359927.pdf
- Sarmiento Santana, M. (2004). La enseñanza de las Matemáticas y las NTIC. Una estrategia de formación permanente. *[Trabajo de Grado de Doctora en Pedagogía]*. Universitat Rovira y Virgili. Departamento de Pedagogía, Facultad de Ciencias de la Educación y Pedagogía. https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS_CAPITULO_2.pdf
- Soler, M. G., Cárdenas, F. A., & Hernández Pina, F. (2018). Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: perspectivas teóricas promisorias para el desarrollo de investigaciones en educación en ciencias. *Cienc. Educ*, 24(4), 993-1012. <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040012>
- Suniaga, A. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Internacional Docentes 2.0 Tecnológica Educativa*, 19(1), 16. <https://doi.org/0000-0002-8652-773X>
- Tintaya Condori, P. (2016). Enseñanza y desarrollo personal. *Revista de Investigación Tecnológica*(16), 75-86. Aprendizaje: http://www.scielo.org.bo/pdf/rip/n16/n16_a05.pdf
- Tobajas Ruiz, J. A. (2024, Febrero 01). *Ley de Snell: refracción de luz y aplicaciones ópticas*. Retrieved Septiembre 10, 2025, from Wuolah: https://wuolah.com/blog/ley-de-snell/?utm_source=perplexity
- Tuapanta Dacto, J. V., Duque Vaca, M. Á., & Mena Reinoso, Á. P. (2017). Alfa de Cronbach para validar un Cuestionario de uso de TIC en Docentes Universitarios. *Revista mktDescubre*(10), 37-48. <https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/cea77ec6-5329-4957-beda-64433cd8f771/content>

- Valenzuela González, D. M., Aguilar Flores, S. I., & Aguilar Maldonado, A. J. (2023, Julio 18). Recursos didácticos en el aprendizaje de Óptica Geométrica. *[Trabajo de seminario de graduación de licenciatura]*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Unan-Managua, Centro Universitario Regional, Cur-Estelí. Repositorio institucional UNAN-MANAGUA: <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/19963/>
- Vásconez Velasco, V. H., Vásconez Núñez, D. C., & Vásconez Núñez, V. A. ((2023)). *Geometría plana para Ingeniería*, Tomo 1: srgmrntos, ángulos, polígonos y triángulos. Ecuador: Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador. <https://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/2389/6/DOI%20Libro%20Geometria%20Plana%20Ingeieria%20Tomo%20I.pdf>
- Vega Falcón, V., Leyva Vásquez, M., & Batista Hernández, N. (2023). Desarrollo y validación de un cuestionario para evaluar el conocimiento en Metodología de la Investigación. *Revista Conrado*, 19(S2), 51-60. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3232/3092>
- Vega Román , E. A. (2018). ¿Pedagogía o cinecias de la educación? una lucha epistemológica. *Revista Boletín Redipe*, 7(9), 56-62. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6557289.pdf&ved=2ahUKEwi3orbtr7-PAXWARDABHZVSBYgQFnoECBoQAAQ&usg=AOvVaw3NNMK3TrB2pjmrJAY2gUBV>
- Velásquez Peña, E. A., Ulloa Reyes, L. G., & Hernández Mujica, J. L. (2009). La estimulación del aprendizaje. *Varona*, 48(49), 54. <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360636904008.pdf>
- Vera Velásquez, R., Maldonado Zúñiga, K., Castro Piguave, C., & Batista Garcet, Y. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas como una herramienta para el logro del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Sinapsis*, 2(20), 14. <https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>
- Villasís Kever, M. Á., Márquez González, H., Zurita Cruz, J. N., Miranda Novales, G., & Escamilla Núñez, A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las

mediciones. *Revista Alergia México*, 65(4), 414-421. <https://doi.org/DOL:10.29262/ram.v65i4.560>

Yonte Sanchidrián, T. (2005). Fundamentos geométricos de la Óptica de multicapas. [*Tesis Doctoral*]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Físicas, Departamento de Óptica. <https://webs.ucm.es/BUCM/tesis/fis/ucm-t28643.pdf>

Zabaleta Ángel, L. M. (2024). Reseña: Eclipses. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19(3), 601-603. https://www.researchgate.net/deref/https%3A%2F%2Fdoi.org%2F10.14483%2F23464712.22494?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

Zapata Lascano, W. A., Merino López , F. d., Moreno Jarrín , E. N., Moposita Moposita, A. G., & Escobar Vinuesa, V. A. (2024). Metodologías Activas para Impulsar el Proceso Enseñanza-Aprendizaje. Otros Horizontes, Otros Desafíos. *Ciencia Latina Revista Latina Multidisciplinar*, 8(3), 2433-2456. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9589735.pdf&ved=2ahUKEwjxlrix3uSPAxVLSzABHaAZHEAQFnoECAwQAQ&usg=AOvVaw3d0fHoyqnq2IFofDJ2TF4H3>

15. Anexos

Anexo A-Bosquejo

Diseño de una unidad didáctica como propuesta para el aprendizaje de la relación entre la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell en estudiantes de Física-Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí, durante el segundo semestre 2025.

I. Aprendizaje

- 1.1 Definición
- 1.2 Enfoques de Aprendizaje
- 1.3 Procesos Cognitivos
- 1.4 Metodologías Activas
- 1.5 Pertinencia
- 1.6 Importancia del Aprendizaje
- 1.7 Unidad Didáctica

II. Geometría Euclidiana y Ley de Snell

- 2.1 Enunciado y Formulación Matemática de la Ley de Snell
- 2.2 Geometría Euclidiana
- 2.3 Principios Básicos de la Geometría Euclidiana
- 2.4 Modelización Geométrica de la Incidencia y Refracción
- 2.5 Visualización y Representación para Fortalecer la Comprensión
- 2.6 Conexión Disciplinar entre Geometría y Fenómenos Ópticos

III. La Ley de Snell y su Relación con la Geometría Euclidiana

- 3.1 Fundamentos Teóricos de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell
- 3.2 Relación Interdisciplinaria entre Geometría Euclidiana y Trayectorias Ópticas
- 3.3 Aplicaciones

Anexo B-Instrumentos

Prueba Estandarizada



Prueba estandarizada sobre la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell.

Estimado estudiante, la presente prueba estandarizada tiene como objetivo identificar su nivel de conocimiento previo sobre conceptos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell. Sus respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos, agradecemos de antemano su colaboración. Seleccione la respuesta considerada correcta.

Género

Femenino

Masculino

Edad

17 años

18 años

19 años o más

¿Ha cursado asignaturas componentes relacionadas con Geometría o Física?

Sí

No

1) ¿Cuál es la fórmula de la Ley de Snell?

a) $n_1 + n_2 = n_3$

b) $n_1 \tan(\theta_1) = n_2 \tan(\theta_2)$

c) $n_1 \cos(\theta_1) = n_2 \cos(\theta_2)$

d) $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$

2) Si la luz pasa de un medio con un índice de refracción de 1.5 a otro con un índice de 1.0, ¿Qué sucederá con el ángulo de refracción?

- a) No se puede determinar.
- b) Será menor que el ángulo de incidencia.
- c) Será igual que el ángulo de incidencia.
- d) Será mayor que el ángulo de incidencia.

3) ¿Cómo se puede visualizar la Ley de Snell utilizando la Geometría Euclidiana?

- a) Como un gráfico de barras.
- b) Con un círculo.
- c) Con una tabla de valores.
- d) Con un diagrama que incluye ángulos y la normal a la superficie.

4) ¿Cuál es el teorema que establece que, en un triángulo rectángulo, el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos?

- a) Teorema de Pitágoras.
- b) Teorema de Tales.
- c) Teorema de Ángulos Opuestos.
- d) Teorema de los Triángulos Isósceles.

5) En la Geometría Euclidiana, ¿Qué se entiende por un ángulo complementario?

- a) Dos ángulos que son iguales
- b) Dos ángulos que suman 180 grados.

c) Dos ángulos que suman 90 grados.

d) Un ángulo que mide 90 grados.

6) ¿Por qué es crucial entender los ángulos en la Geometría Euclidiana para la Ley de Snell?

a) Los ángulos determinan cómo se comporta la luz al entrar en un nuevo medio.

b) Los ángulos no son relevantes en la Óptica.

c) Los ángulos son irrelevantes para el diseño de lentes.

d) Solo se utilizan para medir distancias.

Cuestionario



Cuestionario sobre la relación entre Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, dirigido a estudiantes y docentes de la carrera Física Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí.

Estimado estudiante o docente, la realización del presente cuestionario, tiene como objetivo conocer sus percepciones acerca de la necesidad de integrar contenidos de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, con el fin de diseñar una unidad didáctica que favorezca el aprendizaje significativo.

Sus respuestas serán confidenciales y utilizadas únicamente con fines académicos. Le pedimos responder con sinceridad cada ítem.

Género:

☐ Femenino

☐ Masculino

Edad

☐ 17 años

☐ 18 años

☐ 19 años a más

1. ¿Cree que es importante relacionar los conceptos de ángulos y triángulos de la Geometría Euclidiana con los ángulos de incidencia y refracción de la Ley de Snell para comprender el fenómeno de la luz?

☐ Muy importante

- ☐ Importante
- ☐ Algo importante
- ☐ Poco importante
- ☐ Nada importante

2. ¿Cree que la una Unidad Didáctica que integre problemas geométricos de la Ley de Snell facilitaría un aprendizaje significativo en Física-Matemática?

- ☐ Si
- ☐ No

3. ¿Qué recursos cree que le ayudaría a visualizar la a relación entre los triángulos geométricos y los ángulos de incidencia/refracción en la Ley de Snell?

- ☐ Ejercicios prácticos
- ☐ Experimentos de laboratorio con refracción
- ☐ Representaciones geométricas en esquemas
- ☐ Simulaciones digitales con apoyo geométrico

4. ¿Qué dificultad cree que podría presentarse al integrar la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell en una misma Unidad Didáctica?

- ☐ Complejidad al aplicar conceptos geométricos a la refracción
- ☐ Escasez de ejemplos que integren óptica
- ☐ Poco tiempo en clase para practicar la integración
- ☐ Dificultad personal para relacionar ambas áreas
- ☐ Ninguna dificultad

Matriz de Valoración



Matriz de valoración sobre la unidad didáctica que integra la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell, dirigida a docentes de la UNAN-Managua, CUR-Estelí.

Estimado docente, la presente escala de valoración tipo Likert tiene como objetivo evaluar la unidad didáctica propuesta para el aprendizaje de la relación de la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell en estudiantes de Física Matemática de la UNAN-Managua, CUR-Estelí. Agradecemos su contribución a nuestro estudio investigativo, bendiciones para usted. Para responder cada indicador debe Seleccionar el número que crea conveniente a la unidad didáctica de acuerdo a la siguiente escala:

4= Excelente

3= Bueno

2= Regular

1= Deficiente

Años de experiencia.

2

3

4

5 o más

Componentes impartidos.

Geometría

Óptica

Otro

Nivel de formación.

Licenciatura

Maestría

Doctorado

Otro

Tabla 5. Matriz de valoración

Criterios	Indicadores	4	3	2	1	Observación
Serie de contenidos.	Los contenidos están completos y presentan una estructura adecuada.					
Inclusión de la Geometría Euclidiana en ejercicios y problemas.	Los ejercicios y problemas de la Ley de Snell planteados incluyen la Geometría Euclidiana en su resolución.					
Coherencia entre objetivos, contenidos y evaluación.	Los objetivos se encuentran estrechamente alineados con los contenidos y la evaluación.					
Efectividad de la unidad didáctica en el proceso de aprendizaje.	La unidad didáctica podría mejorar la comprensión, la motivación y el rendimiento de los estudiantes.					
Pertinencia pedagógica.	Los contenidos incluidos en la unidad didáctica son adecuados y relevantes para las necesidades educativas.					

Innovación.	La propuesta resulta novedosa o diferente frente a prácticas habituales.
Inclusión de la tecnología.	La unidad didáctica incluye recursos tecnológicos que enriquecen el aprendizaje de los contenidos abordados.
Nivel de motivación estudiantil.	La unidad didáctica permite estimular la motivación e interés de los estudiantes.

Nota: fuente elaboración propia

Anexo C-Cartas de Validación



Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí)

“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en Victorias”

Estelí, 27 agosto 2025

CARTA DE VALIDACIÓN DE PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Yo, Magdiel Genaro Castellón Espinoza, profesional en el área de Educación con grado académico de licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Física Matemática, adscrito a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) / Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí).

Por medio de la presente certifico haber realizado la validación por juicio de expertos de los instrumentos diseñados para la tesis titulada: **“Relación de la Geometría Euclidiana en la Ley de Snell”** elaborado por las estudiantes **Flor Iveth Calero Torrez, Lilliam del Socorro Duarte Acuña, Paola Belén Hernández Bustamante**, bajo la dirección del **Lic. Yesner Yancarlos Briones Rugama**.

He examinado minuciosamente **Prueba estandarizada, cuestionario y escala de valoración**, por lo que sugiero:

- Revisar la redacción del escrito.
- Cuidar la estética del trabajo, utilizando la opción de dos columnas en uno de los ítems.
- Revisar la escala de valoración (relación criterio- indicador)

Dicha validación se realizó considerando los criterios de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. **Considero que los instrumentos evaluados cumplen** con los requerimientos de validez de contenido para ser aplicados en el marco de la presente investigación.

Por tanto, autorizo el uso de mi participación para fines académicos y científicos relacionados con la validación del presente trabajo investigativo.

Cordialmente:



Lic. Magdiel Genaro Castellón Espinoza

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-4217-9245>

Correo: magdicastellonespinoza.123@gmail.com

Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí)

“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en Victorias”

Estelí, 07 septiembre 2025

CARTA DE VALIDACIÓN DE PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Yo, Clifford Jerry Herrera Castrillo, profesional en el área de Educación con grado académico de Doctorado en Ciencias de la Educación con mención en Matemática Aplicada, adscrito a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) / Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí).

Por medio de la presente certifico haber realizado la validación por juicio de expertos de los instrumentos diseñados para la tesis titulada: **“Relación de la Geometría Euclidiana en la Ley de Snell”** elaborado por las estudiantes **Flor Iveth Calero Torrez, Lilliam del Socorro Duarte Acuña, Paola Belén Hernández Bustamante**, bajo la dirección del Lic. **Yesner Yancarlos Briones Rugama**.

He examinado minuciosamente **Prueba estandarizada, cuestionario y matriz de valoración**, por lo que sugiero:

- Instrumento 1 (Prueba estandarizada): revisar y mejorar la redacción de algunos ítems de verdadero/falso para evitar trivialidad; corregir la relación de términos en la sección de apareamiento (concepto–definición) y agregar al menos un ítem de aplicación práctica que integre geometría y refracción.
- Instrumento 2 (Cuestionario): homogeneizar las escalas de respuesta (preferible Likert de 5 puntos), diferenciar claramente las secciones dirigidas a estudiantes y docentes, y añadir una o dos preguntas abiertas para recoger opiniones cualitativas y sugerencias.

- Instrumento 3 (Escala de valoración): ampliar los indicadores a criterios pedagógicos y de aplicabilidad (tiempo, recursos, motivación estudiantil), precisar la redacción de ítems para mayor claridad y añadir una pregunta abierta que permita a los docentes sugerir mejoras a la unidad didáctica.

Dicha validación se realizó considerando los criterios de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. **Considero que los instrumentos evaluados cumplen** con los requerimientos de validez de contenido para ser aplicados en el marco de la presente investigación. Por tanto, autorizo el uso de mi participación para fines académicos y científicos relacionados con la validación del presente trabajo investigativo.

Por tanto, autorizo el uso de mi participación para fines académicos y científicos relacionados con la validación del presente trabajo investigativo.

Cordialmente:



Dr. Clifford Jerry Herrera Castrillo

<https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

cliffor.herrera@unan.edu.ni

Anexo D-Respuestas de la Muestra

Tabla 6. Respuestas de los estudiantes a la prueba estandarizada

Estudiantes	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6
1	4	4	3	3	4	4
2	3	3	4	3	3	3
3	4	4	4	4	3	3
4	3	4	3	2	4	4
5	3	4	4	3	3	4
6	2	4	2	3	1	2
7	4	4	3	4	4	4
8	3	3	3	3	1	3
9	3	4	4	3	1	2
10	2	2	3	4	4	3
11	4	2	3	2	2	2
12	2	4	2	2	3	4
13	4	3	4	3	3	4

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 7. Respuestas de la encuesta

Encuestados	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
1	1	1	1	1
2	1	1	4	3
3	1	1	3	4
4	1	1	1	3
5	1	1	1	4
6	1	1	3	4
7	1	1	4	1
8	1	1	4	3
9	1	1	2	4
10	1	1	1	1
11	1	1	3	3
12	1	1	4	4
13	1	1	2	3
14	1	1	3	2
15	1	1	4	1
16	1	1	2	4

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 8. Respuestas de los docentes a la matriz de valoración

Doc ente s	Preg unta 1	Preg unta 2	Preg unta 3	Preg unta 4	Preg unta 5	Preg unta 6	Preg unta 7	Preg unta 8	Preg unta 9	Pregu nta 10	Pregu nta 11
1	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

ANEXO E-Confiabilidad de los instrumentos por Alpha de Cronbach

Tabla 8. Alpha de Cronbach de prueba estandarizada

Coefficiente de confiabilidad de la prueba estandarizada	0.8
Número de ítems de la prueba	8
Sumatoria de la Varianza de los ítems	4.03125
Varianza total del instrumento	12.4375

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 9. Alpha de Cronbach de encuesta

Coefficiente de confiabilidad del cuestionario	0.8
Número de ítems del instrumento	6
Sumatoria de varianza de los ítems	7.208448118
Varianza total del instrumento	7.805555556

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 10. Alpha de Cronbach de matriz de valoración

Coefficiente de confiabilidad de la matriz de valoración	0.8
Número de ítems de la matriz	11
Sumatoria de la Varianza de los ítems	2.88888889
Varianza total del instrumento	10.6666667

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

ANEXO F-Tablas de Frecuencia de Prueba Estandarizada

Tabla 11. Fórmula de la Ley de Snell

Fórmula de la Ley de Snell	f	Fi	Fr	%
$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$	0	0	0	0%
$n_1 \cos(\theta_1) = n_2 \cos(\theta_2)$	2	2	0.15	15%
$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$	6	8	0.46	46%
$n_1 \cos(\theta_1) = n_2 \cos(\theta_2)$	5	13	0.38	38%
n=13			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 12. Ángulo de refracción cuando la luz pasa de un medio con índice de refracción más denso a otro menos denso

Ángulo de refracción cuando la luz pasa de un medio con índice más denso a otro menos denso	f	Fi	Fr	%
No se puede determinar	0	0	0	0%
			0.1	
Será menor que el ángulo de incidencia	2	2	5	15%
			0.2	
Será igual que el ángulo de incidencia	3	5	3	23%
		1	0.6	
Será mayor que el ángulo de incidencia	8	3	1	61%
				100
n=13			1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 13. Visualización de la Ley de Snell, a través de la Geometría Euclidiana

Visualización de la Ley de Snell, a través de la Geometría Euclidiana	f	Fi	Fr	%
Como un gráfico de barras	0	0	0	0%
Con un círculo	2	2	0.15	15%
Con una tabla de valores	7	9	0.53	53%
Con un diagrama que incluye ángulos y la normal a la superficie	4	13	0.3	30%
n=13			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 14. Teorema que relaciona el cuadrado de la hipotenusa de un triángulo rectángulo con la suma de los cuadrados de los catetos

El cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos	f	Fi	Fr	%
	i			

			0.1	
Teorema de Pitágoras	2	2	5	15%
			0.2	
Teorema de Tales	3	5	3	23%
Teorema de Ángulos Opuestos	4	9	0.3	30%
		1		
Teorema de Triángulos Isósceles	4	3	0.3	30%
			100	
n=13			1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 15. Ángulos complementarios en la Ley de Snell

Ángulos Complementarios en Geometría Euclidiana	fi	Fi	Fr	%
Dos ángulos que son iguales	0	0	0	0%
Dos ángulos que suman 180 grados	3	3	0.23	23%
Dos ángulos que suman 90 grados	4	7	0.3	30%
Un ángulo que mide 90 grados	6	13	0.47	47%
n=13			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 16. Importancia de comprender los ángulos en la Geometría Euclidiana para entender la Ley de Snell

Importancia de comprender los ángulos en la Geometría Euclidiana para entender la Ley de Snell	f	i	Fi	Fr	%
				0.2	
Los ángulos determinan cómo se comporta la luz al entrar en n nuevo medio	3	3	3	23%	
				0.1	
Los ángulos no son relevantes en la Óptica	2	5	5	15%	
				0.2	
Los ángulos son irrelevantes para el diseño de lentes	3	8	3	23%	
			1	0.3	
Solo se utilizan para medir distancias	5	3	8	38%	
				100	
n=13				1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 17. Principales hallazgos de la prueba estandarizada

Ítems	Porcent aje
Teorema de Pitágoras	15%

Importancia de entender los ángulos en Geometría Euclidiana para entender la Ley de Snell	23%
---	-----

Visualización de la Ley de Snell a través de Geometría Euclidiana	30%
---	-----

Ángulos complementarios en Geometría Euclidiana	30%
---	-----

Fórmula de la Ley de Snell	38%
----------------------------	-----

Ángulo de refracción cuando la luz pasa de un medio con índice de refracción más denso a otro menos denso	62%
---	-----

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

ANEXO G-Tablas de Frecuencia de la Encuesta

Tabla 18. Importancia de relacionar conceptos de ángulos y triángulos geométricos con los ángulos de incidencia y refracción

Importancia de relacionar los conceptos de ángulos y triángulos con los ángulos de incidencia y refracción	f			
	i	Fi	Fr	%
Muy importante	2	2	0.125	13%
Importante	6	8	0.5	38%
Algo importante	6	4	0.25	25%
Poco importante	2	6	0.375	38%
Nada importante	0	0	0	0%
n=16			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 19. Una unidad didáctica que integre problemas geométricos de la Ley de Snell facilitaría un aprendizaje significativo

Una unidad didáctica que integre problemas geométricos de la Ley de Snell facilitaría un aprendizaje significativo	F			
	fi	Fi	r	%
Si	1	1	0.1	100%
No	0	0	0	0%
n=16			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, elaborado de Excel

Tabla 20. Recursos que ayudarían a visualizar la relación entre triángulos geométricos y los ángulos de incidencia y refracción en la Ley de Snell

Recursos que ayudarían a visualizar la relación entre los triángulos geométricos y los ángulos de incidencia y refracción en la Ley de Snell	f	F	i	i	Fr	%	
					0.2	25	
Ejercicios prácticos	4	4			5	%	
					0.1	19	
Experimentos de laboratorio con refracción	3	7			875	%	
					1	0.2	25
Representaciones geométricas en esquemas	4	1			5	%	
					1	0.3	31
Simulaciones digitales con apoyo geométrico	5	6			125	%	
						10	
n=16						0%	

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 21. Dificultad que podría presentarse al integrar la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell en una misma unidad didáctica

Dificultad que podría presentarse al integrar la Geometría Euclidiana y la Ley de Snell en una misma unidad didáctica	f	F	Fr	%
				25
Complejidad al aplicar conceptos geométricos a la refracción	4	4	0.25	%
			0.06	
Escasez de ejemplos que integren Óptica	1	5	25	6%
		1	0.31	46
Poco tiempo en clase para practicar la integración	5	0	25	%
		1	0.37	23
Dificultad personal para relacionar ambas áreas	6	6	5	%
Ninguna dificultad	0	0	0	0
				10
n=16				0%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 22. Principales hallazgos en la encuesta

Ítems	Selección	Porcentaje
Recursos que ayudaría a visualizar la relación entre triángulos geométricos y los ángulos de incidencia/refracción en la Ley de Snell	Simulaciones digitales con apoyo geométrico	31%
Importancia de la relación de conceptos de ángulos y triángulos de Geometría Euclidiana para comprender el fenómeno de la luz	Importante	38%
Dificultades que podrían enfrentar en la integración de Geometría Euclidiana y la Ley de Snell	Poco tiempo	46%
Aprendizaje significativo en Física-Matemática a través de una unidad didáctica que integre problemas geométricos en la Ley de Snell	Sí	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

ANEXO H-Tablas de Frecuencia de la Matriz de Valoración

Tabla 23. Contenidos completos y con estructura adecuada

Los contenidos están completos y presentan una estructura adecuada	fi	Fi	Fr	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
Bueno	0	0	0	0%
Excelente	3	3	1	100%
n=3			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 24. Inclusión de la Geometría Euclidiana en la resolución de ejercicios y problemas de la Ley de Snell

Inclusión de Geometría Euclidiana en la resolución de ejercicios y problemas de la Ley de Snell	f	F	Fr	%
	i	i		
			0.3	
Deficiente	1	1	3	33%
Regular	0	1	0	0%
			0.3	
Bueno	1	2	3	33%
			0.3	
Excelente	1	3	3	33%
			100	
n=3			1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 25. Alineación de objetivos, contenidos y evaluación

Alineación de objetivos, contenidos y evaluación	fi	Fi	Fr	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
Bueno	2	2	0.67	67%
Excelente	1	3	0.33	33%
n=3			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 26. La unidad didáctica podría mejorar la comprensión, comprensión y rendimiento de los estudiantes

La unidad didáctica podría mejorar la comprensión, motivación y rendimiento de los estudiantes	f	F		
	i	i	Fr	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
			0.6	
Bueno	2	2	7	67%
			0.3	
Excelente	1	3	3	33%
				100
n=3			1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 27. Contenidos adecuados y relevantes para las necesidades educativas

Contenidos adecuados y relevantes para las necesidades educativas	fi	Fi	Fr	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
Bueno	3	3	1	100%
Excelente	0	3	0	0%
n=3			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 28. Novedad de la propuesta frente a prácticas habituales

La propuesta resulta novedosa frente a prácticas habituales	fi	Fi	Fr	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
Bueno	2	2	0.67	67%
Excelente	1	3	0.33	33%
n=3			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 29. Inclusión de recursos tecnológico

Inclusión de recursos tecnológicos que enriquecen el aprendizaje de los contenidos abordados	f	F	F	
	i	i	r	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
				100
Bueno	3	3	1	%
Excelente	0	3	0	0%
				100
n=3			1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 30. Estimulación de la motivación de los estudiantes a través de la unidad didáctica

La unidad didáctica permite estimular la motivación e interés de los estudiantes	f	F	F	
	i	i	r	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
				100
Bueno	3	3	1	%
Excelente	0	3	0	0%
				100
n=3			1	%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 31. La evaluación promueve el desarrollo de la creatividad de los estudiantes

La evaluación promueve el desarrollo de la creatividad de los estudiantes	fi	Fi	Fr	%
Deficiente	0	0	0	0%
Regular	0	0	0	0%
Bueno	2	2	0.67	67%
Excelente	1	3	0.33	33%
n=3			1	100%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Tabla 32. Principales hallazgos en la matriz de valoración

Ítems	Porcent aje
Evaluación de los aprendizajes	33%
Inclusión de la Geometría Euclidiana en la resolución de ejercicios y problemas de la Ley de Snell	33%
Alineación de los objetivos con los contenidos y la evaluación	33%
Mejora de la comprensión, motivación y rendimiento de los estudiantes a través de la unidad didáctica	33%
Novedad de la propuesta ante prácticas habituales	33%
Adecuación y relevancia de los contenidos de la unidad didáctica para las necesidades educativas	100%
Inclusión de recursos tecnológicos	100%
Estructura de los contenidos de la unidad didáctica	10%

Nota: fuente elaboración propia, obtenido de Excel

Anexo I-Evidencia Fotográfica

Figura 23. Aplicación de instrumentos



Nota: la imagen representa la aplicación de instrumentos de recolección de datos a estudiantes de primer año de la carrera Física-Matemática



¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



