UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física

Aprender óptica geométrica con retos: influencia del Aprendizaje Basado en Retos en el rendimiento académico

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física

Autor: Francisco José Alvarez Chiluisa

Tutora: PhD. Janeth Catalina Mora Oleas

Azogues - Ecuador

Agosto, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Trabajo de Titulación

Tesis como forma de socialización de la investigación básica y/o aplicada

Autor/a (maestrante)	Francisco José Alvarez Chiluisa
CÓDIGO ORCID	https://orcid.org/0000-0001-5631-1957

Docente tutor/a	Catalina Mora
CÓDIGO ORCID	http://orcid.org/0000-0001-9327-8455

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Toda la información contenida en el presente trabajo de titulación es de exclusiva responsabilidad del maestrante y su tutor/a, y dispone de la autorización correspondiente para su publicación.

DEDICATORIA

A Dios por darme la sabiduría e iluminarme en el camino del entendimiento, por darme la fortaleza, perseverancia y por permitirme culminar una etapa más en mi vida académica.

A mis padres quienes son la fortaleza y mi guía, por enseñarme de nunca rendirse de ser constante y disciplinado, con su ejemplo y honestidad. Por formarme en el verdadero conocimiento que se construye en base de valores y de la fe.

A mi familia por la paciencia y comprensión todo el proceso de formación. Por brindarme apoyo por sí es siempre un remanso de afecto y aliento.

A quiénes que el saber humano alcanza su verdadero sentido cuando se pone al servicio del bien y la verdad.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un agradecimiento a Dios por haberme dado la vida, salud y la capacidad intelectual para emprender y concluir este proyecto de investigación.

A mi tutora de tesis por siempre estar pendiente y por su generosa orientación, su rigor académico y su disposición constante para compartir sus experiencias y conocimientos, elementos que fueron indispensables para la realización del trabajo de investigación.

A todas las personas que de forma directa o indirecta colaboraron con su tiempo, consejo o palabra de aliento para que este trabajo se terminará con éxito.

RESUMEN

La enseñanza de la Física en bachillerato en Ecuador enfrenta un problema persistente, relacionado con el bajo rendimiento académico de los estudiantes asociado, entre otros factores, al predominio de metodologías de enseñanza tradicionales. La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en el rendimiento en óptica geométrica de los estudiantes de segundo año de Bachillerato. El estudio fue realizado desde el paradigma positivista, con un enfoque cuantitativo, un alcance comparativo-relacional y diseño cuasiexperimental con grupo control y experimental. Fueron aplicadas pruebas objetivas para la evaluación de los conocimientos previos y alcanzados sobre óptica geométrica. Para la comparación del rendimiento de ambos grupos se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann–Whitney para muestras independientes. Los resultados de la evaluación diagnóstica indicaron condiciones iniciales similares entre los grupos, ya que abundaron calificaciones de entre 4 a 7 en una escala de 10 puntos. Posteriormente a la intervención didáctica, la evaluación final reveló una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos siendo el experimental el que alcanzó un mayor rendimiento. También se observó una evolución positiva en la comprensión, en la resolución de problemas y en el análisis e interpretación, aunque esta última fue la que mayor evolución mostró. Estos resultados evidencian que el aprendizaje basado en retos potencia el rendimiento académico en el aprendizaje de óptica geométrica, favoreciendo también el desarrollo de los aprendizajes evaluados, principalmente en el análisis e interpretación.

PALABRAS CLAVES: Enseñanza de la física, Aprendizaje Basado en Retos, rendimiento académico, óptica geométrica.

ABSTRACT

The teaching of Physics at upper secondary level in Ecuador faces a persistent problem associated with students' low academic performance, which is linked, among other factors, to the prevalence of traditional teaching methodologies. The study aimed to determine the influence of Challenge-Based Learning (CBL) on the academic performance of second-year upper secondary students in geometric optics. The study was conducted within a positivist paradigm, using a quantitative approach with a comparative-relational scope and a quasi-experimental design involving control and experimental groups. Objective tests were administered to assess students' prior knowledge and the knowledge acquired in geometric optics. The non-parametric Mann–Whitney U test for independent samples was used to compare the academic performance of the two groups. The results of the diagnostic assessment indicated similar initial conditions between the groups, with scores ranging from 4 to 7 on a 10-point scale being the most frequent. Following the teaching intervention, the final assessment revealed a statistically significant difference between the two groups, with the experimental group achieving higher academic performance. Improvement was also observed in comprehension, problem-solving and analysis and interpretation, with analysis and interpretation showing the greatest improvement. These results demonstrate that Challenge-Based Learning enhances academic performance in geometric optics, while also fostering improvement in the assessed areas, particularly in analysis and interpretation.

KEYWORDS: Physics instruction, Challenge-Based Learning, academic performance, geometric optics.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Índice

Capítulo 1. Introducción 12

Problema de investigación 16

Planteamiento del problema o problematización 16

Objetivos de investigación 19

Objetivo general 19

Objetivos específicos 19

Justificación 20

Capítulo 2. Marco teórico 24

Antecedentes 24

Aprendizaje Basado en Retos 27

Estructura del Aprendizaje Basado en Retos. 29

Metodologías activas y el Aprendizaje Basado en Retos. 31

La Óptica en el Bachillerato 33

Rendimiento académico 36

Capítulo 3. Marco metodológico 39

Población y muestra 40

Criterios para seleccionar los participantes en la investigación 40

Técnicas e instrumentos de recolección de la información 43

Validación de los instrumentos de investigación 44

Consideraciones éticas 52

Procedimiento de investigación 54

Técnicas de análisis de datos 56

Capítulo 4. Propuesta 57

Fundamentación de la propuesta 57

Objetivo General de la propuesta. 60

Contenidos de aprendizaje 61

Estructura de la propuesta 62

Capítulo 5. Análisis de resultados 68

Antes de la intervención 68

Resultados después de la intervención 71

Conclusiones 78
Recomendaciones 80
Referencias 81
Anexos 85

Índice de tablas

Tabla 1 *Muestra* 40

Tabla 2 *Distribución de participantes* 41

Tabla 3 *Operacionalización de la variable dependiente: Rendimiento académico de los estudiantes en óptica geométrica* 42

Tabla 4 *Operacionalización de la variable independiente: Aprendizaje Basado en Retos* 42

Tabla 5 *Perfiles de los docentes expertos* 45

Tabla 6 *Criterios para evaluar por juicio de expertos un instrumento* 46

Tabla 7 *Interpretación del coeficiente de validez de contenido por cada ítem* 48

Tabla 8 *Validez de contenido de la evaluación inicial* 48

Tabla 9 *Coeficiente de validez de contenido prueba inicial* 50

Tabla 10 *Validez de contenido de la evaluación final* 50

Tabla 11 *Coeficiente de validez de contenido prueba final* 51

Tabla 12 *Escala de calificaciones MINEDEC* 52

Tabla 13 *RETO 1: "Espejito, espejito ¿Dónde está mi imagen?"* 63

Tabla 14 *RETO 2 "¿La luz se dobla?, lápiz quebrado"* 64

Tabla 15 *RETO 3: "Construyamos un telescopio casero"* 65

Tabla 16 *RETO 4: "Energía solar y espejos"* 66

Tabla 17 *Calificaciones de la evaluación inicial* 68

Tabla 18. *Distribución porcentual de respuestas correctas en las dimensiones de la prueba diagnóstica sobre óptica geométrica en los grupos control y experimental* 69

Tabla 19.Calificaciones de la evaluación final 71

Tabla 20. Distribución porcentual de respuestas correctas en las dimensiones de

la prueba de evaluación sobre óptica geométrica en los grupos control y experimental ... 72

Índice de figuras

Figura 1. Resultados de la prueba diagnóstica por grupo 70

Figura 2. Comparación del grupo control entre sus fases 73

Figura 3. Comparación del grupo experimental entre sus fases 73

Figura 4. Evaluación final comparativa entre grupos 75

Capítulo 1. Introducción

La enseñanza de la Física en bachillerato en Ecuador enfrenta un problema persistente, relacionado con el bajo rendimiento académico, asociado entre otros factores al predominio de metodologías tradicionales que reducen el aprendizaje activo y participativo de los estudiantes, las metodologías tradicionales. Estas prácticas se suelen centrar en la memorización de definiciones y la resolución mecánica de ejercicios, lo que limita la comprensión de los fenómenos físicos. Esta situación adquiere especial relevancia en el aprendizaje de la óptica particularmente de la reflexión y refracción de la luz, que requiere además del dominio de conceptos, la interpretación y explicación de los fenómenos a partir de modelos físicos. La investigación de Iparraguirre (2007), muestra que la enseñanza tradicional de la óptica parte de enunciados, leyes y figuras estandarizadas que el estudiante debe aprender primero y solo después se aborda su aplicación a situaciones reales, el autor sostiene que ésto se convierte en procesos mecánicos y vacíos de sentido, sin desarrollar una comprensión de los fenómenos físicos.

En este sentido, la investigación se orientó a la búsqueda de una alternativa para la enseñanza de los conceptos y aplicaciones de los fenómenos ópticos por medio del Aprendizaje Basado en Retos (ABR), estableciéndose como objetivo determinar la implicación del Aprendizaje Basado en Retos en el rendimiento académico en óptica de los alumnos del grupo de segundo año de Bachillerato. Para llevar a cabo esta investigación, se realizó un estudio de tipo

cuasiexperimental con grupo control, distinguiéndose que en el grupo experimental se diseñó e implementó la guía de actividades siguiendo los pilares del Aprendizaje Basado en Retos, mientras que en el grupo control se continuó la práctica de enseñanza del profesorado de la manera habitual. Una vez concluida la intervención, se comparó el rendimiento académico del alumnado de ambos grupos a fin de establecer posibles diferencias asociadas a la aplicación de la estrategia didáctica.

Dentro de las funciones de la investigación se encuentra la disponibilidad y predisposición del alumnado durante la situación de aprendizaje, la bondad del Aprendizaje Basado en Retos como una metodología alternativa y factible para contextos de carencia de recursos. Así mismo presenta un interés institucional al querer incorporar metodologías de alto impacto para la enseñanza de las ciencias Experimentales.

Sin embargo, también se enfrentó limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. La selección no aleatoria de participantes limita la generalización de los hallazgos. También la carga horaria por semana y la escasez de recursos didácticos especializados en la óptica representaron restricciones durante la planificación, la creación y la implementación de las actividades.

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, con paradigma positivista. Se aplicaron dos cuestionarios: el primero para evaluar los

conocimientos previos de los estudiantes ya que por primera vez estudian óptica y el segundo que evaluó los conocimientos alcanzados durante la intervención pedagógica.

El documento está organizado en seis capítulos:

Capítulo I. Introducción. Se abordan los antecedentes del problema, la contextualización de la enseñanza de la Física en el bachillerato ecuatoriano, la formulación del problema, la justificación, los objetivos de investigación y las variables de estudio.

Capítulo II. Marco teórico. Se desarrolla los fundamentos teóricos del Aprendizaje Basado en Retos y el aprendizaje activo, el estado del arte de las metodologías activas en la enseñanza de la Física y los referentes conceptuales sobre el rendimiento académico.

Capítulo III. Marco metodológico. Se describe el enfoque, diseño, población, muestra, técnicas e instrumentos de investigación, las fases del proceso investigativo y los procedimientos de análisis de datos.

Capítulo IV. Propuesta de intervención, Actividades con metodología Aprendizaje Basado en Retos

Capítulo V. Análisis de resultados. Expone detalladamente los resultados obtenidos en las evaluaciones aplicadas a los estudiantes en ambos grupos, el análisis estadístico comparativo y la interpretación de los hallazgos. Incluye

además las conclusiones, así como las recomendaciones derivadas de la investigación orientadas a docentes, instituciones educativas y futuros investigadores interesados en el Aprendizaje Basado en Retos.

El presente trabajo de investigación ofrece datos empíricos que dan evidencia para probar una aportación del Aprendizaje Basado en Retos al aprendizaje de la óptica, de esta forma ofrece a los docentes una propuesta de práctica pedagógica activa y contextualizada en el entorno de la realidad educativa local. Su utilización puede ayudar a hacer más accesible la comprensión de los conceptos esenciales de la óptica geométrica y, por tanto, a ser un estímulo para elevar el rendimiento académico en Física. Con ello, se puede inducir a un cambio en la cultura pedagógica de la Institución hacia prácticas más participativas y centradas en el estudiante.

Para la sociedad en su conjunto, el refuerzo de la enseñanza de la Física en el alumnado de bachillerato contribuye a la adquisición de ciudadanos con una mejor capacidad de análisis, de pensamiento crítico y resolución de problemas, competencias necesarias y fundamentales en una época que tiende cada vez más a apostar por la ciencia, la tecnología y la innovación. El Aprendizaje Basado en Retos ofrece los pilares de la enseñanza autónoma, cooperativa y significativa.

Problema de investigación

Planteamiento del problema o problematización

La enseñanza de la física atraviesa por diferentes problemas al momento de su estudio. La OECD (2016) y (UNESCO, 2017) coinciden en señalar que América latina ocupa una de las posiciones más bajas en las evaluaciones internacionales de ciencia y matemáticas esta brecha se genera por los modelos de enseñanza centrados en la transmisión unidireccional del conocimiento. El problema se presenta desde hace muchos años, pero no existe una solución instantánea. La enseñanza de la física necesita cambios drásticos dentro de su estructura, todos los ámbitos se han evolucionado y el proceso de enseñanza aprendizaje de la física se lo sigue llevando a cabo con las clases de hace siglos atrás. Gras et al. (2014), señalan que pese a décadas de investigación en la didáctica de la física la docencia continúa apoyándose casi en su totalidad en las clases magistrales expositivas, con problemas rutinarios y poco conceptuales.

Cuando Mešić et al. (2019) rastrean las concepciones erróneas que los estudiantes construyen sobre el comportamiento de la luz, encuentran que la mayoría de las distorsiones cognitivas emergen de las representaciones del fenómeno, así de como una serie de enunciados y fórmulas que deben memorizar sin que se relacionen con la experiencia y la realidad de su entorno.

La enseñanza de la óptica geométrica enfrenta a escala global un problema, los estudiantes de bachillerato no logran asimilar los conceptos de una

forma adecuada, generando concepciones erróneas sobre el comportamiento de la luz. Herindra et al. (2024) en su análisis diagnóstico de las concepciones de los estudiantes sobre la luz y la óptica, determinó que existen una aplicación errónea de conceptos sobre el comportamiento de la luz en los estudiantes que abordan por primera vez este tema, así como en aquellos que ya conocen del tema. Los estudiantes presentan bajos conocimientos científicos e ideas erróneas sobre reflexión, formación de imágenes y el comportamiento de la luz en distintos medios. En las instituciones convencionales no se está produciendo el cambio conceptual ni el fortalecimiento de los aprendizajes de la óptica.

La naturaleza de estas comprensiones equivocadas y las distorsiones cognitivas han sido documentadas en la investigación de Favale y Bondani (2013), quién identificó las concepciones erróneas sobre colores, trazos de rayos y formación de imágenes en espejos y lentes. Las concepciones son transversales al género, la edad, el nivel educativo de los estudiantes y la madurez cognitiva, ya que necesitan un nivel de abstracción alto para poder graficar correctamente la representación de rayos y la comprensión de los fenómenos de la reflexión y refracción de la luz. Lo que los estudiantes asimilan depende de cómo el docente transmite el conocimiento, cumpliendo la destreza enmarcada en el currículo ecuatoriano, pero a veces la falta de una metodología activa genera que los estudiantes aprendan con errores ya sea por el material diseñado o por una metodología inadecuada y memorística.

En estudios recientes sobre la enseñanza de la óptica en bachillerato, como el de Otero y Arlego (2023) se constata que la óptica se sigue abordando desde las perspectivas algebraicas y descriptivas que no facilitan una comprensión adecuada ni profunda de los fenómenos luminosos. Por otra parte, Planinic et al. (2024), mediante un estudio de diseño cuasi experimental aplicado en seis escuelas secundarias de Croacia, demostraron que una secuencia de la enseñanza basada en la indagación sobre la óptica ondulatoria logró mejoras significativas en la comprensión respecto al grupo de control, lo que confirma que el problema no es la complejidad del contenido.

Similar a lo que ocurre a escala global, en el contexto ecuatoriano los datos del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2024) demuestran que la física, es el área de menor rendimiento académico en las pruebas ser bachiller. Este análisis consideró el desempeño académico en física entre 2020 y 2022. Asimismo, Cabrera y Carrión, (2023) evidenciaron que los estándares de aprendizaje relacionados con la energía lumínica y los fenómenos ópticos no alcanzan niveles de logro, ni siquiera en los desempeños más básicos. Esta situación indica la necesidad urgente de implementar estrategias educativas activas que favorezcan una práctica de conocimiento construido a partir de la experiencia directa del estudiante.

Pregunta de investigación

¿Cómo incide el Aprendizaje Basado en Retos en el rendimiento académico alcanzado en óptica geométrica por estudiantes de segundo año de Bachillerato?

Objetivos de investigación

Objetivo general

Determinar la influencia del Aprendizaje Basado en Retos en el rendimiento en óptica geométrica de los estudiantes de segundo año de Bachillerato

Objetivos específicos

Identificar los conocimientos previos sobre óptica geométrica de los estudiantes de segundo año de Bachillerato de los grupos control y experimental.

Implementar una propuesta didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Retos para el aprendizaje para favorecer el aprendizaje de la óptica geométrica en el grupo experimental.

Comparar el rendimiento en óptica geométrica alcanzado por los grupos experimental y control después de la intervención didáctica.

Justificación

El Aprendizaje Basado en Retos se considera una de las metodologías activas de fácil aplicación en el contexto de las instituciones educativas, según Chaguay et al. (2025), esta metodología se ha implementado como estrategia para el desarrollo de competencias del siglo XXI en estudiantes de bachillerato, destaca la necesidad de dejar atrás los métodos tradicionales centrados en la transmisión de conocimientos de forma mecánica y memorística, con el ABR se busca un aprendizaje activo, contextualizado y significativo. Durante la última década en el bachillerato se presenta una dificultad en el proceso de enseñanza aprendizaje en materias de las ciencias experimentales, como lo muestra Chonillo et al. (2024) en su investigación donde expresa que las asignaturas qué necesitan de la abstracción para ser estudiados dificultan el aprendizaje. Existen brechas entre el aprendizaje significativo, lo que el estudiante realmente debe conocer en los niveles académicos y lo que realmente él comprende.

Para cerrar esta brecha se plantea una alternativa a la enseñanza de la física que no sea la clase tradicional, a través de la cual el estudiante sea quien construya y consolide el conocimiento a partir de su experiencia articulada a la temática abordada en clase. De igual modo, procura que el estudiante desee aprender, participe en la clase, investigue, analice y desarrolle competencias y habilidades para asumir retos contextualizados.

Ante los bajos rendimientos académicos que actualmente enfrentan algunas instituciones educativas y las escazas las prácticas docentes que favorezcan el aprendizaje, investigaciones sobre diferentes metodologías de enseñanza aprendizaje cobran particular importancia. Un estudio sobre el Aprendizaje Basado en Retos aportará evidencia de su influencia en el aprendizaje de la óptica, docentes que trabajan dentro de las mismas condiciones de la unidad educativa podrán replicar o adaptar según la necesidad, otra de las principales ventajas del uso de esta metodología es que se puede utilizar sin necesidad de una infraestructura tecnológica compleja ni de espacios especializados. Por ende, la presente investigación busca mejorar la calidad de educación científica en el bachillerato ecuatoriano como una condición donde los egresados del sistema puedan desenvolverse con competencias en un entorno que exige cada vez más capacidad de análisis, resolución de problemas y pensamiento crítico. Cabe señalar que la óptica no es un contenido común, Está presente en nuestra vida cotidiana, en el uso de lentes, cámaras, fibra óptica, en la conducción, en instrumentos médicos, pero sin embargo no se estudia a profundidad,

Los beneficiarios de esta investigación fueron directamente los estudiantes protagonistas directos de la intervención pedagógica, se favorecieron de una metodología activa con su participación, que conecta los contenidos de la óptica con situaciones reales y promueven una comprensión más profunda y duradera de los fenómenos físicos, también se podrían beneficiar los docentes quienes tienen

a su disposición una guía de actividades desarrolladas con la metodología del Aprendizaje Basado en Retos, validada empíricamente y ajustada al currículo nacional, qué pueden implementar sin la necesidad de recursos tecnológicos complejos ni de material especializado costoso.

Igualmente, la institución educativa que cuenta con evidencia cuantitativa sobre la efectividad de una metodología activa información que puede orientar a decisiones pedagógicas internas y de fortalecimiento en procesos de mejora continua. En general el sistema educativo, los hallazgos pueden replicarse en instituciones educativas de la provincia de Cotopaxi y del país que cuenten con contextos similares, contribuyendo a la construcción de un acervo de las prácticas pedagógicas activas para la enseñanza de la física. La investigación cuenta con la apertura de las autoridades de la unidad educativa para el desarrollo de la intervención pedagógica.

En Ecuador, el marco jurídico que regula el ámbito educativo está conformado por un conjunto de disposiciones que se articulan desde la Constitución de la República hasta la normativa específica del sistema educativo nacional. Este marco establece principios, derechos y responsabilidades que orientan la acción de las instituciones educativas, docentes e investigadores y proporcionan el fundamento legal para impulsar procesos de enseñanza y aprendizaje centrados en la participación activa del estudiante, el desarrollo de capacidades y la construcción significativa del conocimiento. En este contexto, el

currículo nacional promueve entre otros el desarrollo del pensamiento crítico, aspecto que requieren prácticas pedagógicas que trasciendan la transmisión mecánica de contenidos y favorezcan la participación, la reflexión y la resolución de problemas.

El artículo 27 de la Constitución de la República del Ecuador establece que la educación debe ser participativa, estimular el sentido crítico y desarrollar competencias y capacidades. El presente mandato constitucional constituye una razón de peso para recurrir a la utilización de metodologías activas las cuales se pueden poner en práctica en los procesos educativos, como por ejemplo el ABR, dado que este tipo de metodología establece al alumnado como agente participante en la identificación, investigación, y resolución de situaciones contextualizadas. Por tanto, su incorporación en la enseñanza de la Física resulta coherente con una idea de educación orientada al desarrollo integral del estudiante y al fortalecimiento de sus capacidades para analizar problemas y plantear soluciones.

Concretamente, la enseñanza de los fundamentos de la óptica puede utilizar metodologías que vinculen conocimientos científicos con situaciones vividas o problemas realistas. El ABR puede considerarse un planteamiento metodológico que obedezca a las orientaciones educativas dispuestas en la normativa ecuatoriana, dado que produce aspectos como la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y el pensamiento crítico.

Capítulo 2. Marco teórico

Antecedentes

La revisión sistemática de Doulougeri et al. (2024), constituye uno de los análisis más amplios sobre la implementación del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en contextos educativos escolarizados. Los autores muestran que la forma en que se desarrolla esta metodología puede variar considerablemente en función del nivel de autonomía que se brinda a los estudiantes, del tipo de reto y de la calidad del acompañamiento docente. También, identifican algunos factores que pueden favorecer su efectividad, entre ellos, la duración del reto, el nivel de apertura del problema y el involucramiento de los distintos actores. Estos hallazgos resultan especialmente relevantes para la enseñanza de la Física en el bachillerato, ya que ofrecen elementos que pueden orientar el diseño y la implementación de experiencias de ABR.

En el trabajo de investigación, Gallagher y Savage (2020), se realizó una síntesis de la literatura sobre el Aprendizaje Basado en Retos en instituciones de educación superior y recogieron la descripción del modelo: la utilización de retos y situaciones del mundo real, la utilización de la tecnología y una naturaleza multidisciplinar.

El trabajo de Quintanal (2022), un estudio de caso sobre la implementación del aprendizaje basado en problemas en física y química de primero de bachillerato en España, metodología relacionada al Aprendizaje Basado en Retos

dado que comparten la estructura situaciones-problemas reales y el objetivo es el aprendizaje significativo. Mediante la investigación los estudiantes mostraron una mejoría de todas las tareas propuestas y confirmó el beneficio de esta metodología. Estas metodologías activas ayudan al desarrollo de competencias básicas en ciencias. Una necesidad que el autor reconoce es la necesidad de la aplicación a más asignaturas y a períodos continuos para obtener beneficios sólidos en el desarrollo de competencias.

En el Ecuador, el trabajo de López et al. (2021), evaluó los efectos del Aprendizaje Basado en Retos sobre las tasas académicas en los estudiantes universitarios de comunicación. Los resultados logrados documentaron mejoras en el rendimiento de los estudiantes del grupo experimental respecto al grupo control. Sin embargo, extrapolar los resultados a nivel de bachillerato tiene su riesgo: el perfil del estudiante universitario no es el mismo que el del estudiante de segundo de bachillerato en términos de madurez metacognitiva y autonomía. Por el contrario, el diseño cuasi experimental utilizado en la investigación proporciona un diseño metodológico para la investigación en otros niveles educativos que es replicable.

Castillo et al. (2023), investigaron la implementación del Aprendizaje Basado en Retos como propuesta institucional al bajo nivel de comprensión lectora en estudiantes de educación básica media la particularidad de este trabajo radica en que el Aprendizaje Basado en Retos fue adoptado de manera

institucional por 13 docentes de distintas asignaturas. El proceso de sistematización de experiencias reveló que el modelo generó el dominio del docente cuando los retos estaban articulados con problemáticas relacionadas a la comunidad educativa. Esta dimensión institucional busca la capacidad para que el estudiante genere su aprendizaje.

La ausencia de investigaciones específicas sobre el Aprendizaje Basado en Retos y la óptica en el nivel de bachillerato en Cotopaxi es un déficit sobre la literatura local, es un problema que justifica la pertinencia de esta investigación. En la Sierra centro ecuatoriana, la investigación de Changoluisa y Pastrano (2024), analizó la relación entre el aprendizaje basado en problemas y el proceso de enseñanza aprendizaje de matemáticas. La cercanía geográfica institucional de este trabajo con la investigación, ambos estudios operan dentro de la misma realidad educativa cotopaxense, lo convierte en un referente local. Sus hallazgos sobre las condiciones institucionales que facilitan u obstaculizan la implementación de las metodologías activas en una institución pública de la provincia de Cotopaxi.

En la provincia de Loja, el trabajo de Sinche (2023), desarrollado con estudiantes de noveno grado donde se aplicó el Aprendizaje Basado en Retos para fortalecer las competencias matemáticas. La investigación documentó la metodología, el diseño y la implementación de retos; las dificultades sociales con que se encontró el docente en la gestión de la autonomía del alumnado, así como las percepciones del alumnado con respecto a los retos propuestos. Su valía para

el presente documento científica reside en que sus resultados cuantitativos permiten la identificación de puntos críticos de la etapa de implementación del modelo. Finalmente, la transposición de este modelo a los contenidos de la óptica de segundo de bachillerato, aplicando este modelo en la Facultad de Ciencias, requiere el ajuste del nivel de complejidad del reto al perfil cognitivo y experimental con el grupo de alumnos.

Pinos et al. (2024), examinaron el impacto del aprendizaje basado en problemas en el pensamiento crítico matemático en estudiantes de educación básica. La investigación expone las ventajas que propone dicha metodología: mejora el rendimiento académico, incrementa la motivación y se propone analizar la veracidad de los retos que la acompañan. Existe una diferencia entre lo que los estudiantes aprenden y lo que los instrumentos logran medir el diseño del instrumento de evaluación no puede ser tratado como una variable secundaria si se pretende que los resultados reflejen con fidelidad el impacto real de esta metodología.

Aprendizaje Basado en Retos

El Aprendizaje Basado en Retos nace a finales de la primera década del siglo XIX cómo resultado de la colaboración entre comunidades educativas de educación secundaria en Estados Unidos, el propósito del Aprendizaje Basado en Retos es crear un macro aprendizaje que integra tecnología y pensamiento crítico. Es una metodología activa para la enseñanza en distintas disciplinas cómo en la

matemática y en la física, ayuda como una alternativa al constructivismo que se maneja dentro del currículo ecuatoriano.

De La Cruz et al. (2022), sintetiza que el ABR (Aprendizaje Basado en Retos) es la metodología que hace que el estudiante viva situaciones problemáticas reales ante las que tiene que dar soluciones innovadoras y creativas. El Aprendizaje Basado en Retos se diferencia de otras metodologías en que el estudiante experimenta retos de carácter cotidiano, generando que el estudiante aprenda de mejor forma ya que se fomenta la participación, la experiencia, se puede llevar lo aprendido a su vida cotidiana ajustando las soluciones obtenidas en función de resultados experimentados.

Esta identificación conecta directamente con los principios del constructivismo desarrollados por Vygotsky y profundizados en el contexto educativo latinoamericano, por múltiples investigadores contemporáneos. Según Cuyo (2024), el constructivismo se centra en que el estudiante sea el protagonista de su aprendizaje y realiza una construcción de su conocimiento basándose en sus experiencias previas, estableciendo para ello una integración dinámica con el docente en la que ambos aportan saberes para alcanzar el aprendizaje significativo. El Aprendizaje Basado en Retos presenta el principio de convertir el reto en conocimiento a largo plazo.

Los retos están a nuestro alrededor: grandes, pequeños, locales, globales, a corto y largo plazo. Algunos los elegimos, otros nos eligen a nosotros, algunos

los esperamos con ilusión, otros los tememos, algunos los afrontamos y otros intentamos ignorarlos. Nuestra respuesta individual y colectiva a los retos determinará nuestro futuro. A medida que los problemas se vuelven más complejos y urgentes, resulta crucial formar una generación de personas comprometidas, capacitadas para identificar los retos y desarrollar soluciones innovadoras.

El uso de retos para la generación de experiencias de aprendizaje provino del análisis de los programas de mejora de la calidad de la educación, de hablar con personas cuyos actos giraban en torno a los retos y de la reflexión de algunas de mis experiencias de aprendizaje, tanto dentro como fuera del aula. Cuando se enfrentan a un reto, los grupos y las personas exitosos conocen el proceder que suponen que se tienen que seguir: aprovechar la experiencia, buscar recursos internos y externos, preparar un plan y esforzarse por descubrir la mejor solución. En el proceso, se experimenta, se fracasa, se logra el éxito y, en última instancia, se obtienen consecuencias por las acciones. Incorporar retos a los entornos de aprendizaje genera pasión y sentido de la importancia.

Estructura del Aprendizaje Basado en Retos.

El Aprendizaje Basado en Retos presenta la siguiente estructura pedagógica. La literatura coincide en identificar 3 fases: el compromiso, se refiere a donde se presenta la idea, se formula la pregunta esencial y se define el reto concreto, por otro lado, está la investigación, donde los estudiantes generan

preguntas de guía, acceden a recursos y desarrollan actividades para construir soluciones, para completar las fases esta la acción, donde se implementa la solución, evalúa y reflexionan sobre el proceso y los resultados. Esta estructura favorece al aprendizaje y al desarrollo de competencias metacognitivas.

En el ámbito específico de las ciencias experimentales, las investigaciones de Vivanco et al. (2025), documentaron que la experimentación de fenómenos físicos en el bachillerato ecuatoriano genera mejoras significativas en el rendimiento académico y en la motivación estudiantil cuando el aprendizaje se articula desde la experiencia directa con los fenómenos. El Aprendizaje Basado en Retos encamina hacia la experimentación: no describe la reflexión de la luz, propone que el estudiante observe, mida, explique y aplique en un contexto que le resulta significativo.

El Aprendizaje Basado en Retos promueve un aprendizaje activo que es a la vez:

Personalizado, pues invita a los alumnos a identificar y a enlazar con retos de forma personal en la fase de participación.

Auténtico, ya que ayuda a los estudiantes a llevar a cabo investigaciones basadas en contenidos y conceptos durante la fase de investigación.

Colaborativo, alentando a los estudiantes a colaborar en la creación e implementación de una solución en la fase de Acción.

Fomenta la curiosidad y la reflexión al desafiar a los estudiantes a formular preguntas orientadoras, documentar, reflexionar y compartir sus respuestas a lo largo de todo el proceso de Aprendizaje Basado en Retos.

Metodologías activas y el Aprendizaje Basado en Retos.

El Aprendizaje Basado en Retos se englobaría más bien en la familia de las metodologías activas. El aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos entran también en esta familia compartiendo el principio de centrar el proceso formativo en los propios estudiantes y en vincular el proceso de aprendizaje con situaciones reales. La diferencia del Aprendizaje Basado en Retos, con respecto a las otras prácticas, es el grado de apertura de la solución. Así, el aprendizaje basado en problemas parte de un problema muy estructurado cuya solución se conoce de antemano, el aprendizaje basado en proyectos produce un artefacto como resultado y el Aprendizaje Basado en Retos plantea un desafío abierto cuya solución no predetermina y que requiere una acción real de los estudiantes.

Las metodologías activas han demostrado o influir positivamente en el alumno en cuanto al rendimiento y en cuanto a la motivación. Portero y Medina (2025), señalan que la aplicación correcta de estas metodologías junto a una buena planificación logra como resultados estudiantes críticos, reflexivos, con un enfoque constructivista y capaces de aprender de acuerdo con sus destezas en contextos reales. El Aprendizaje Basado en Retos, añade el imperativo de la

acción: el estudiante debe de comprender el fenómeno y de transformar en conocimiento a partir de su asociación con la cotidianidad.

Las estrategias de enseñanza constituyen el conjunto de estructuras, de sistemas, de métodos, de técnicas, de procedimientos y de procesos que los docentes aplican en sus clases con la finalidad de hacer posible el aprendizaje de los estudiantes. Las actividades de aprendizaje son las tareas o actividades didácticas guiadas por el profesor. Las actividades de aprendizaje las realizan los estudiantes en la clase, de forma individual o en grupo, con o sin el uso de equipamientos tecnológicos. Ejemplo, el profesor puede optar por una estrategia de enseñanza pasiva basada en la clase magistral tradicional, en la que los estudiantes solo escuchan, en cambio, puede elegir una estrategia de enseñanza activa basada en el aprendizaje basado en retos (ABR), en cuyo caso los estudiantes deben buscar la información para resolver un problema por sí mismos. Las estrategias de enseñanza activa comprenden un conjunto de prácticas pedagógicas que incluyen diversas actividades con un elemento común.

Algunos docentes consideran que las actividades tradicionales, como las tareas o los deberes, contribuyen un aprendizaje activo, en realidad, las actividades realizadas en el aula o en el entorno escolar, como las visitas a la biblioteca, las búsquedas en ordenadores y las prácticas en el laboratorio de ciencias, también son procedimientos de aprendizaje activo. Los elementos clave de la estrategia de aprendizaje activo son la participación. En comparación, esta

estrategia didáctica suele contrastarse con los métodos de enseñanza basados en las clases discursivas tradicionales, en las que los alumnos reciben información de forma pasiva del profesor.

Otero y Arlego (2023), proponen una secuencia pedagógica que va desde la óptica geométrica, reflexión y refracción hasta la mecánica cuántica en escuelas secundarias, argumentando que la óptica es uno de los pocos contenidos en la física que permite construir una progresión desde el macroscopio y cotidiano hasta lo microscopio y abstracto sin perder el hilo de la experiencia sensible. El Aprendizaje Basado en Retos puede aprovechar esta propiedad del contenido para diseñar retos que sea al mismo tiempo científicos y pedagógicamente accesibles.

La Óptica en el Bachillerato

La óptica geométrica estudia el comportamiento de la luz cuando se propaga, se refleja en diferentes medios, bajo al supuesto que la luz viaja en línea recta y que sus efectos pueden describirse mediante el trazo de rayos. En el currículo de Bachillerato General Unificado ecuatoriano, estos contenidos corresponden al segundo año y constituyen uno de los ejes conceptuales de la asignatura de Física. Su relevancia pedagógica, permite explicar fenómenos cotidianos: espejos, lentes, arco iris, fibra óptica; articulan herramientas matemáticas, la geometría euclidiana y las funciones trigonométricas en contexto de aplicación directa.

Otero y Arlego (2023), sostienen que la óptica es una unidad didáctica excepcional, ya que sus fenómenos son propios de esta disciplina y, además, son visibles y reproducibles, proporcionando material didáctico simple y de referencia cultural y técnica que los alumnos ya conocen. Un teléfono móvil con cámara, unas gafas correctoras, un vaso de agua con un lápiz dentro de él: son laboratorios portátiles de reflexión y refracción. El problema radica en cómo se enseñan: cuando se reduce la enseñanza de la óptica a la ley de Snell y a la resolución de ejercicios algebraicos se pierde todo el potencial del contenido para generar motivación y comprensión profunda.

La forma de enseñar influye mucho en la asimilación de los estudiantes es así como en investigaciones sobre las concepciones erróneas de la óptica genera hallazgos como el Herindra et al. (2024), en su diagnóstico determinaron que los estudiantes presentaban niveles de desconocimiento y un error conceptual sobre la luz y la óptica similares antes como después de haber recibido la introducción formal del tema. Esta equivalencia entre grupos sugiere que la enseñanza convencional no está produciendo el cambio conceptual.

Las causas de estas concepciones erróneas han sido analizadas con detalle por Favale y Bondani (2013), atribuyeron al uso de representaciones gráficas incorrectas o simplificadas presentes en los libros de textos y recursos en línea. Cuando un manual ilustra los rayos de la luz como flechas gruesas que emergen hacia los ojos, sin indicar la dirección real de la propagación, instala en el

estudiante un modelo incorrecto que la instrucción verbal posterior difícilmente logra desplazar. Esta es una forma de daño pedagógico silencioso: el material didáctico enseña el error antes de que el docente tenga la oportunidad de enseñar el concepto correcto.

Frente a este panorama, Planifica et al. (2024), en su investigación cuasi experimental, demostraron que una secuencia de enseñanza basada en la indagación sobre la óptica ondulatoria logró mejoras significativas en la comprensión conceptual de los estudiantes de bachillerato croata en comparación con el grupo de control, su estudio que involucró seis escuelas secundarias y utilizó instrumentos estandarizados de evaluación, confirmó que cuando los estudiantes participan activamente en la construcción de los conceptos, a través de experimentos que ellos mismos diseñan y ejecutan, el cambio conceptual es más profundo y más duradero que cuando se recibe explicaciones directas.

Calzada y Antonio (2024), en su estudio documentaron las lecciones de óptica enriquecidas tecnológicamente, que conectaban los contenidos con aplicaciones reales con cámaras, telescopios y sistemas de diagnóstico médico, produjeron mejoras en el rendimiento académico y en el interés de los estudiantes de décimo grado. Este hallazgo confirma la relevancia conceptual del aprendizaje.

Rendimiento académico

El rendimiento académico forma parte de una categoría de estudio cuya conceptualización varía según la concepción teórica tenida en cuenta y de los criterios que se apliquen para valorar los aprendizajes que han alcanzado los estudiantes. En su sentido más operacional, El Reglamento General a La Ley Orgánica de Educación Intercultural (decreto N° 675, registro oficial suplemento N° 254, 22 de febrero de 2023), lo define como el nivel de logro de los objetivos de aprendizaje definidos para la unidad programada de asignatura o área de conocimiento, medido a través de una escala cuantitativa que va de cero a diez.

González et al. (2023), sostienen que la motivación es un factor transversal al rendimiento académico: los estudiantes que perciben el aprendizaje como relevante para sus vidas, se involucran con mayor profundidad en las tareas y obtienen mejores resultados. Respecto a dicha relación entre la motivación y el rendimiento es especialmente interesante de ser comprendido el hecho de que el Aprendizaje Basado en Retos liga el contenido a situaciones correspondientes y significativas para poder intervenir positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes.

Cabrera y Carrión (2023), en su análisis del desempeño en física en las pruebas ser bachiller entre 2020 y 2022, evidenciaron que los estándares de aprendizaje relacionados con los fenómenos como la energía lumínica y los fenómenos ópticos presentan los niveles más bajos de logro en el sistema

educativo ecuatoriano y esta situación exige de manera urgente la implementación de estrategias educativas activas que vinculen al contenido curricular con sus experiencias, convierte la óptica en un indicador sensible de la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje de la física en el bachillerato ecuatoriano.

Sailema et al. (2023), en su tesis de maestría concluyen que los docentes de física reconocen la pertinencia de las metodologías activas para mejorar el rendimiento académico, pero su implementación carece de seguimiento sistemático. Delgado (2023)nos ayuda a señalar que las innovadoras metodologías para la enseñanza de la física en el bachillerato se reducen al mejor de los casos a conocimiento intuitivo.

La base epistemológica del Aprendizaje Basado en Retos se establece en el marco de las teorías del aprendizaje constructivista, por tanto, entiende el conocimiento como una construcción que hace la persona cuando va interaccionando con su entorno. En el ámbito más específico de las ciencias esta perspectiva se articula con la noción de cambio conceptual: aprender física es reflexionar y describir los fenómenos esto radica en las estructuras cognitivas previas que el estudiante ha construido a partir de sus experiencias cotidianas.

En el caso de la óptica, el estudiante llega al aula con un modelo intuitivo sobre la luz, pero es necesario introducir el concepto correcto, el ABR crea condiciones para que se proponga situaciones en las que el modelo intuitivo acompañado de la resolución de retos genere conocimientos reales.

La implementación del Aprendizaje Basado en Retos implica una transformación del rol docente que va más allá de simplemente dar retos para que los estudiantes resuelvan, exige una conceptualización. El docente deja de ser portador del conocimiento y otorga al estudiante crear su conocimiento a partir de sus experiencias, Hernández (2026), señala que el Aprendizaje Basado en Retos fortalece el liderazgo, la autonomía, la creatividad y el pensamiento crítico y analítico en los estudiantes cuando los retos se articulan con problemáticas reales del entorno. Esta transformación requiere que el docente desarrolle nuevas competencias: capacidad de diseñar retos abiertos y bien graduados, habilidades para acompañar la investigación sin dar las respuestas y la disposición para evaluar procesos además de productos.

Sailema et al. (2023), identifican que los docentes ecuatorianos de física encuentran en la carga horaria y en la falta de formación específica las principales barreras para adoptar metodologías activas. Lo detallado constituyen factores que debemos tomar en cuenta para poder escoger la metodología activa más adecuada para el desarrollo de los contenidos ya que no todas van a cumplir con la función de generar aprendizajes significativos, al ver las implicaciones de una carga horaria muy corta y de la falta de preparación de los docentes de física, genera muchas expectativas al optar por otra metodología que no sea las clases magistrales de siempre, necesitamos incluir en nuestras planificaciones metodologías variadas donde el estudiante sea quien porta el conocimiento y por ende lo asimile de una manera más profunda y a largo plazo.

Capítulo 3. Marco metodológico

La investigación se desarrolló desde el paradigma positivista al considerar que en la realidad educativa puede ser medida y analizada a través de datos observables y verificables. En este paradigma “todo el conocimiento debe ser adquirido a través de la observación directa y la medición objetiva (Sucari et al., 2024).

Por tanto, adopta un enfoque cuantitativo ya que se centró en la obtención y análisis de los datos numéricos con intención de tener una medida objetiva de la relación del Aprendizaje Basado en Retos y rendimiento académico del alumnado. La obtención de los datos se basa en una medición. Ésta se lleva a cabo mediante el empleo de procedimientos estandarizados y aceptados por la comunidad científica”(Hernández et al., 2014).

Se desarrolló hasta un alcance comparativo-relacional, la investigación se pretende determinar la relación que existe entre Aprendizaje Basado en Retos y el rendimiento académico en los estudiantes, identificando relaciones causa efecto entre las variables estudiadas. “Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población” (Hernández et al., 2014).

Se utilizó un diseño cuasiexperimental con dos grupos: uno experimental y otro de control. Ambos grupos se evaluarán mediante pruebas antes y después de la intervención pedagógica, lo que permitirá comprobar si existen diferencias en los resultados y, por el tanto, poder observar el efecto del Aprendizaje Basado en

Retos sobre el rendimiento académico de los estudiantes. “En los diseños cuasiexperimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos y tampoco son emparejados, sino que esos grupos ya están conformados antes de llevar a cabo las experiencias: son grupos intactos” (Hernández et al., 2014).

Población y muestra

La población estuvo conformada por los estudiantes de segundo de bachillerato de una Unidad Educativa del cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi ($N = 174$). Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, mediante el cual se seleccionaron dos paralelos previamente constituidos, trabajando con la totalidad de los estudiantes de cada grupo. Uno de los paralelos conformó el grupo control y el otro el grupo experimental.

Tabla 1
Muestra

Paralelo	Hombres	Mujeres	Total
B	14	15	29
F	15	13	28

Criterios para seleccionar los participantes en la investigación

Para valorar los efectos de la intervención didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Retos se requirió seleccionar dos paralelos de segundo de Bachillerato General Unificado. De los seis paralelos existentes en la institución educativa, se eligieron aquellos que presentaban mayor similitud en cuanto al

número de estudiantes, Tabla 2, y a la distribución por sexo, con el propósito de favorecer la comparabilidad entre los grupos al inicio de la investigación.

Asimismo, se consideró como criterio de selección la vinculación del investigador con la docencia de la asignatura de Física en ambos paralelos. Esta condición facilitó la implementación de la intervención didáctica en el grupo experimental, así como el seguimiento de las actividades y la aplicación de los instrumentos de evaluación en ambos grupos bajo condiciones similares.

Tabla 2

Distribución de participantes

Paralelo	Número de participantes	Grupo Asignado
B	29	Grupo de Control
F	28	Grupo Experimental

Criterio de inclusión: Estudiantes asistentes en los paralelos seleccionados de segundo de bachillerato durante el año lectivo 2025-2026

Criterio de exclusión: Estudiantes de los paralelos seleccionados que deserten o no cuenten con el consentimiento informado.

Operacionalización de las variables

Con el propósito de establecer los elementos que orientan la medición de las variables de estudio, se realizó su operacionalización, considerando las dimensiones, indicadores y técnicas e instrumentos de recolección de información

correspondientes. En la Tabla 3 y en la Tabla 4, se presenta la operacionalización de las variables que guiaron el desarrollo de la investigación.

Tabla 3

Operacionalización de la variable dependiente: Rendimiento académico de los estudiantes en óptica geométrica

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnicas	¿A quién aplicará?
(Edel, 2003), define al rendimiento académico como "un constructo que puede adoptar valores tanto cuantitativos como cualitativos, mediante los cuales se puede llegar a la evidencia y a la dimensión del perfil de habilidades, conocimientos, actitudes y valores desarrollados en el proceso de enseñanza aprendizaje del alumno".	Comprensión conceptual	Reconoce los conceptos del reflexión y refracción	Prueba	Estudiantes de bachillerato
	Aplicación de conocimientos	Aplica correctamente la ley de la reflexión	Prueba	Estudiantes de bachillerato
	Análisis e interpretación	Interpreta la trayectoria de los rayos luminosos	Prueba	Estudiantes de bachillerato
		Justifica el comportamiento de la luz en distintos medios	Prueba	Estudiantes de bachillerato

Tabla 4

Operacionalización de la variable independiente: Aprendizaje Basado en Retos

Conceptualización	Dimensión	Indicadores	Técnicas	¿A quién aplicará?
Edu Trends, (2015), expresa que "el Aprendizaje Basado en Retos es un enfoque pedagógico que implica la participación activa del estudiante en una situación problemática real, relevante y en conexión con su entorno, lo que supone la definición de un reto y la posible implementación de una solución".	Diseño del reto	El reto se relaciona con situaciones reales	Guía de actividades	Estudiantes del grupo experimental
		El reto se vincula con la reflexión y refracción	Guía de actividades	Estudiantes del grupo experimental
	Participación activa	Participa activamente en la resolución del reto	Guía de actividades	Estudiantes del grupo experimental
	Trabajo colaborativo	Trabaja en equipo para resolver retos	Guía de actividades	Estudiantes del grupo experimental

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Se llevó a cabo una práctica de evaluación objetiva mediante dos específicos cuestionarios a los alumnos uno que mide los conocimientos previos y otro que mide los conocimientos adquiridos, con el cual se evaluó el rendimiento académico que tuvo el alumnado en los contenidos de reflexión y de refracción de la luz, antes y después de haber aplicado la estrategia pedagógica del Aprendizaje Basado en Retos.

El cuestionario utilizado en el diagnóstico, Anexo 1, evalúa los conocimientos y habilidades de los estudiantes en contenidos fundamentales de Física relacionados con la reflexión y refracción de la luz, las relaciones angulares, la conversión de unidades de velocidad y los principios de fuerza y movimiento. El instrumento se compone de 9 ítems y de 3 dimensiones: la comprensión conceptual, la resolución de problemas y el análisis e interpretación de situaciones físicas. La primera dimensión, compuesta por 3 ítems, mide la comprensión de fenómenos ópticos; la segunda dimensión, conformada también por 3 ítems, mide la capacidad para el uso de conceptos y procedimientos físicos y matemáticos en la resolución de problemas; y la tercera dimensión, compuesta por 3 ítems, mide la capacidad de interpretar situaciones de la vida cotidiana haciendo uso de principios como pueden ser la fuerza neta, la resistencia del aire, la inercia.

El cuestionario utilizado después de la intervención, Anexo 2, evalúa conocimientos adquiridos una vez concluida la intervención didáctica sobre óptica

geométrica, con énfasis en refracción, reflexión, formación de imágenes y dispersión de la luz, tanto en el grupo de control como el grupo experimental. De la misma forma el instrumento está organizado en 3 dimensiones; comprensión conceptual: evalúa la capacidad del estudiante para explicar los fenómenos ópticos cualitativos, por ejemplo la discontinuidad aparente de un objeto sumergido en un líquido, resolución de problemas: valora la aplicación de las fórmulas y procedimientos físicos matemáticos, por ejemplo la ley de Snell y el análisis e interpretación: mide la capacidad de interpretar situaciones cotidianas y experimentales a partir de modelos de rayos y el comportamiento ondulatorio de la luz, por ejemplo espejos convexos en retrovisores.

Validación de los instrumentos de investigación

Según Escobar y Cuervo (2008), plantea la validación de instrumentos mediante juicio de expertos:

Para la selección de los jueces de expertos se tomó en consideración los perfiles de docentes titulados en la enseñanza de la física y que imparten esta asignatura. Maldonado y Santoyo (2024), mencionan que la validez del contenido de un instrumento se realizará con un grupo de entre tres a cinco expertos con experiencia en la enseñanza de la física en el nivel de bachillerato y universitario, criterio que fue considerado para la validación.

El juez experto 1 Magister en Física, cuenta con seis años de experiencia como docente, cuenta con conocimientos en contenidos curriculares y dificultades

del aprendizaje de la física y experiencia de tres años en investigación, se desempeña actualmente en una Universidad de la provincia Chimborazo.

El juez experto 2 Magister en Ciencias de la Educación aprendizaje de la Física, su trayectoria profesional inicia en bachillerato y en universidades de Ecuador, con una experiencia de 10 años en la enseñanza, también se desempeña como docente investigador en una Universidad del cantón Milagro.

El juez experto 3 Máster universitario en didáctica de las Matemáticas en educación secundaria y bachillerato, cuenta con una experiencia profesional de 15 años en la enseñanza de la matemática y la física en bachillerato. Ha participado en diversos proyectos de investigación y en capacitaciones del currículo de física, Actualmente se desempeña como docente de Matemáticas y Física en una Unidad Educativa de la ciudad de Riobamba.

La Tabla 5 muestra los perfiles de los docentes expertos quienes validaron los instrumentos de recolección de información.

Tabla 5

Perfiles de los docentes expertos

Identificación	Máximo grado académico alcanzado
Experto 1	Magister en Física
Experto 2	Magister en ciencias de la educación aprendizaje de la Física
Experto 3	Máster universitario en didáctica de las Matemáticas en educación secundaria y bachillerato

Escobar y Cuervo (2008), sugieren cuatro criterios para emitir las opiniones: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. La descripción de cada uno de estos criterios, así como la escala de valoración se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6

Criterios para evaluar por juicio de expertos un instrumento

Criterio	Puntaje	Indicador
Suficiencia: contiene la cantidad necesaria de ítems por dimensión para su completa evaluación.	1	Los ítems y/o dimensiones no son suficientes para reflejar adecuadamente la dimensión.
	2	Los ítems miden alguna parte de la dimensión, no son representativos de la totalidad de la dimensión.
	3	Se requiere aumentar el número de ítems para evaluar de forma más completa todos los aspectos de la dimensión.
	4	El número de ítems es adecuado y suficiente para medir todos y cada uno de los elementos de la dimensión del constructo
Claridad: el ítem se comprende fácilmente, debido a la adecuación de su estructura y contenido para la población objetivo.	1	Ítem poco claro.
	2	Ítem que debe ser modificado solo en la forma en que están usadas las palabras según su significado, o bien, por el orden de estas.
	3	Ítem que debe ser modificado específicamente en alguno de los términos del ítem del que se trata (dentro de la rúbrica para la evaluación del instrumento es interesante escribir las recomendaciones específicas).
	4	Ítem que se entiende muy bien, su estructura y su contenido son adecuados con la población objetivo.
Coherencia: el ítem refleja coherencia conceptual respecto a la dimensión al cual se asocia dentro del constructo	1	El ítem no guarda relación lógica con la dimensión.
	2	El ítem exhibe una relación débil con la dimensión.
	3	El ítem presenta una relación moderada con la dimensión que mide.
	4	El ítem muestra una relación fuerte y congruente con la dimensión que intenta medir.

Relevancia: el ítem aporta información relevante sobre un aspecto necesario de la dimensión que se pretende medir, por lo que debe mantenerse en la versión final del instrumento	1	Un ítem puede ser eliminado sin menoscabo de la medición de la dimensión.
	2	Un ítem tiene baja relevancia a la dimensión, de modo que los elementos que aparecen en su contenido pudieran estar ya contenidos en otro ítem.
	3	Un ítem tiene una relevancia moderada en la representatividad de la dimensión.
	4	Un ítem tiene elementos de alta relevancia para la adecuada representación de la dimensión.

Fuente: Adaptado de Escobar y Cuervo (2008).

Coeficiente de validez del contenido

Para poder calcular el coeficiente de validez de cada uno de los ítems, Hernández (2011), establece que el coeficiente de validez de contenido de cada ítem "se define como la proporción relativa respecto del valor máximo de la escala del promedio de los puntajes por jueces entre cada ítem, corregido por concordancia aleatoria" (p. 102).

- Coeficiente de validez del contenido de cada ítem CVC_i
- Coeficiente de validez del contenido total CVC_t
- Número de jueces expertos j
- Media de las puntuaciones de los jueces participantes por cada ítem $\sum xi/j$
- Puntuación máxima que el ítem podría alcanzar V_{max}
- Error asignado por cada ítem Pe_i

La Tabla 7 detalla la interpretación de las puntuaciones del coeficiente de validez de contenido por cada ítem.

Tabla 7

Interpretación del coeficiente de validez de contenido por cada ítem

Puntuación	Interpretación
$x \geq 0.90$	Validez y concordancia excelente
$0.80 \leq x < 0.90$	Validez y concordancia buena
$0.70 \leq x < 0.80$	Validez y concordancia aceptable
$0.60 \leq x < 0.70$	Validez y concordancia deficiente
$x < 0.60$	Validez y concordancia inaceptable

Fuente: Tomado de Hernández (2011)

A continuación, en la Tabla 8, puede visualizarse la sumatoria del puntaje medio asignado por cada juez a los cuatro criterios evaluativos (suficiencia, claridad, relevancia y coherencia), sobre los que fueron evaluados los nueve ítems de la prueba inicial distribuidos en tres dimensiones: comprensión, resolución de problemas, y análisis e interpretación, obteniendo la puntuación máxima en todos los ítems, salvo en el ítem 5 en el que el Juez 3 asigna un punto menos. Para identificar la validez del instrumento el cálculo de coeficiente de validez del contenido para su respectiva interpretación de validez y concordancia.

Tabla 8

Validez de contenido de la evaluación inicial

Dimensión	Ítem	Experto 1	Experto 2	Experto 3
		$\sum xi^*$	$\sum xi^*$	$\sum xi^*$
Comprensión	1	16	16	16
	2	16	16	16
	3	16	16	16
Resolución de problemas	4	16	16	16
	5	16	16	15
	6	16	16	16
Análisis e interpretación	7	16	16	16
	8	16	16	16
	9	16	16	16

* Medias de las puntuaciones de los jueces participantes por cada criterio

Los nueve ítems de la evaluación inicial obtuvieron un CVC_t de 0.963, como se muestra en la Tabla 9, según la escala de Hernández (2011) equivale a una validez y concordancia excelente, supera el 0.90.

En la práctica, las valoraciones de los tres jueces expertos evidenciaron un elevado nivel de acuerdo respecto de la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de los ítems para evaluar los conocimientos previos (al estudio de la reflexión y refracción) de los estudiantes antes de la intervención pedagógica. Por tanto, los resultados evidencian un excelente nivel de validez y concordancia del contenido del instrumento que se considera adecuado para su aplicación en la investigación en cuestión.

$$CVC_i = \frac{\sum \frac{xi}{j}}{V_{max}}$$

$$Pe_i = \left(\frac{1}{j}\right)^j$$

$$CVC_t = CVC_i - Pe_i$$

$$si\ x \geq 0.90 \rightarrow x\ Validez\ y\ concordancia\ excenlente$$

$$0.963 \geq 0.9$$

Tabla 9

Coeficiente de validez de contenido prueba inicial

Ítem	$\sum xi/j$	V_{max}	CVC_i	Pe_i	CVC_t	Interpretación
1	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
2	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
3	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
4	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
5	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
6	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
7	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
8	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
9	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente

Se realiza el mismo procedimiento para la validación del instrumento de la prueba final, la Tabla 10 recoge las puntuaciones de los tres jueces de expertos por cada ítem. En su totalidad alcanzando la máxima puntuación que puede tener cada ítem es de 16.

Tabla 10

Validez de contenido de la evaluación final

Dimensión	Ítem	Experto 1	Experto 2	Experto 3
Comprensión	1	16	16	16
	2	16	16	16
	3	16	16	16
Resolución de problemas	4	16	16	16
	5	16	16	16
	6	16	16	16
Análisis e interpretación	7	16	16	16
	8	16	16	16
	9	16	16	16

Pese a que los jueces asignaron el puntaje máximo a todos los ítems, el instrumento final llegó al mismo coeficiente de validez del contenido total de 0.963,

obtenido en el instrumento de diagnóstico. La metodología propuesta por Hernández (2011) exige incorporar dentro del cálculo del coeficiente de validez del contenido un componente de error estimado definido como el coeficiente entre uno y el total de jueces, elevado a la potencia del número total de jueces. La inclusión de este término no es una desconfianza hacia el juicio de expertos, es un criterio de reconocida metodológica. El error estimado funciona como un factor corrector que evita la sobreestimación del instrumento, otorgando una solidez en la validación. Cabe destacar que conforme aumenta el número de jueces participantes el valor del error tiende a disminuir.

Los coeficientes de validez obtenidos en el instrumento inicial y final evidencian la aplicabilidad de los instrumentos en la investigación.

$$si\ x \geq 0.90 \rightarrow x\ Validez\ y\ concordancia\ excenlente$$

$$0.963 \geq 0$$

Tabla 11

Coeficiente de validez de contenido prueba final

Ítem	$\sum xi/j$	V_{max}	CVC_i	Pe_i	CVC_t	Interpretación
1	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
2	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
3	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
4	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
5	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
6	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
7	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
8	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente
9	16	16	1.00	0,037	0.963	Validez y concordancia excelente

Para el análisis de la evaluación conocimientos previos y la evaluación de conocimientos alcanzados por los estudiantes en el aprendizaje de la óptica en reflexión y refracción de la luz, se tomó en cuenta la escala de calificaciones Del Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador. Tabla 12.

Tabla 12
Escala de calificaciones MINEDEC

Escala cuantitativa	Escala cualitativa
9,00 – 10, 00	Domina los aprendizajes requeridos (DAR)
7,00 – 8,99	Alcanza los aprendizajes requeridos (AAR)
4,01 – 6,99	Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR)
≤ 4	No alcanza los aprendizajes requeridos (NAAR)

Fuente: Ministerio de Educación (2015, p. 55)

Consideraciones éticas

La investigación se llevó a cabo acorde a principios éticos que propugnaban el respeto por los derechos, la dignidad, la privacidad y el bienestar de todos los sujetos, la observancia de los principios generales aplicables a la investigación educacional.

Previo a la aplicación de los instrumentos y la realización de la intervención didáctica se solicitó el permiso a las autoridades de la institución educativa mediante un breve informe sobre los fines del estudio, los procedimientos esperados y las actividades a llevarse a cabo, de forma que se pidió permiso para acceder a los estudiantes de segundo de bachillerato para la aplicación de los instrumentos y la realización de las actividades conducentes.

Se informó igualmente a los alumnos y a su respectivo representante legal del objetivo previsto por la investigación, así como de los procedimientos que se ejecutarían, así como también la duración de la intervención didáctica. Para certificar su participación se utilizó una carta de consentimiento informado dirigida a los representantes legales. La participación se realizó bajo los principios de libertad, voluntariedad e información, dejando claro que la decisión de participar o de no hacerlo no tendría consecuencias ni sobre las calificaciones, ni sobre la situación académica de los alumnos.

La participación de los estudiantes fue completamente voluntaria y se garantizó el derecho de los mismos a abandonar el estudio en cualquier momento, sin que ello tuviera consecuencias académicas. Durante la propia resolución del estudio no se ejerció presión ninguna, no se hicieron incentivos ni se recurre a ningún tipo de mecanismo de presión que pudiera afectar la decisión de participar.

Con el objetivo de salvaguardar la identidad de los participantes se laminaban los cuestionarios. La información recogida fue tratada de forma agrupada, exclusiva para un fin académico y estadístico, y con el intento de que los resultados no fuesen asociables con ningún participante concreto.

También se procuró garantizar un trato justo y equitativo entre el grupo de control y el grupo experimental. Ambos grupos participaron en las actividades educativas correspondientes a los contenidos curriculares de óptica geométrica, de manera que ningún estudiante fuera privado del proceso de enseñanza y

aprendizaje. Las diferencias en el tratamiento pedagógico respondieron exclusivamente al diseño metodológico del estudio, cuyo propósito fue comparar la efectividad del Aprendizaje Basado en Retos con la metodología habitual para la enseñanza de los contenidos mencionados.

A lo que respecta al proceso para llevar a cabo la validación de los instrumentos, los expertos jueces, quienes van a valorar la calidad de los ítems y los cuestionarios, participaron de forma voluntaria y además previamente se les comunicó el fin académico de su valoraciones y aportaciones. Las valoraciones y las observaciones fueron tratadas de forma confidencial y usadas únicamente para el proceso de revisión, mejora y validación de los cuestionarios, sin que éstas fueran expuestas públicamente fuera del ámbito de investigación.

Procedimiento de investigación

El procedimiento metodológico que se utilizó en el curso de la presente investigación involucró cinco fases.

Fase 1: Planificación y definición de variables e instrumentos de investigación en esta fase se construyó la matriz de operacionalización de las variables. También se diseñaron dos instrumentos: una prueba de rendimiento académico diagnóstico y otra prueba al final de la intervención didáctica, las dos pruebas con ítems de selección múltiple alineadas a los contenidos curriculares de óptica. Dentro de esta fase también se realizó la validación de los instrumentos por juicio de expertos.

Fase 2: Aplicación de la prueba diagnóstica, se seleccionó dos grupos uno experimental y uno de control mediante el muestreo no probabilístico intencional, garantizando la comparabilidad, nivel escolar y contenidos previamente abordados. La prueba de diagnóstico se aplicó a los dos grupos de manera simultánea en condiciones de espacio y tiempo.

Fase 3: Intervención didáctica, en el grupo experimental se aplicó el Aprendizaje Basado en Retos para la enseñanza de los contenidos de óptica trabajando de manera colaborativa en la investigación, el diseño de soluciones y la socialización de resultados. El grupo de control de manera habitual siguió recibiendo la enseñanza de los mismos contenidos mediante la metodología tradicional empleada por la institución, la duración de esta fase fue de dos semanas clase.

Fase 4: Aplicación de la evaluación después de la intervención didáctica, esta fase permitió recolectar la evidencia necesaria para realizar la comparativa entre metodologías aplicadas a los diferentes grupos y también compararlos con los resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico.

Fase 5: Análisis y resultados, se presenta la tabulación de datos con los resultados obtenidos en las evaluaciones aplicadas a los dos grupos, se realizó el análisis estadístico obteniendo una comparación entre medias de cada grupo. Se presenta la interpretación de resultados.

Técnicas de análisis de datos

Para el procesamiento de datos se calculó un conjunto de estadísticos descriptivos de los puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica y la prueba final: tablas de frecuencia porcentuales, medidas de tendencia central, de dispersión y de posición. A continuación, se realizó la prueba de Ryan-Joiner, para comprobar la normalidad de los datos, y dado que este supuesto no se cumplió, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los puntajes del grupo control y del grupo experimental, igual en la preprueba como en la post prueba. Esto fue útil en la evaluación del análisis para saber si había diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos en relación a la evaluación test y la prueba tras la intervención.

Para el procesamiento y análisis de los datos, se emplearon dos herramientas estadísticas complementarias: el software StatDisk y el programa de Microsoft Excel. StatDisk que fue utilizado para obtener los estadísticos descriptivos de las pruebas aplicadas a los estudiantes lo cual permitió obtener resultados precisos. Microsoft Excel se empleó como herramienta de apoyo para la organización, tabulación y sistematización de datos facilitando la elaboración de tablas y porcentajes. En StatDisk se realizó las gráficas estadísticas.

Capítulo 4. Propuesta

Fundamentación de la propuesta

Los resultados de la prueba diagnóstica aplicada al grupo de control y experimental evidenciaron un alto porcentaje de estudiantes con conocimientos limitados para avanzar con los contenidos de óptica, reflexión y refracción de la luz, reportando además un bajo rendimiento académico en la prueba aplicada.

El análisis de los conocimientos previos antes de la intervención didáctica muestra que la dimensión comprensión es la que presenta menor dificultad. Si bien la mayoría de los estudiantes dominan términos generales con una base conceptual sobre los contenidos fundamentales de la física, el 40% de los estudiantes desconocen los conceptos esenciales.

Por su parte, la dimensión resolución de problemas evidencia mayor dificultad en la evaluación diagnóstica, el 70% de los estudiantes tienen noción y comprenden parcialmente conceptos teóricos, pero presentan limitaciones al momento de aplicarlos en la resolución de ejercicios o en situaciones problémicas. Esta dificultad se relaciona con la dimensión anterior en la que se identificaron problemas en la comprensión, esto genera dificultad a los estudiantes al momento de aplicar la estrategia de solución del problema.

La dimensión análisis e interpretación es en la que el mayor porcentaje de estudiantes encuentran dificultades, el 85% registra respuestas incorrectas o incompletas. Estos resultados reflejan el hecho de que una cantidad considerable

de estudiantes no logran ir más allá de la identificación de conceptos, disponen de escasos conocimientos previos para interpretar fenómenos ópticos, relacionar variables o extraer conclusiones a partir de cálculos, situaciones, datos o gráficos experimentales.

En consecuencia, existen debilidades en las tres dimensiones evaluadas, por tanto, se justifica una propuesta didáctica que favorezca la comprensión, la resolución de problemas y el análisis e interpretación de fenómenos ópticos, que redundará en el rendimiento académico. En este contexto el Aprendizaje Basado en Retos dadas sus particularidades tiene el potencial para solventar esta necesidad.

La propuesta tiene sus fundamentos en el constructivismo, en aportaciones de Jean Piaget que define al aprendizaje como un proceso de construcción activa del conocimiento mediante la interacción entre los alumnos y el medio ambiente. Los retos planteados en la guía presentan situaciones generadoras de aprendizaje que impulsan al estudiante a analizar situaciones concretas asociadas a su vida cotidiana.

Asimismo, en el aprendizaje significativo que propuso David Ausubel, se cuenta con el aprendizaje significativo en la medida en la que puede establecerse la conexión de los contenidos nuevos con los conocimientos previos que el estudiante manejaba. De allí que la propuesta parte situaciones que incluyen retos contextualizados como los fenómenos de la reflexión refracción observados en la

cotidianidad, hablar de estos fenómenos ópticos y relacionarnos con sus conocimientos previos a fin de alcanzar un aprendizaje a largo plazo.

En el enfoque sociocultural, representado en Lev Vygosky, quien fundamenta el trabajo colaborativo entre pares, donde el docente utiliza mecanismos diversos para que el estudiante alcance niveles de comprensión que de manera individual no lo puede lograr. El trabajo en equipos es uno de los puntos fuertes del Aprendizaje Basado en Retos promueve la interacción entre estudiantes, que les permite compartir diferentes puntos de vista y analizar posibles soluciones al reto presentado.

En consecuencia, el ABR constituye el eje metodológico de la propuesta didáctica, sus fundamentos conceptuales, así como sus características y referentes teóricos, fueron desarrollados previamente en el marco teórico de la investigación; por consiguiente, en esta propuesta se retoman dichos fundamentos desde una perspectiva aplicada, es decir, considerando la manera en que pueden concretarse en la enseñanza de la óptica.

En las actividades de aprendizaje, el reto constituye el punto de partida para movilizar los conocimientos previos de los estudiantes y generar la necesidad de profundizar en los conceptos científicos involucrados. a situación planteada se entiende como un problema que hay que resolver a partir de una fórmula y, al mismo tiempo, como una oportunidad por observar, indagar, preguntar, experimentar y construir una explicación científica. Así el aprendizaje se da en un

proceso en el que los estudiantes ponen en relación sus concepciones iniciales con la nueva evidencia y conocimientos, lo cual le sirve a los procesos de comprensión de los fenómenos ópticos más significativos.

Además, la propuesta se relaciona con los aprendizajes establecidos en el currículo de Física para el bachillerato. Los contenidos, actividades y evidencias de aprendizaje se articulan con las destrezas y criterios de evaluación establecidos en el currículo ecuatoriano para el segundo año de bachillerato. CN.F.5.3.4. Explicar fenómenos relacionados con la reflexión y refracción, utilizando el modelo de onda mecánica (en resortes o cuerdas) y formación de imágenes en lentes y espejos, utilizando el modelo de rayos.

De modo que la intervención constituye una alternativa metodológica para favorecer el desarrollo de los aprendizajes previstos. Esta articulación permite garantizar la coherencia entre los propósitos de la propuesta, los contenidos disciplinares, las actividades de aprendizaje y los procesos de evaluación.

Objetivo General de la propuesta.

Favorecer el aprendizaje de la óptica geométrica mediante la implementación de actividades basadas en el Aprendizaje Basado en Retos, orientada a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Contenidos de aprendizaje

Los contenidos de aprendizaje se organizan de manera progresiva para favorecer la comprensión de los principales fenómenos y aplicaciones de la óptica geométrica. Para su estudio se adopta el modelo de rayo luminoso, mediante el cual se representa la propagación rectilínea de la luz en medios homogéneos.

La reflexión de la luz se aborda como el fenómeno que ocurre cuando un rayo luminoso incide sobre una superficie y retorna al medio de procedencia. Se estudian los elementos que intervienen en este fenómeno: rayo incidente, rayo reflejado y normal, así como las leyes de la reflexión, considerando la relación entre los ángulos de incidencia y reflexión.

Por su parte, la refracción se estudia como el cambio en la velocidad y, generalmente, en la dirección de propagación de la luz cuando esta pasa de un medio a otro con diferente índice de refracción. Para su análisis se considera la ley de Snell y la relación entre los ángulos de incidencia y refracción respecto de la normal.

Mediante los principios de reflexión y refracción se pasa a estudiar la formación de imágenes en los sistemas ópticos. En los espejos se trata de espejos planos y espejos esféricos, que se clasifican en espejos cóncavos y espejos convexos. Se estudian las características de las imágenes producidas según la posición del objeto y en el estudio de los espejos esféricos también en función del foco o del centro de curvatura. Se utilizan las relaciones matemáticas para

determinar la posición, el tamaño y las características de las imágenes, en la que se establece la diferencia entre imágenes reales y virtuales, imágenes derechas e imágenes invertidas.

Dentro del tema de las lentes, se estudian las lentes delgadas convergentes y divergentes, analizando los principios de la refracción que explican la formación de imágenes; se utilizan las relaciones matemáticas oportunas para el cálculo de la posición y las características de las imágenes; y se profundiza en algunas de sus aplicaciones, sobre todo en instrumentos ópticos o para la corrección de algunos defectos de la visión.

Estos contenidos se suelen enlazar de forma muy directa con situaciones, prácticas o aplicaciones en la vida cotidiana, la salud, el transporte y la tecnología, con el afán de conseguir que los alumnos puedan poner en relación el principio de la óptica geométrica con fenómenos evidentes y situaciones contextualizadas. Así, los conocimientos conceptuales y procedimentales se intercalan en las actividades que se utilizan para la comprensión y la explicación de fenómenos ópticos a partir del Aprendizaje Basado en Retos.

Estructura de la propuesta

La propuesta contempló cuatro sesiones de 40 minutos cada una, desarrolladas a lo largo de dos semanas. Cada sesión involucró un reto articulado al contenido trabajado en la clase. Tomando en cuenta la estructura de Nichols et al. (2016), quienes proponen las fases de enganche, investigación y actuar, cada

reto se desarrolló en cuatro momentos: lanzamiento, investigación, solución e implementación y evaluación. El lanzamiento corresponde a la apertura de la clase, la investigación concierne al desarrollo de la clase, solución e implementación y evaluación al cierra de la sesión de aprendizaje.

Para abordar el tema de la reflexión y formación de imágenes se planteó el Reto 1, detallado en la Tabla 13.

Tabla 13

RETO 1: "Espejito, espejito ¿Dónde está mi imagen?"

Elemento	Descripción
Pregunta central	¿Cómo se puede predecir donde se forma una imagen de un objeto según el tipo de espejo?
Contenidos	Reflexión de la luz, espejos planos y curvos, aumento lateral
Recursos	Espejos planos, cucharas metálicas, puntero láser de baja potencia, regla, o cartulina, o plastilina para los portes.
Tiempo estimado	1 hora clase

- *Lanzamiento:* presentación de un escenario, el diseño de un espejo retrovisor de seguridad o un espejo decorativo para ampliar los espacios y planteando la pregunta central del reto.
- *Investigación:* los equipos investigan las leyes de la reflexión y las propiedades de los espejos planos y cóncavos, trazan los rayos y resuelven ejercicios guiados con ecuaciones de espejos.
- *Solución:* diseño y construcción de un prototipo espejo de seguridad para un punto ciego o conjuntamente una caja de ilusión óptica, donde aplican el tipo de espejo correspondiente a la observación de los objetos planteados.

- *Implementación y evaluación:* presentación del material al curso y explicación del fundamento que se emplea y evaluación con rúbricas.

Para estudiar la refracción de la luz se planteó el Reto 2, detallado en la Tabla 14.

Tabla 14

RETO 2 "¿La luz se dobla?, lápiz quebrado"

Elemento	Descripción
Pregunta central	¿Por qué la luz cambia de dirección al pasar de un medio a otro?
Contenidos	Refracción de la luz, ángulo de reflexión, ley de Snell
Recursos	Recipientes transparentes, agua, aceite, soluciones de azúcar con diferentes concentraciones puntero laser, monedas, tabla de índices de refracción
Tiempo estimado	1 hora clase

- *Lanzamiento:* Se habla sobre el fenómeno clásico del lápiz quebrado al introducirlo en el agua y planteando la pregunta central.
- *Investigación:* Investigación dirigida mediante el estudio general de la ley de Snell y el concepto de índice de refracción, medición experimental de los ángulos de incidencia y refracción de líquido en diferentes líquidos de uso cotidiano que se encuentran en el medio ambiente o que se pueden obtener fácilmente: agua, aceite y alcohol.
- *Solución:* Cálculo experimental del índice de refracción de al menos dos líquidos habituales y elaboración de una tabla de comparación y que la ley de Snell.

- *Implementación y evaluación:* Exponer los resultados, confrontar los resultados obtenidos de la bibliografía y discusión de los errores experimentales. Evaluación mediante lista de cotejo.

Para abordar el tema relacionado con lentes convergentes y divergentes y formación se imágenes, se planteó el Reto 3. Tabla 15

Tabla 15

RETO 3: "Construyamos un telescopio casero"

Elemento	Descripción
Pregunta central	¿Cómo podemos combinar lentes para diseñar un instrumento óptico capaz de observar objetos lejanos?
Contenidos	Lentes convergentes y divergentes, ecuación fundamental de lentes delgadas, formación de imágenes, distancia focal, sistema de lentes combinadas.
Recursos	Lentes lupas o gafas, tubos de cartón o PVC, cinta adhesiva regla, calculadora
Tiempo estimado	1 hora clase

- *Lanzamiento:* Exposición de imágenes de la observación astronómica o terrestre, con telescopios reales, formulando el reto de construir un artefacto óptico propio de bajo coste y con los materiales a su alcance (el entorno).
- *Investigación:* grupos que investigan sobre el funcionamiento de las imágenes en lentes convergentes y divergentes como son el trazo de los rayos principales y la aplicación de las ecuaciones básicas de las lentes para determinar posiciones y distancias focales.

- *Solución:* construcción de un telescopio refractor elemento, medido experimentalmente en el aumento de los objetos.
- *Ejecución y evaluación:* realizar un contacto de prueba de la observación del artefacto óptico construido, justificación del diseño óptico que han realizado ante la clase e interpretación mediante rúbrica analítica.

Para conectar contenidos de reflexión, espejos y lentes se propuso el Reto4, detallado en la Tabla 16.

Tabla 16

RETO 4: "Energía solar y espejos"

Elemento	Descripción
Pregunta central	¿Cómo podemos aprovechar los principios de la reflexión y refracción para optimizar la captación de energía solar en un dispositivo?
Contenidos	Reflexión, refracción, espejos cóncavos y lentes convergentes
Recursos	Espejos cóncavos, lupas de diferentes distancias focales, termómetro, recipiente oscuro, cronómetro, materiales reciclados.
Tiempo estimado	1 hora clase

- *Lanzamiento*: Presentación de la problemática energética que atraviesa el entorno y de dispositivos reales de concentración solar y planteamiento de la pregunta central.
- *Investigación:* Investigación sobre los principios de la reflexión y refracción de la luz en retos previos, aplicados a la concentración de radiación solar, indagación sobre las superficies reflejantes y materiales absorbentes.

- *Solución*: Elaboración de un centro solar casero empleando espejos y superficies reflejantes, con variaciones de temperatura obtenida en un recipiente de prueba.
- *Implementación y evaluación*: Prueba de la eficiencia del dispositivo bajo condiciones de exposición solar concentradas.

Capítulo 5. Análisis de resultados

Antes de la intervención

La tabla 17 muestra los resultados de la prueba diagnóstica, en términos porcentuales. Los puntajes alcanzados por más de la mitad de los estudiantes de cada grupo (control y experimental) están en el rango de cuatro a siete puntos, el 62.07% en el grupo de control y el 53.58% en el grupo experimental. El 24.14% de los estudiantes del grupo control y el 39.28% del grupo experimental registraron puntajes superiores a siete puntos.

Los resultados de la prueba diagnóstica muestran que el mayor porcentaje de estudiantes tanto el grupo control como el grupo experimental registraron calificaciones inferiores a siete puntos, lo que implica escasos conocimientos previos para el aprendizaje de la óptica geométrica.

Tabla 17
Calificaciones de la evaluación inicial

Escala cuantitativa	Escala cualitativa	Grupo de control		Grupo experimental	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
$x \leq 4$	NAAR*	4	13.79%	2	7.14%
$4 < x < 7$	PARA**	18	62.07 %	15	53.58%
$7 \leq x < 9$	AAR***	7	24.14%	10	35.71%
$9 \leq x < 10$	DAR****	0	0%	1	3.57%
Total		29		28	

NAAR* No alcanza los aprendizajes requeridos PARA** Próximo a alcanza los aprendizajes requeridos AAR*** Alcanza los aprendizajes requeridos DAR**** Domina los alcanza los aprendizajes requeridos

En las tres dimensiones evaluadas: comprensión, resolución de problemas y análisis e interpretación, el mayor porcentaje de estudiantes (aproximadamente

el 50%) registra una y dos respuestas correctas, mientras que menos del 20% registró dos respuestas correctas o más. Tabla 18.

Tabla 18.
Distribución porcentual de respuestas correctas en las dimensiones de la prueba diagnóstica sobre óptica geométrica en los grupos control y experimental

Dimensión	Respuestas correctas	Grupo de control	Grupo experimental
Comprensión	$n \leq 1$	20%	20%
	$1 < n \leq 2$	70%	60%
	$2 < n \leq 3$	10%	20%
Resolución de problemas	$n \leq 1$	40%	30%
	$1 < n \leq 2$	48%	59%
	$2 < n \leq 3$	12%	11%
Análisis e interpretación	$n \leq 1$	45%	40%
	$1 < n \leq 2$	50%	47%
	$2 < n \leq 3$	5%	8%
	$3 < n \leq 4$	0%	5%

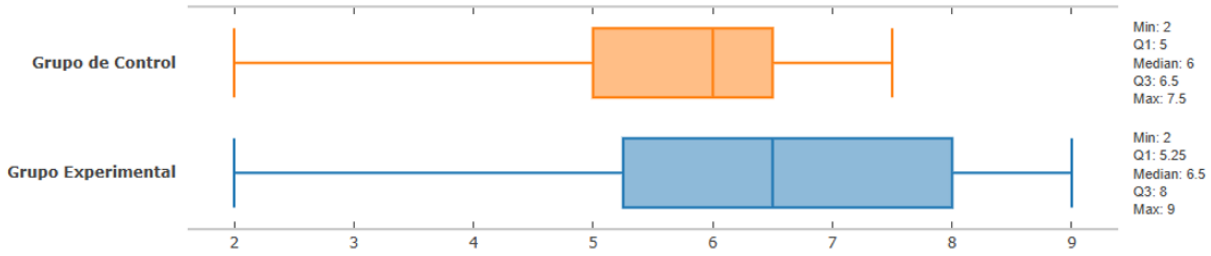
El grupo de control registró una media de 5.62 puntos sobre 10, es decir en promedio el grupo no alcanza los aprendizajes requeridos. Una desviación estándar (DE=1.50) indica una dispersión apreciable de las calificaciones respecto a la media y un coeficiente de variación (CV = 26.76%) indica una variabilidad relativa moderada, lo que sugiere cierta heterogeneidad en las calificaciones obtenidas en la prueba diagnóstica.

Por su parte, el grupo experimental registró una media de 6.38 puntos sobre 10, en promedio tampoco este grupo alcanza los aprendizajes requeridos. Una desviación estándar (DE=1.70) refleja una dispersión moderada de las calificaciones respecto a la media. Un coeficiente de variación (CV = 26.71%)

indica una variabilidad relativa moderada, lo que evidencia cierta heterogeneidad en las calificaciones de los estudiantes del grupo experimental.

La Figura 1 ilustra los resultados obtenidos en la evaluación inicial en los grupos de control y experimental. Se observa que la distribución del grupo experimental se inclina ligeramente hacia valores superiores respecto al grupo control, la mediana es ligeramente superior a la del grupo control. Asimismo, este grupo presenta una mayor dispersión en el 50 % superior de los datos, reflejada en una mayor distancia entre la mediana y el tercer cuartil. Ambos grupos comparten el mismo valor mínimo y presentan rangos similares.

Figura 1.
Resultados de la prueba diagnóstica por grupo



Ya que los datos del grupo control no cumplían el supuesto de normalidad (RJ=0.944; p= 0.963), tal como tampoco cumplían los datos del grupo experimental (RJ=0.962; p=0.962), para determinar si la diferencia existente entre las medias de esos dos grupos era estadísticamente significativa se empleó la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. Los resultados evidenciaron que las diferencias de los rendimientos obtenidos en la prueba diagnóstica en los dos grupos no eran estadísticamente significativas (z=-1.923;

p=0.054 al nivel de significación de 0.05). Por tanto, pese a que el grupo experimental obtuvo una calificación media de 6.38 puntos sobre 10, superior en 0.76 puntos a la media de 5.62, los grupos son comparables.

Resultados después de la intervención

Se puede observar que en promedio los dos grupos no alcanzaron los aprendizajes esperados para avanzar en los contenidos de la reflexión y refracción de la luz. No obstante, a raíz de la intervención didáctica los dos grupos muestran una ganancia en su rendimiento, se puede evidenciar que en el grupo de control también mejoró, pero el grupo experimental llegó a calificaciones más altas. Ver Tabla 19. En el grupo de control el 62.07 estudiantes registraron calificaciones mayores a siete, frente al 82.14% estudiantes del grupo experimental.

Tabla 19.*Calificaciones de la evaluación final*

Escala cuantitativa	Escala cualitativa	Grupo de control		Grupo experimental	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
$x \leq 4$	NAAR*	1	3.45%	0	0%
$4 < x < 7$	PARA**	10	34.48%	5	17.86%
$7 \leq x < 9$	AAR***	14	48.28%	15	53.57%
$9 \leq x < 10$	DAR****	4	13.79%	8	28.57%
Total		29		28	

NAAR* No alcanza los aprendizajes requeridos PARA** Próximo a alcanza los aprendizajes requeridos AAR*** Alcanza los aprendizajes requeridos DAR**** Domina los alcanza los aprendizajes requeridos

En cuanto a las tres dimensiones evaluadas, los resultados mostraron una evolución favorable en la distribución de respuestas en los dos grupos. Sin embargo, la mejora es mayor en el grupo experimental. Así en la dimensión comprensión, el porcentaje de estudiantes con una o ninguna respuesta correcta

disminuyó del 20 % al 3 %, mientras que aquellos que superaron las dos respuestas correctas aumentaron del 20 % al 26%. En la resolución de problemas, el porcentaje de estudiantes ubicados en el nivel más bajo pasó de un 30% a un 13% mientras que el grupo que alcanzó más de dos respuestas correctas pasó del 11% al 19%. La variación más evidente corresponde a la dimensión análisis e interpretación, en la que el grupo experimental incrementó del 5% al 23% al número de estudiantes que alcanzaron entre tres y cuatro respuestas correctas y pasó del 40% al 21% en el número de estudiantes que alcanzaron una o ninguna respuesta correcta. Ver Tabla 20.

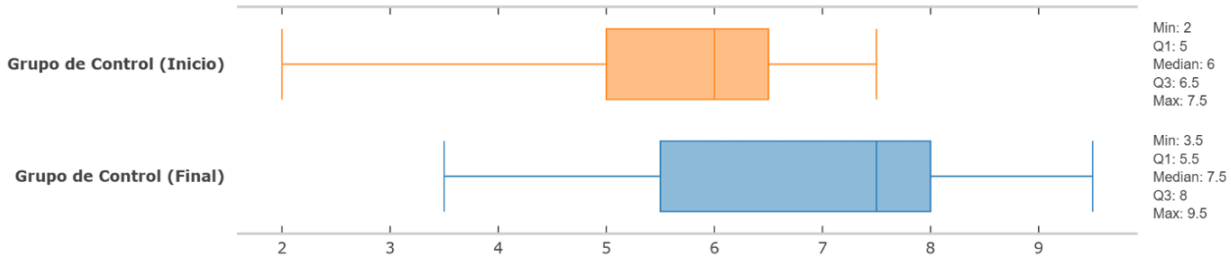
Tabla 20. *Distribución porcentual de respuestas correctas en las dimensiones de la prueba de evaluación sobre óptica geométrica en los grupos control y experimental*

Dimensión	Respuestas correctas	Grupo de control		Grupo experimental	
		Fase inicial	Fase final	Fase inicial	Fase final
Comprensión	$n \leq 1$	20%	9%	20%	3%
	$1 < n \leq 2$	70%	79%	60%	71%
	$2 < n \leq 3$	10%	12%	20%	26%
Resolución de problemas	$n \leq 1$	40%	29%	30%	13%
	$1 < n \leq 2$	48%	57%	59%	68%
	$2 < n \leq 3$	12%	14%	11%	19%
Análisis e interpretación	$n \leq 1$	45%	18%	40%	21%
	$1 < n \leq 2$	50%	50%	47%	34%
	$2 < n \leq 3$	5%	19%	8%	22%
	$3 < n \leq 4$	0%	13%	5%	23%

La Figura 2, permite visualizar la variación del rendimiento académico en el grupo control antes y después de la intervención didáctica. El grupo de control registró un incremento de la mediana de 6.0 a 7.5 y del primer cuartil 5.0 a 5.5 lo que indica una mejora, también el valor mínimo paso de 2 a 3.5 representa un

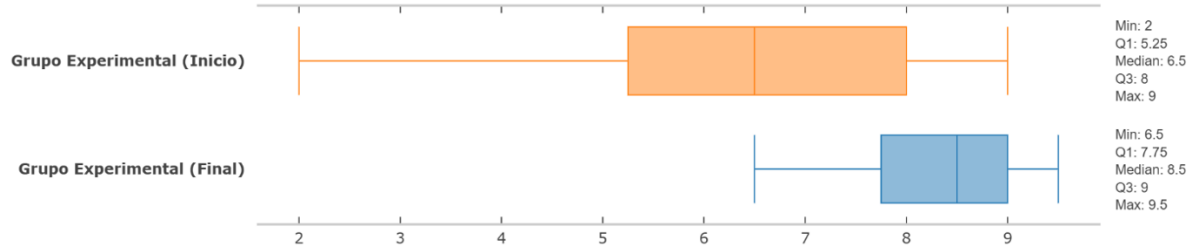
mínimo más alto después de la intervención didáctica, pero la persistencia del primer cuartil bajo confirma que existen estudiantes que continúan rezagados después del proceso de enseñanza aprendizaje.

Figura 2.
Comparación del grupo control entre sus fases



La Figura 3, ilustra la variación del rendimiento académico del grupo experimental antes y después de la intervención didáctica. La mediana pasó de 6.5 a 8.5, además se observa puntajes más homogéneos.

Figura 3.
Comparación del grupo experimental entre sus fases



La comparación intragrupos pone de manifiesto que ambos grupos mejoraron con las dos metodologías de enseñanza desarrolladas, pero el grupo experimental mostró un patrón de cambio más robusto, alcanzado mayor promedio y calificaciones más homogéneas.

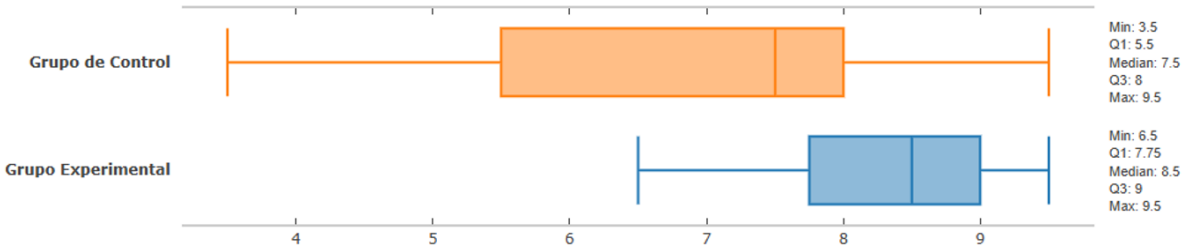
En la evaluación posterior a la intervención didáctica, el grupo control reportó una media de 7.09 valor que indica cierta mejora respecto a la evaluación diagnóstica. La desviación estándar (DE =1.55) y el coeficiente de variación (CV=21.92%) revelan una dispersión menor de las calificaciones respecto a la fase diagnóstica. Un puntaje mínimo de 3.50 y un primer cuartil de 5.50, indican la presencia de 25% de estudiantes con rendimientos bajos. El máximo puntaje registrado fue de 9.50.

Por su parte, luego de la intervención el grupo experimental reportó una media de 8.13, lo que evidencia una mejora importante comparada con la media de la prueba diagnóstica. Además, se reportó una reducción en la desviación estándar (DE=0.91) y en su coeficiente de variación (CV= 11.19%), evidencia que la intervención didáctica elevó el rendimiento de los estudiantes y homogeneizó las calificaciones del grupo, lo que significa una reducción de algunas brechas de aprendizaje entre estudiantes. El valor mínimo alcanzado fue de 6. 5 y el valor máximo de 9.50.

La Figura 4, evidencia las diferencias de las calificaciones entre ambos grupos tras la intervención didáctica, representa gráficamente los resultados de la evaluación final en los grupos control y experimental. En el diagrama, la casilla que contiene al grupo experimental queda posicionada a la derecha con respecto al grupo control, observándose que las calificaciones del grupo experimental

también superan a las calificaciones del grupo control, a su vez también se puede ver que la variabilidad de las calificaciones para el grupo experimental es menor.

Figura 4.
Evaluación final comparativa entre grupos



Ya que los datos del grupo control no cumplieron el supuesto de normalidad (RJ = 0.972; p = 0.963) al igual que los datos del grupo experimental (RJ = 0.937; p = 0.962), para determinar si la diferencia de calificaciones entre los grupos es estadísticamente significativa, se empleó la prueba U de Mann–Whitney para muestras independientes. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de ambos grupos ($z = -2.77$; $p = 0.00548$ al nivel de significancia de 0.05)

El grupo experimental después de la intervención reportó una calificación media de 8.13, superior en 1.04 puntos a la calificación media de 7.09 reportada por el grupo control.

Limitaciones de la investigación

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron algunas situaciones que limitaron la ejecución de la propuesta didáctica. En primer lugar, el carácter voluntario de la participación de los estudiantes implicó diferencias en su nivel de compromiso con el cumplimiento de los retos. En concreto, se presentó una disponibilidad desigual respecto a los materiales que se requerían para la puesta en marcha de los retos; algunos estudiantes los llevaron a las clases, otros lo llevaron de forma parcial y otros simplemente no los llevaron; esto generó importantes dificultades para mantener el ritmo de trabajo planificado y, por ende, del desarrollo de las actividades experimentales.

Como medida de contingencia, algunas actividades los estudiantes las desarrollaron autónomamente y fuera de la jornada de clases, con el objetivo de poder realizar los retos planteados y completar la intervención. Sin embargo, esta situación constituyó una limitación, debido a que las actividades extracurriculares podían estar condicionadas por diversos factores como la disponibilidad de tiempo y las posibilidades de participación de los estudiantes.

En segundo lugar, otra limitación estuvo relacionada con la carga horaria destinada a la asignatura de Física, que correspondía a dos horas semanales. Este tiempo resultó reducido para desarrollar el ABR que requiere momentos de contextualización del reto, investigación, experimentación, trabajo colaborativo, construcción de soluciones y evaluación.

Finalmente, al tratarse de un estudio cuasiexperimental desarrollado con grupos intactos, no fue posible realizar una asignación aleatoria individual de los estudiantes a los grupos control y experimental. Esta circunstancia constituye un obstáculo para la generalización de los resultados y además requiere que se interpreten los resultados desde las características del grupo de participantes y del contexto en el que se llevó a cabo la investigación.

Conclusiones

Previo a la intervención didáctica ambos grupos presentan conocimientos previos similares sobre la óptica geométrica, en los contenidos de reflexión y refracción de la luz. Esta condición se comprobó mediante al uso de la prueba U Mann de Whitney para muestras independientes, la cual mostró que no había diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento del grupo experimental y grupo control. Por tanto, ambos grupos parten de un nivel de conocimiento similar lo que garantiza la validez de la comparación después de la intervención. La evaluación diagnóstica mostró que la mayoría de los estudiantes se ubica en un nivel de próximo alcanzar los aprendizajes requeridos.

Se implementó la propuesta didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Retos, orientada a mejorar el aprendizaje y en consecuencia el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental. La propuesta implementada permitió a sus estudiantes resolver situaciones con problemas de contenido real en torno a la óptica geométrica, relacionados con la reflexión y refracción de la luz, con el incentivo del trabajo en colaboración para la construcción de un conocimiento significativo.

Post intervención, mediante la prueba U Mann de Whitney para muestras independientes, se halló una diferencia estadísticamente significativa, en el rendimiento académico entre los dos grupos, manifestando que los estudiantes

que participaron en la propuesta del ABR, lograron un mayor rendimiento en óptica geométrica que los que recibieron enseñanza convencional.

Este hallazgo muestra que el aprendizaje basado en retos contribuye a mejorar el rendimiento académico en el aprendizaje de óptica, eleva el desempeño promedio y homogeneiza el aprendizaje entre los estudiantes, las brechas individuales en el aprendizaje de la óptica geométrica.

La mejora fue especialmente notable en la dimensión de análisis e interpretación, en la que aumentó considerablemente la proporción de estudiantes con tres o cuatro respuestas correctas y disminuyó aquella ubicada en el nivel más bajo. Asimismo, se observaron progresos en comprensión y resolución de problemas, aunque de menor magnitud. Estos resultados sugieren que la intervención didáctica contribuyó favorablemente al desarrollo de los aprendizajes de óptica geométrica evaluados en el grupo experimental, superando la evolución observada en el grupo control.

Recomendaciones

Se recomienda que futuras investigaciones repliquen este estudio cuasi experimental con un número mayor de participantes en distintos establecimientos educativos fiscales, particulares, municipales y particulares, también aplicar en distintas zonas geográficas, rurales o urbanas. Con la finalidad de aumentar la validez de los hallazgos y verificar que el Aprendizaje Basado en Retos se mantiene en contextos socioeducativos rurales.

Institucionalizar el Aprendizaje Basado en Retos en la enseñanza de las diferentes asignaturas, se recomienda a las autoridades académicas de la institución incorporar esta metodología en la planificación curricular en el área de física y otras asignaturas.

Capacitar a los docentes en el diseño e implementación del Aprendizaje Basado en Retos, desarrollando programas de formación continua para los docentes del área de las ciencias experimentales, de manera que esta metodología no dependa sólo de la experiencia individual del docente y llegue a todos los docentes de las unidades educativas.

En futuras investigaciones incorporar rúbricas de evaluación complementarias de manera que se pueda valorar de forma más integral el impacto sobre el Aprendizaje Basado en Retos sobre el desarrollo del pensamiento científico.

Referencias

Cabrera, R., & Carrión, A. (2023). Desempeño en Física de estudiantes de bachillerato en Ecuador: Ser bachiller, 2020-2022. *Educación, Arte, Comunicación: Revista Académica e Investigativa*, *12*(2), 62–76. https://doi.org/10.54753/eac.v12i2.1983

Calzada, M. P. T., & Antonio, V. V. (2024). Effects of the Technology-Enhanced Lessons in Optics (TELO) on the Academic Performance of Grade 10 Students. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, *5*(8), 3039–3049. https://doi.org/10.11594/ijmaber.05.08.09

Castillo, G., Chalacán, J., Villalta, J., & Jiménez, S. (2023). Aprendizaje basado en retos como metodología para mejorar la compresión lectora en estudiantes de básica media. *REVISTA SOCIAL FRONTERIZA*, *3(1)*, 75–96.

Chaguay, M., Loor, M., & Loor, J. (2025). *El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) como metodología para el desarrollo de competencias del siglo XXI en estudiantes de Bachillerato.* https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(5)e917

Changoluisa, W., & Pastrano, E. V. (2024). Aprendizaje basado en problemas y su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. Unidad Educativa Federación Deportiva de Cotopaxi periodo 2023-2024. *Maestro y Sociedad*, *21*, 685–695.

Chonillo, L., Heredia, D., Chayña, J., Ramos, Z., & Sánchez, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista Innova Educación*, *6*(1), 71–88. https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005

Cuyo, M. (2024). El constructivismo y las tecnologías para favorecer la enseñanza aprendizaje de la matemática en el Bachillerato. *Revista Simón Rodríguez*, *4*(8), 49–61. https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.4i8.33

De La Cruz, P., Poquis, E., Valle, R., Castañeda, M., & Sánchez, K. (2022). Aprendizaje basado en retos en la educación superior: Una revisión bibliográfica. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, *6*(25), 1409–1421. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.422

Delgado, F. (2023). *Metodologías innovadoras para la enseñanza de la Física en los estudiantes de bachillerato*. https://orcid.org/0000-0002-4736-929X

Doulougeri, K., Vermunt, J. D., Bombaerts, G., & Bots, M. (2024). Challenge-based learning implementation in engineering education: A systematic literature review. In *Journal of Engineering Education* (Vol. 113, Number 4, pp. 1076–1106). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1002/jee.20588

Edel, R. (2003). *EL RENDIMIENTO ACADÉMICO: CONCEPTO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO* (Vol. 1, Number 2). http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n2/Edel.pdf

Edu Trends. (2015). *Aprendizaje Basado en Retos*. http://bit.ly/ObservatorioGPlus

Escobar, J., & Cuervo, Á. (2008). *VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS: UNA APROXIMACIÓN A SU UTILIZACIÓN* (Vol. 6).

Favale, F., & Bondani, M. (2013). *Misconceptions about optics: an effect of misleading explanations?* https://opg.optica.org/abstract.cfm?uri=ETOP-2013-EThI4

Gallagher, S. E., & Savage, T. (2020). Challenge-based learning in higher education: an exploratory literature review. *Teaching in Higher Education*, *28*(6), 1135–1157. https://doi.org/10.1080/13562517.2020.1863354

González, J., Corrales, G., & Morquecho Sánchez, R. (2023). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 3922–3938. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4708

Gras, A., Becerra, C., Reyes, A., García, J., & Forero, M. (2014). Evidencias para la renovación de la enseñanza universitaria de Física Una aplicación de la estrategia REUBE. In *Periles Educativos |: XXXVI*.

Herindra, R., Widodo, A., & Rusyati, L. (2024). *Diagnosis of Students' Conception on Light and Optic Topics with Four-Tier Test* (pp. 177–190). https://doi.org/10.2991/978-2-38476-283-5_18

Hernández, M. (2026). *APRENDIZAJE BASADO EN RETOS (ABR) COMO BASE DEL EMPRENDIMIENTO EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA*. 352–361. https://doi.org/10.56219/se.v26iExtraordinaria%20N°%201.5082

Hernández, R. (2011). *Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas*.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *metodologia_de_la_investigacion_-_hernandez_sampieri_-_6ta*. *6*.

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2024). *POLÍTICAS TRANSFORMADORAS: hacia el nuevo Ecuador, desde la evaluación educativa*. www.evaluacion.gob.ec

Iparraguirre, L. (2007). *UNA PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE UN TEMA DE FÍSICA* (HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS, Tran.; Vol. 25, Number 3).

López, Luis., Agüero, María., & Jiménez, E. (2021). Effect of challenge-based learning on academic performance rates in communication degree programs at the European University of Madrid. *Formacion Universitaria*, *14*(5), 65–74. https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000500065

Maldonado, N., & Santoyo, F. (2024). Validez de contenido por juicio de expertos: Integración cuantitativa y cualitativa en la construcción de instrumentos de medición. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, *17*(2). https://doi.org/10.1344/reire.46238

Mešić, V., Neumann, K., Aviani, I., Hasović, E., Boone, W. J., Erceg, N., Grubelnik, V., Sušac, A., Glamočić, D. S., Karuza, M., Vidak, A., AlihodŽić, A., & Repnik, R. (2019). Measuring students' conceptual understanding of wave optics: A Rasch modeling approach. *Physical Review Physics Education Research*, *15*(1). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010115

Nichols, M., Cator, K., & Torres, M. (2016). *Challenge Based Learner User Guide*.

OECD. (2016). *Innovating Education and Educating for Innovation*. OECD. https://doi.org/10.1787/9789264265097-en

Otero, M. R., & Arlego, M. F. (2023). Teaching and Learning Optics in High School: From Fermat to Feynman. *Education Sciences*, *13*(5). https://doi.org/10.3390/educsci13050503

Pinos, L., Herrera, W., Toapanta, M., & Peña Ortiz, G. P. (2024). El Impacto del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el Desarrollo del Pensamiento Matemático Crítico en Estudiantes de Educación Básica. *Ciencia Latina*

Revista Científica Multidisciplinar, *8*(5), 1035–1065. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13482

Planinic, M., Jelicic, K., Matejak Cvenic, K., Susac, A., & Ivanjek, L. (2024). Effect of an inquiry-based teaching sequence on secondary school students' understanding of wave optics. *Physical Review Physics Education Research*, *20*(1). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010156

Portero, F. B., & Medina, R. P. (2025). *Estudio teórico sobre Metodologías Activas en la educación básica*. https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n01p06

Quintanal, F. (2022). Problem based learning for Physics and Chemistry of High school. A case study. *Revista Eureka*, *20*(2). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i2.2201

Reglamento General a la ley Orgánica de Educación Intercultural. (2023).

Sailema, T., Lucero, M., Aguirre, M. B., & Escobar Escobar, M. C. (2023). Metodologías activas para la enseñanza aprendizaje de física en el bachillerato. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 9446–9477. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5069

Sinche Villa, D. A. (2023). *Universidad Nacional de Loja Facultad de la Educación, el Arte y la Comunicación*.

Sucari, W., Sucari, H., Calsin, M., Mamani, J., Choque, C., & Gil, I. (2024). Paradigmas y métodos de la investigación científica. In *Paradigmas y métodos de la investigación científica*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudip.013

UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/CGBA9153

Vivanco, J., León, F., & Vivanco, C. (2025). *EXPERIMENTACIÓN DE FENÓMENOS FÍSICOS Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO*. *6*, 92–108. https://orcid.org/0009-0001-9510-9150[2]ORCIDID:https://orcid.org/0000-0002-9405-1794[2]ORCIDID:https://orcid.org/0000-0003-4522

Anexos

Anexo 1

Cuestionario inicial: Evaluación de conocimientos previos

Apreciado estudiante, le invito a responder el siguiente cuestionario, cuyo propósito es:

> Determinar el nivel de comprensión, resolución de problemas e interpretación y análisis de los estudiantes de segundo año de bachillerato, previo el estudio de la reflexión y la refracción de la luz, usando contextos cotidianos y los conceptos de línea normal (perpendicular) y ángulos.

Sus respuestas serán de gran importancia para fines académicos e investigativos, la participación es voluntaria y anónima en ningún momento se utilizarán sus datos personales. Las calificaciones obtenidas serán consideradas como parte de su rendimiento

Agradezco tu participación

Nombre: ……

Instrucciones: Lea atentamente cada pregunta y responda en base a su experiencia y/o los conocimientos que disponga. Marque una sola opción de respuesta, muestre el procedimiento con fórmulas y unidades. Trabaje de forma individual

Comprensión

Responde las siguientes interrogantes en base a tus vivencias, a lo que conoces o supones.

1. Cuando te miras en un espejo, puedes ver tu imagen porque:

A) La luz atraviesa el espejo y regresa
B) La luz rebota en el espejo hacia tus ojos
C) El espejo produce luz propia
D) Tus ojos envían luz al espejo

2. Cuando introduces una cuchara en un vaso con agua, parece “doblada” porque:

A) El agua deforma físicamente la cuchara
B) La luz cambia de dirección al pasar del aire al agua
C) El vidrio del vaso actúa como espejo
D) La cuchara se mueve dentro del agua

3. ¿Por qué puedes ver objetos que no emiten luz propia, como una mesa?

A) Porque tus ojos iluminan los objetos
B) Porque la luz rebota en los objetos y llega a tus ojos
C) Porque los objetos absorben toda la luz
D) Porque el aire produce luz

Resolución de problemas

4. Una pelota rebota contra una pared vertical. La trayectoria de llegada forma un ángulo de 35° con una línea perpendicular a la pared. Si el rebote es simétrico respecto a esa línea, ¿con qué ángulo se aleja la pelota respecto a la misma línea perpendicular? Incluya el gráfico correspondiente.

A) 35°
B) 55°
C) 70°
D) 90°

5. Una rampa forma un ángulo de 25° con el suelo. Si se traza una línea perpendicular al suelo en el punto de contacto, ¿qué ángulo forma la rampa con esa línea perpendicular? Incluya la gráfica y el proceso de solución.

A) 25°
B) 65°
C) 90°
D) 115°

6. Un automóvil se desplaza a una velocidad constante de $72\frac{km}{h}$. ¿Cuál es su velocidad en metros por segundo $\left(\frac{m}{s}\right)$? Incluya el procedimiento.

A) $10\frac{m}{s}$
B) $20\frac{m}{s}$
C) $25\frac{m}{s}$
D) $30\frac{m}{s}$

Análisis e interpretación

7. Teniendo en cuenta que: Cuando un objeto se mueve con velocidad constante, la fuerza total que actúa sobre él es cero. Esto significa que la fuerza aplicada se equilibra con otras fuerzas, como la fricción. Si dos estudiantes empujan cajas idénticas sobre el mismo tipo de piso y el estudiante A aplica más fuerza que el estudiante B, pero ambas cajas se mueven con la misma velocidad constante. ¿Cuál es la mejor interpretación de la situación?

A) La caja de A tiene mayor masa
B) Sobre la caja de A actúa mayor fricción
C) La caja de B no tiene fricción
D) La fuerza no influye en el movimiento

8. En ausencia de aire, todos los objetos caen con la misma aceleración. Sin embargo, la resistencia del aire afecta más a los objetos con mayor superficie en relación con su masa, disminuyendo su velocidad de caída. Si se dejan caer simultáneamente una pelota de metal y una hoja de papel desde la misma altura ¿Cuál es la mejor interpretación de lo que se observa en la vida cotidiana?

A) La pelota cae más rápido porque tiene mayor masa
B) La hoja cae más lento debido a la resistencia del aire
C) Ambos objetos siempre caen exactamente iguales
D) La hoja cae más rápido porque es más liviana

9. Un objeto en movimiento tiende a continuar moviéndose si no actúan fuerzas que lo detengan. Sin embargo, en la vida real, fuerzas como la fricción con el suelo y el aire reducen su velocidad. Si un automóvil viaja a velocidad constante en línea recta y de repente, el conductor deja de acelerar, pero el auto sigue moviéndose por un tiempo antes de detenerse. ¿Cuál es la mejor interpretación de lo que ocurre?

A) El auto se mueve porque aún hay una fuerza hacia adelante
B) El movimiento continúa por inercia, pero fuerzas como la fricción lo detienen
C) El auto se detiene inmediatamente al dejar de acelerar
D) La velocidad aumenta al dejar de acelerar

Anexo 2.

Cuestionario de evaluación final

Apreciado estudiante, le invito a responder el siguiente cuestionario, cuyo propósito es:

> Determinar el nivel de comprensión, resolución de problemas e interpretación y análisis de los estudiantes de segundo año de bachillerato durante el estudio de la reflexión y la refracción de la luz.

Sus respuestas serán de gran importancia para fines académicos e investigativos, la participación es voluntaria y anónima en ningún momento se utilizarán sus datos personales. Las calificaciones obtenidas serán consideradas como parte de su rendimiento

Agradezco tu participación

Nombre: ……

Instrucciones: Lea atentamente cada pregunta y responda en base a su experiencia y/o los conocimientos que disponga. Marque una sola opción de respuesta, muestre el procedimiento con fórmulas y unidades. Trabaje de forma individual

Comprensión

1. En un laboratorio de física, un estudiante observa un lápiz parcialmente sumergido en un recipiente con agua. Al mirarlo desde el costado percibe que el lápiz presenta una discontinuidad o “quiebre” en la zona donde entra en contacto con el agua, ¿Por qué se produce la aparente discontinuidad de lápiz al estar sumergido parcialmente en el agua?

A) El líquido altera la estructura física del lápiz al entrar en contacto con él
B) La luz experimenta un cambio en su dirección al pasar entre medios con diferentes propiedades ópticas, generando una imagen aparentemente desplazada
C) El recipiente produce una reflexión total que modifica la posición real del objeto
D) El objeto se deforma debido a la presión que ejerce el líquido

2. Al observar un pez dentro de una pecera desde afuera, éste parece estar en una posición más superficial de lo que realmente está. ¿A qué se debe esta distorsión visual?

A) A que la luz rebota en la superficie del agua antes de llegar a nuestros ojos.
B) A que la rapidez de la luz cambia al pasar del agua al aire, desviando su trayectoria.
C) A que el vidrio de la pecera absorbe parte de la energía luminosa.
D) A que el índice de refracción del agua es menor que el del aire.

3. Un rayo de luz viaja por el aire y entra en un bloque de material transparente. Se observa que, al entrar, el rayo se acerca significativamente a la línea normal. ¿Qué se puede concluir sobre este material?

A) Que la luz viaja más rápido en el material que en el aire.
B) Que el material tiene un índice de refracción menor que el del aire.
C) Que el material es ópticamente más denso que el aire, reduciendo la velocidad de la luz.
D) Que el ángulo de incidencia fue de 0° respecto a la normal.

Resolución de problemas

4. Un rayo de luz viaja por un material desconocido a una velocidad de $2.25\ x\ 10^8 \frac{m}{s}$ e incide con un ángulo de 45° hacia una capa de agua ($n_{agua} = 1.33$). *(Dato: La velocidad de la luz en el vacío es* $c = 3\ x\ 10^8 \frac{m}{s}$*).* ¿Cuál es el valor aproximado del ángulo de refracción dentro del agua? Incluya el procedimiento.

A) 32.1°
B) 41.5°
C) 48.6°
D) 53.2°

5. Dos espejos planos están colocados de forma vertical formando un ángulo de 90° entre sí (en forma de "L"). Un rayo de luz incide sobre el primer espejo con un ángulo de 40° respecto a la normal. El rayo se refleja, viaja hacia el segundo espejo y se refleja nuevamente. ¿Con qué ángulo saldrá el rayo del segundo espejo con respecto a la normal de esa segunda superficie? Incluya el procedimiento.

A) 40°
B) 50°
C) 80°
D) 90°

6. Durante una práctica de laboratorio en una institución educativa de Saquisilí, un estudiante investiga el fenómeno de la refracción de la luz al observar un lápiz parcialmente sumergido en un recipiente con agua. Para modelar el fenómeno, considera un rayo de luz que pasa del aire hacia el agua, incidiendo con un ángulo de 30° respecto a la normal a la superficie. Sabiendo que el índice de refracción del aire es $n = 1$ y el del agua es $n = 1{,}33$, determina el ángulo de refracción del rayo al ingresar al agua. Incluya el procedimiento.

A) 22°
B) 30°
C) 41°
D) 60°

Análisis e Interpretación

7. Al conducir por una avenida, un estudiante observa que en el espejo lateral de un automóvil los objetos se perciben más pequeños y abarcan un mayor campo visual. Este tipo de espejo incluye la advertencia: “Los objetos en el espejo están más cerca de lo que parecen”. A partir del modelo de rayos en óptica geométrica, ¿cuál es la explicación más adecuada de este fenómeno?

A) El espejo es plano y forma imágenes virtuales del mismo tamaño, sin alterar la percepción de distancia
B) El espejo es cóncavo y forma imágenes reales invertidas cuando los objetos están cercanos
C) El espejo es convexo y forma imágenes virtuales, derechas y reducidas, ampliando el campo visual
D) El espejo es convexo y forma imágenes reales que aumentan el tamaño de los objetos

8. Durante una actividad experimental, un estudiante utiliza una lupa para observar un insecto. Al colocar el objeto entre la lente y su foco, observa que la imagen es más grande, derecha y aparentemente ubicada en el mismo lado del objeto. Según el modelo de formación de imágenes en lentes, ¿cuál es la interpretación correcta?

A) La lupa funciona como un espejo cóncavo que forma imágenes reales e invertidas
B) La lupa es una lente convergente que, cuando el objeto está dentro de la distancia focal, produce una imagen virtual, derecha y aumentada
C) La lupa es una lente divergente que siempre produce imágenes reales de mayor tamaño
D) La lupa actúa como un espejo plano, reflejando la imagen sin modificar sus características

9. En un laboratorio de física, un estudiante hace incidir un haz de luz blanca sobre un prisma de vidrio y observa que al salir del prisma la luz se separa en diferentes colores, formando un espectro visible. A partir del modelo ondulatorio de la luz y el índice de refracción, ¿cuál es la mejor interpretación de este fenómeno?

A) La reflexión interna del prisma provoca la separación de colores según su intensidad
B) La dispersión de la luz ocurre porque cada longitud de onda se refracta con un ángulo diferente debido a la variación del índice de refracción
C) La absorción selectiva del vidrio elimina ciertos colores de la luz incidente
D) La difracción de la luz al atravesar el prisma separa los colores según su frecuencia

Anexo 3. Validación de los instrumentos de investigación

Validez de contenido por juicio de expertos

Información del juez experto

Solicito gentilmente completar la siguiente información correspondiente a sus datos personales, la cual es necesaria para registrar formalmente su participación académica en el proceso de validación. Agradecemos profundamente su tiempo, experiencia profesional y aportes, los cuales contribuirán significativamente al rigor científico y calidad del presente estudio.

Nombres y apellidos	[redacted]
Número de identidad	[redacted]
Edad (en años cumplidos)	[redacted]
Área de experiencia	[redacted]
Años de experiencia	[redacted]
Máximo grado académico alcanzado	[redacted]
Institución en la que labora	[redacted]
Cargo	[redacted]
ORCID (en caso de tenerlo)	[redacted]
Firma	
Fecha	[redacted]

Título de la investigación: Relación entre el Aprendizaje Basado en Retos y el rendimiento académico en óptica. Segundo de Bachillerato

Validación de contenido por jueces expertos. Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008) sugieren cuatro criterios para emitir las opiniones: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. La descripción de cada uno de estos criterios, así como la escala de valoración se detalla en la *Tabla 1*.

Tabla 1

Criterios para hacer la evaluación por juicio de expertos de un instrumento de medición

Criterio	Puntaje asignado	Indicador
Suficiencia: contiene la cantidad necesaria de ítems por dimensión para su completa evaluación.	1.	Los ítems no son suficientes para representar adecuadamente la dimensión.
	2.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3.	Se requiere incrementar el número de ítems para evaluar todos los aspectos de la dimensión.
	4.	El número de ítems es adecuado y suficiente para medir todos los elementos de la dimensión del constructo.
Claridad: el ítem se comprende fácilmente, debido a la adecuación de su estructura y contenido para la población objetivo.	1.	El ítem no es claro.
	2.	El ítem requiere modificaciones en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o bien, por la ordenación de estas.
	3.	Se requiere modificaciones específicas en algunos de los términos del ítem (es recomendable escribir las recomendaciones específicas en la rúbrica diseñada para la evaluación del instrumento).
	4.	El ítem se comprende fácilmente, su estructura y contenido son adecuados para la población objetivo
Coherencia: el ítem refleja coherencia conceptual respecto a la dimensión al cual se asocia dentro del constructo	1.	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2.	El ítem tiene una relación débil con la dimensión.
	3.	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4.	El ítem tiene una relación conceptual fuerte y congruente con la dimensión que busca representar.
Relevancia: el ítem aporta información relevante sobre un aspecto necesario de la dimensión que se pretende medir, por lo que debe mantenerse en la versión final del instrumento	1.	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2.	El ítem tiene poca relevancia para la dimensión, de modo que su contenido podría estar ya cubierto en otro ítem
	3.	El ítem tiene relevancia moderada en relación con la representatividad de la dimensión
	4.	El ítem contiene elementos altamente relevantes para representar adecuadamente la dimensión

Fuente: Adaptado de Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008).

Cuestionario inicial: Evaluación de conocimiento previos

Objetivo del cuestionario: Determinar el nivel de comprensión, resolución de problemas e interpretación y análisis de los estudiantes de segundo año de bachillerato, previo al estudio de la reflexión y la refracción de la luz, usando contextos cotidianos y los conceptos de línea normal (perpendicular) y ángulos.

Tabla 2

Rúbrica para realizar el procedimiento de validez de contenido por juicio de expertos ***Evaluación Inicial***

Dimensión que mide el ítem	No. Ítem	Califique cada ítem del 1 al 4, de acuerdo con la descripción de la Tabla 1				Observaciones	Suma por cada ítem
		Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Claridad	(Escriba libremente sus observaciones al ítem)	
Comprensión	**1. Cuando te miras en un espejo, puedes ver tu imagen porque:** A) La luz atraviesa el espejo y regresa B) La luz rebota en el espejo hacia tus ojos C) El espejo produce luz propia D) Tus ojos envían luz al espejo	4	4	4	4		16
	2. Cuando introduces una cuchara en un vaso con agua, parece "doblada" porque: A) El agua deforma físicamente la cuchara B) La luz cambia de dirección al pasar del aire al agua C) El vidrio del vaso actúa como espejo D) La cuchara se mueve dentro del agua	4	4	4	4		16
	3. ¿Por qué puedes ver objetos que no emiten luz propia, como una mesa? A) Porque tus ojos iluminan los objetos B) Porque la luz rebota en los objetos y llega a tus ojos C) Porque los objetos absorben toda la luz D) Porque el aire produce luz	4	4	4	4		16

	4. Una pelota rebota contra una pared vertical. La trayectoria de llegada forma un ángulo de 35° con una línea perpendicular a la pared. Si el rebote es simétrico respecto a esa línea, ¿con qué ángulo se aleja la pelota respecto a la misma línea perpendicular? Incluye el gráfico correspondiente. A) 35° B) 55° C) 70° D) 90°	4	4	4	4		16

Resolución de problemas	**5.** Una rampa forma un ángulo de 25° con el suelo. Si se traza una línea perpendicular al suelo en el punto de contacto, ¿qué ángulo forma la rampa con esa línea perpendicular? Incluya la gráfica y el proceso de solución. A) **25°** B) **65°** C) **90°** D) **115°**	4	4	4	4		**16**
	6. Un automóvil se desplaza a una velocidad constante de 72 km/h. ¿Cuál es su velocidad en metros por segundo $\left(\frac{m}{s}\right)$? Incluya el procedimiento. A) $10\ \frac{m}{s}$ B) $20\ \frac{m}{s}$ C) $25\ \frac{m}{s}$ D) $30\ \frac{m}{s}$	4	4	4	4		**16**

Validez de contenido por juicio de expertos.

Análisis e interpretación	**7.** Teniendo en cuenta que: Cuando un objeto se mueve con velocidad constante, la fuerza total que actúa sobre él es cero. Esto significa que la fuerza aplicada se equilibra con otras fuerzas, como la fricción. Si dos estudiantes empujan cajas idénticas sobre el mismo tipo de piso y el estudiante A aplica más fuerza que el estudiante B, pero ambas cajas se mueven con la misma velocidad constante, ¿cuál es la mejor interpretación de la situación? A) La caja de A tiene mayor masa B) Sobre la caja de A actúa mayor fricción C) La caja de B no tiene fricción D) La fuerza no influye en el movimiento	4	4	4	4		**16**
	8. En ausencia de aire, todos los objetos caen con la misma aceleración. Sin embargo, la resistencia del aire afecta más a los objetos con mayor superficie en relación con su masa, disminuyendo su velocidad de caída. Si se dejan caer simultáneamente una pelota de metal y una hoja de papel desde la misma altura, ¿Cuál es la mejor interpretación de lo que se observa en la vida cotidiana? A) La pelota cae más rápido porque tiene mayor masa B) La hoja cae más lento debido a la resistencia del aire C) Ambos objetos siempre caen exactamente iguales D) La hoja cae más rápido porque es más liviana	4	4	4	4		**16**

Análisis e interpretación	**9.** Un objeto en movimiento tiende a continuar moviéndose si no actúan fuerzas que lo detengan. Sin embargo, en la vida real, fuerzas como la fricción con el suelo y el aire reducen su velocidad. Si un automóvil viaja a velocidad constante en línea recta y de repente, el conductor deja de acelerar, pero el auto sigue moviéndose por un tiempo antes de detenerse, ¿Cuál es la mejor interpretación de lo que ocurre? A) El auto se mueve porque aún hay una fuerza hacia adelante B) El movimiento continúa por inercia, pero fuerzas como la fricción lo detienen C) El auto se detiene inmediatamente al dejar de acelerar D) La velocidad aumenta al dejar de acelerar	4	4	4	4		16
Si considera que hace falta incluir alguna dimensión, por favor descríbala e indicará la dimensión y qué ítems considera que debería incluir: _____							

Fuente: adaptado de Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008.

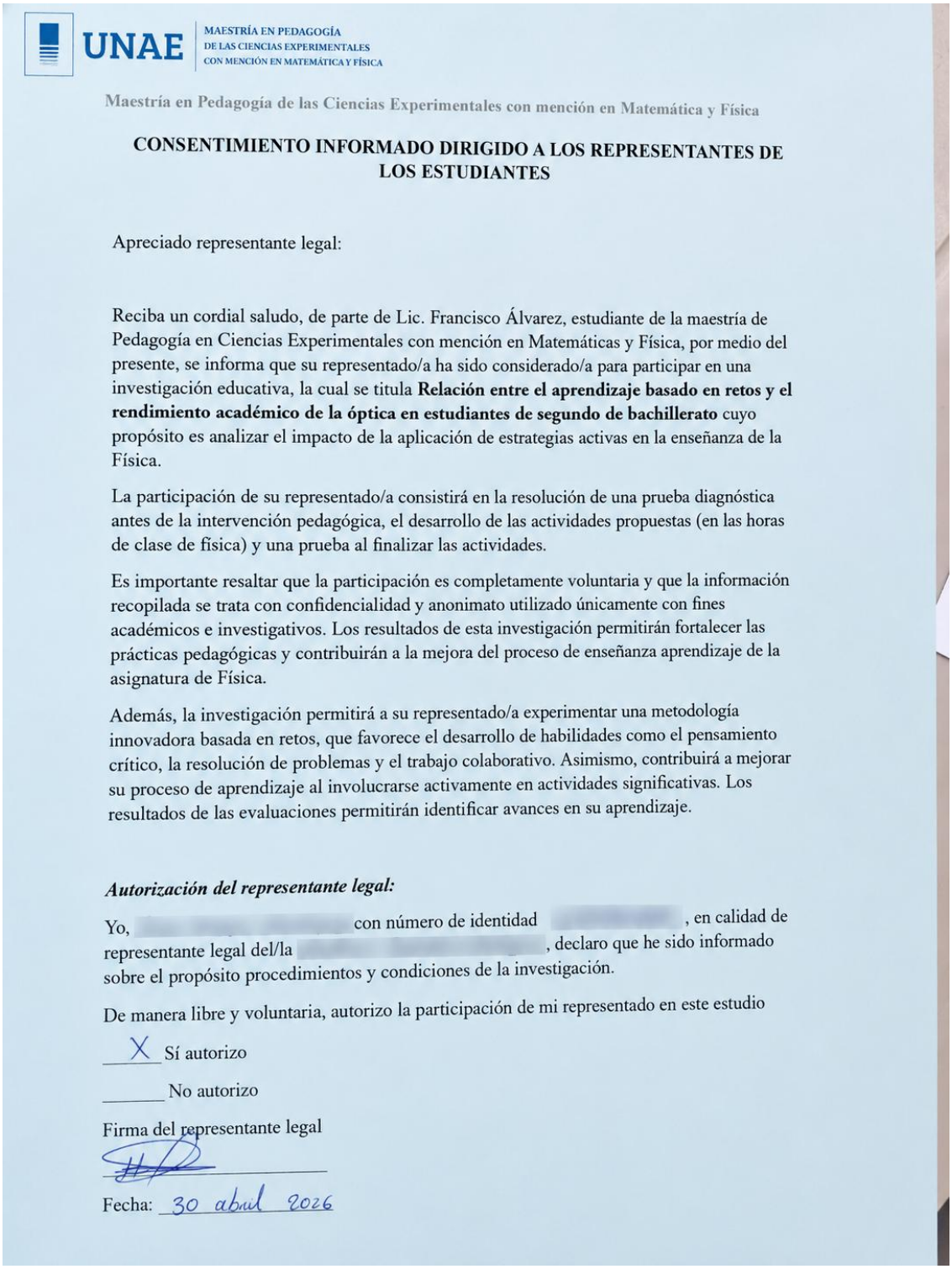
Anexo 4. Trabajo con el grupo experimental



Anexo 5. Trabajo con el grupo de control



Anexo 7. Consentimiento informado



UNAE | MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física

CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES

Apreciado representante legal:

Reciba un cordial saludo, de parte de Lic. Francisco Álvarez, estudiante de la maestría de Pedagogía en Ciencias Experimentales con mención en Matemáticas y Física, por medio del presente, se informa que su representado/a ha sido considerado/a para participar en una investigación educativa, la cual se titula **Relación entre el aprendizaje basado en retos y el rendimiento académico de la óptica en estudiantes de segundo de bachillerato** cuyo propósito es analizar el impacto de la aplicación de estrategias activas en la enseñanza de la Física.

La participación de su representado/a consistirá en la resolución de una prueba diagnóstica antes de la intervención pedagógica, el desarrollo de las actividades propuestas (en las horas de clase de física) y una prueba al finalizar las actividades.

Es importante resaltar que la participación es completamente voluntaria y que la información recopilada se trata con confidencialidad y anonimato utilizado únicamente con fines académicos e investigativos. Los resultados de esta investigación permitirán fortalecer las prácticas pedagógicas y contribuirán a la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Física.

Además, la investigación permitirá a su representado/a experimentar una metodología innovadora basada en retos, que favorece el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. Asimismo, contribuirá a mejorar su proceso de aprendizaje al involucrarse activamente en actividades significativas. Los resultados de las evaluaciones permitirán identificar avances en su aprendizaje.

Autorización del representante legal:

Yo, [redacted] con número de identidad [redacted], en calidad de representante legal del/la [redacted], declaro que he sido informado sobre el propósito procedimientos y condiciones de la investigación.

De manera libre y voluntaria, autorizo la participación de mi representado en este estudio

__X__ Sí autorizo

_____ No autorizo

Firma del representante legal

Fecha: 30 abril 2026