



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Diseño de una secuencia con actividades
experimentales sobre la reflexión de la luz para
estudiantes de primero medio

TESINA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN EN
FÍSICA Y TÍTULO DE PROFESOR EN FÍSICA CON MENCIÓN EN CIENCIAS
NATURALES

AUTOR: MAXIMILIANO ALONSO GONZÁLEZ NIETO

PROFESOR GUÍA: DR. CRISTIÁN ANDRÉS CORTÉS ÁNGEL

SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE 2025



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Diseño de una secuencia con actividades experimentales sobre la reflexión de la luz para estudiantes de primero medio

TESINA PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN EN
FÍSICA Y TÍTULO DE PROFESOR EN FÍSICA CON MENCIÓN EN CIENCIAS
NATURALES

AUTOR: MAXIMILIANO ALONSO GONZÁLEZ NIETO

PROFESOR GUÍA: DR. CRISTIÁN ANDRÉS CORTÉS ÁNGEL

SANTIAGO DE CHILE, DICIEMBRE 2025

Autorizado para

Sibumce Digital

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Informe de Aprobación

TESINA Y EXAMEN DE TÍTULO

Se informa a la Dirección del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Básicas que la Tesina y Examen de Título presentados por el candidato

Maximiliano González Nieto

Ha sido aprobada por la comisión informante de Tesina y Examen de Título como requisito para optar al Grado de Licenciado en Educación en Física y Título de Profesor de Física, mención en Ciencias Naturales, en el Examen de Defensa de Tesina rendido el día de de 2025.

.....

Profesora Guía Tesina

.....

Profesor Informante Tesina

Dedicatoria

Quisiera dedicar este trabajo a mi familia, por haber sido y seguir siendo un sostén
inconmensurable a lo largo de este camino.

A mi madre, quien me comprende como nadie y brinda tranquilidad y luz a mi vida.

A mi padre, por la compañía, la contención y el cariño compartido en este proceso.

A mi hermano, a quien veo crecer cada día, inspirándome a ser mejor y llenándome
de orgullo.

A mi tío, por su voluntad, cariño y orientación en mi ruta como profesor.

A mi abuela Rosi, por estar para mí en todo momento, de manera incondicional y a
mi abuelo Héctor por querer siempre lo mejor para mí.

A mi compañera, Isidora, por su amor, compañía, contención y apoyo constante
durante este proceso.

A mis amigos, quienes llenaron de luz la ruta de aprendizaje.

A todas las personas que se cruzaron en mi vida y que, con su presencia, aportaron a
construir la persona que soy.

A mi gata Frida, por su ternura, cariño y compañía constante.

Finalmente, dedico este trabajo a todos los profesores y profesoras de Chile, quienes
tuvieron la nobleza de elegir aportar al mundo desde la trinchera de la educación.

Agradecimientos

Quiero agradecer al profesor Cristián Cortés por su colaboración, orientación y aportes para el desarrollo de este trabajo, y también a mi profesor guía de la práctica, Kevin Chamorro, colega y amigo, cuyo acompañamiento fue crucial para el desarrollo de esta propuesta.

Contenidos

| | |
|---|-----------|
| Resumen..... | 11 |
| Introducción..... | 13 |
| 1. Planteamiento de la propuesta..... | 15 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 15 |
| 1.2. Justificación de la propuesta..... | 17 |
| 1.3. Antecedentes del Trabajo Previo..... | 19 |
| 1.4. Objetivos del estudio..... | 20 |
| 1.4.1. Objetivo General..... | 21 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 21 |
| 2. Marco Teórico..... | 22 |
| 2.1. La enseñanza de la física: contexto y desafíos..... | 22 |
| 2.2. Fundamentos de la óptica geométrica en educación media..... | 27 |
| 2.2.1. El modelo de Rayos: Potencial y Advertencia Didáctica..... | 28 |
| 2.2.2. Naturaleza Visual y Dificultades Conceptuales..... | 29 |
| 2.2.3. Conceptos básicos de la reflexión de la luz..... | 31 |
| Rayo incidente y rayo reflejado..... | 31 |
| Normal a la superficie y ángulos de incidencia y reflexión..... | 31 |
| Reflexión especular y reflexión difusa..... | 32 |
| Tipos de imágenes..... | 33 |
| Imágenes derechas e invertidas..... | 35 |
| Formación de imágenes en espejos planos..... | 35 |
| Reflexión en espejos con superficies esféricas..... | 36 |
| Espejos cóncavos..... | 36 |
| Espejos convexos..... | 38 |
| Pertinencia didáctica del bloque conceptual..... | 40 |
| 2.3. La experimentación como Estrategia de Aprendizaje Activo..... | 40 |
| 2.3.1. Evidencia del Impacto del Aprendizaje Activo en Óptica..... | 40 |
| 2.3.2. De la Demostración a la Indagación: El desarrollo de competencias..... | 43 |
| 2.3.3. Recursos y Materiales de Bajo Costo en el Laboratorio Escolar..... | 43 |
| 3. Marco Metodológico..... | 47 |
| 3.1. Enfoque de la metodología..... | 47 |
| 3.2. Tipo de estudio..... | 47 |
| 3.3. Etapas metodológicas del estudio..... | 48 |
| 3.4. Diseño de la propuesta..... | 49 |
| 3.4.1. Principios orientadores del diseño..... | 49 |
| 3.4.2. Estructura general de la secuencia..... | 50 |
| 3.5. Validación de la propuesta..... | 52 |
| 3.5.1. Selección de los expertos..... | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.2. Instrumento de evaluación..... | 52 |
| 3.5.3. Procedimiento de validación..... | 53 |
| 4. Resultados..... | 54 |
| 4.1. Producto didáctico diseñado..... | 54 |
| 4.2. Caracterización del proceso de validación por expertos..... | 56 |
| 4.3. Análisis de los resultados cuantitativos de la validación..... | 56 |
| 4.4. Análisis de los resultados cualitativos y sugerencias de mejora..... | 58 |
| 4.5. Discusión integrada de los resultados..... | 59 |
| 5. Conclusión y proyecciones..... | 60 |
| 5.1. Conclusión..... | 60 |
| 5.2. Proyecciones del trabajo..... | 61 |
| Anexo..... | 68 |
| Anexo 1. Planificación de Clases..... | 68 |
| Sesión 1..... | 68 |
| Sesión 2..... | 71 |
| Sesión 3..... | 74 |
| Sesión 4..... | 77 |
| Anexo 2. Guías del Estudiante..... | 81 |
| GUIA DEL ESTUDIANTE N° 1..... | 81 |
| GUIA DEL ESTUDIANTE N° 2..... | 89 |
| Anexo 3. Instrumentos de evaluación..... | 102 |
| Sesión 1 - Ticket de Salida..... | 102 |
| Escala de Likert por habilidades - GUÍA DEL ESTUDIANTE N°1..... | 102 |
| Sesión 3 - Ticket de Salida..... | 103 |
| Escala de Likert por habilidades - GUÍA DEL ESTUDIANTE N°2..... | 103 |
| Anexo 4. Manual docente y material complementario..... | 104 |
| Presentación que complementa las sesiones..... | 104 |
| Manual docente..... | 104 |
| Anexo 5. Instrumento de recolección de datos y resultados graficados..... | 139 |
| Instrumento..... | 139 |
| Resultados graficados de Juicio de Expertos..... | 147 |

Listado de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Habilidades de investigación científica en Ciencias Naturales para 1º Medio y su relación con la óptica geométrica..... | 24 |
| Tabla 2: Objetivo de aprendizaje de la unidad 2 Luz y óptica geométrica de 1º Medio..... | 25 |
| Tabla 3: Componentes del OA11 y su vinculación con la enseñanza experimental..... | 26 |
| Tabla 4: Etapas del enfoque de diseño y validación de prototipos experimentales..... | 44 |
| Tabla 5: Etapas metodológicas del estudio..... | 48 |
| Tabla 6: Estructura general del diseño de la propuesta..... | 51 |
| Tabla 7: Resultados Globales de la Validación por Dimensiones..... | 57 |

Listado de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Representación básica del modelo de rayos de luz..... | 27 |
| Figura 2: Esquema de reflexión especular en superficie plana..... | 32 |
| Figura 3: Representación esquemática de la reflexión especular (a) y reflexión difusa (b)..... | 33 |
| Figura 4: Representación esquemática de una imagen virtual (figura de arriba) y una imagen real (figura de abajo)..... | 34 |
| Figura 5: Formación de imagen en un espejo plano..... | 35 |
| Figura 6: a) Esquema de rayos provenientes de un objeto distante reflejándose en un espejo cóncavo. b) Reflexión de rayos paralelos en un espejo cóncavo..... | 38 |
| Figura 7: Ejemplo comparativo entre fenómeno real y diagrama de rayos..... | 38 |
| Figura 8: Montaje de dos rayos de luz divergiendo tras incidir sobre un espejo convexo..... | 39 |

Resumen

El presente trabajo aborda el diseño de una secuencia didáctica basada en actividades experimentales para la enseñanza de la reflexión de la luz en primero medio, en el marco del currículum nacional de Ciencias Naturales, eje Física. La propuesta surge a partir de la necesidad de fortalecer la enseñanza de la óptica geométrica en el aula escolar, considerando las exigencias curriculares que promueven la experimentación y el uso de modelos, y las prácticas habituales donde predominan enfoques expositivos y existe escasez de material didáctico experimental estructurado.

La secuencia se organiza en cuatro sesiones que incorporan el uso de montajes experimentales simples, guías de trabajo y un manual docente orientado a apoyar la implementación en aula. El diseño considera una progresión conceptual desde la reflexión en espejos planos hacia el estudio de espejos curvos, integrando la observación, el análisis de evidencias y la modelización mediante diagramas de rayos.

Asimismo, el trabajo contempla un proceso de validación mediante juicio de expertos, con el propósito de analizar la pertinencia curricular, el rigor conceptual y la viabilidad de la propuesta. Los resultados de este proceso evidencian una valoración positiva de la secuencia en términos de coherencia curricular, claridad conceptual y factibilidad de implementación, concluyendo que la propuesta constituye un recurso pedagógico pertinente para apoyar la enseñanza experimental de la reflexión de la luz en educación media.

Abstract

This work addresses the design of a didactic sequence based on experimental activities for teaching the reflection of light in ninth grade, within the framework of the Chilean national curriculum for Natural Sciences, Physics strand. The proposal arises from the need to strengthen the teaching of geometrical optics in the school classroom, considering the curricular requirements that promote experimentation and the use of models, as well as the prevailing classroom practices, where expository approaches dominate and there is a lack of structured experimental didactic material.

The sequence is organized into four sessions that incorporate the use of simple experimental setups, student worksheets, and a teacher's guide aimed at supporting classroom implementation. The design follows a conceptual progression from reflection in plane mirrors to the study of curved mirrors, integrating observation, evidence analysis, and modeling through ray diagrams.

In addition, the study includes a validation process through expert judgment, with the purpose of analyzing the curricular relevance, conceptual rigor, and feasibility of the proposal. The results of this process show a positive evaluation of the sequence in terms of curricular coherence, conceptual clarity, and feasibility of implementation, leading to the conclusion that the proposal constitutes a relevant pedagogical resource to support the experimental teaching of light reflection in secondary education.

Introducción

La enseñanza de las ciencias constituye un pilar esencial para la formación de ciudadanos capaces de comprender su entorno y participar de manera informada en la sociedad. Al respecto, Sanmartí (2002) , enfatiza que el objetivo de la didáctica científica ha evolucionado, buscando preparar no solo a futuros estudiantes universitarios del área, sino a todos los ciudadanos en general, lo que exige una profunda revisión de los planteamientos tradicionales. En este marco, la física ocupa un rol importante dentro del currículum escolar, ya que proporciona modelos y leyes que permiten explicar fenómenos del entorno natural y tecnológico. Román-Mireles y Mora-Barajas (2022) destacan la importancia de la educación científica en los planes formativos, puesto que permite a los estudiantes adquirir herramientas para interpretar dichos fenómenos. En este proceso, el rol del profesorado resulta decisivo, al diseñar experiencias que articulan teoría y práctica, conectando los contenidos con fenómenos perceptibles en la vida cotidiana y favoreciendo así la formación de competencias científicas relevantes para la ciudadanía. Perrupato (2020) sostiene que los docentes deben ser capaces de transitar entre la teoría y la práctica, articulando saberes en configuraciones didácticas que enriquezcan el aprendizaje y lo vinculen con la realidad del estudiante.

Diversos autores coinciden en que la enseñanza de la física requiere una complementariedad entre instancias teóricas y experimentales, donde los conceptos se introducen, modelan y verifican a través de la observación directa (Cervantes M. et al., 2015). No obstante, en numerosos contextos escolares, predomina la enseñanza expositiva, lo que dificulta establecer vínculos entre los conceptos abstractos y los fenómenos observables. Estudios advierten que muchas clases de ciencias siguen siendo poco interactivas, centradas en el profesor y con escaso espacio para la experimentación, lo que repercute negativamente en la participación y motivación de los estudiantes (Cofré et al., 2010). Esta situación se agrava por la escasez de materiales didácticos, lo que

lleva a la sustitución de la experimentación por sesiones basadas en la resolución de ejercicios teóricos (Pérez Lozada & Falcón, 2009).

La óptica geométrica constituye un área particularmente sensible a esta problemática, dado que, por su naturaleza visual, demanda experiencias que permitan observar directamente los fenómenos.

El currículum nacional chileno enfatiza la importancia de la experimentación en la enseñanza de la luz. El objetivo de aprendizaje OA 11, exige que los estudiantes expliquen fenómenos luminosos, como la reflexión de la luz, en distintas superficies (planas y curvas), mediante la experimentación y el uso de modelos (Ministerio de Educación de Chile, 2016).

Sánchez Valiente (2021) sostiene que la óptica, al ser un campo naturalmente visual y cotidiano, facilita la conexión entre el conocimiento científico y las experiencias del entorno. A partir de esta premisa, y tomando como antecedente experiencias previas desarrolladas en el Museo de Ciencia y Tecnología de Santiago (MUCYTEC), donde se aplicaron demostraciones experimentales que generaron altos niveles de interés en estudiantes de primero medio, el presente trabajo propone diseñar una secuencia con actividades experimentales sobre la reflexión de la luz.

La propuesta se apoya en un manual docente y guías de aula, con el propósito de favorecer la comprensión conceptual y motivar a los estudiantes hacia la óptica geométrica, aportando un recurso replicable y curricularmente pertinente.

1. Planteamiento de la propuesta

Diseño de una secuencia con actividades experimentales para enseñar el fenómeno de la reflexión de la luz a estudiantes de primero medio.

1.1. Planteamiento del problema

A pesar de la evidencia que respalda la eficacia de la experimentación en el aprendizaje de la física, su implementación escolar continúa enfrentando múltiples barreras. Mordeglija y Mengascini (2014) identifican entre los principales desafíos la falta de formación del profesorado en el diseño de experiencias prácticas y la percepción de que estas requieren más tiempo y recursos que las clases teóricas. López Velasco et al. (2015) agregan obstáculos externos, como la escasez de materiales y las limitaciones organizativas impuestas por los centros educativos.

Cuando estos factores restringen el acceso a recursos experimentales, las clases prácticas se vuelven esporádicas o inexistentes, generando un desbalance hacia metodologías expositivas. Este predominio de enfoques tradicionales, centrado en la mera transmisión de contenidos y la memorización, ha sido identificado como un obstáculo principal por diversos autores, quienes señalan que este enfoque, reduce la efectividad del aprendizaje y limita la incorporación de estrategias activas, al no promover la comprensión de cómo se construyen los conocimientos científicos (Del Río Osorio & Cardona Zapata, 2022). En consecuencia, los estudiantes experimentan mayores dificultades para relacionar los conceptos físicos con situaciones observables y para construir significados sólidos.

En el caso de la óptica geométrica, la problemática se intensifica, dado que las instancias prácticas resultan fundamentales para promover un aprendizaje significativo. Álvarez Jubete (2022) señala que la falta de un enfoque que conecte el contenido curricular con la visión y la vida diaria, provoca que los estudiantes mantengan intactas sus ideas preconcebidas, limitando la construcción de

significados sólidos a partir de la observación y la evidencia empírica, lo que se traduce en una comprensión fragmentada y abstracta de los fenómenos luminosos.

Además, la ausencia de actividades prácticas, repercute directamente en la motivación hacia el aprendizaje de la física, puesto que los contenidos se perciben como distantes y desprovistos de aplicación en la vida cotidiana (Vergara Marín, 2012). García (2024) corrobora esta situación al señalar que la física se presenta a menudo como una asignatura compleja, debido a la gran cantidad de parte teórica que la envuelve, lo que dificulta que los estudiantes encuentren un interés particular por ella. A esta situación se suma el uso excesivo de libros de texto, que, según Saiz-Mendiguren (2019), tiende a descontextualizar la enseñanza de las ciencias y a reducir las oportunidades para que los estudiantes participen activamente en la construcción de su conocimiento.

En síntesis, la falta de oportunidades experimentales y de conexión con experiencias cotidianas no solo dificulta la comprensión conceptual, sino que también contribuye a una percepción negativa de la física como disciplina excesivamente teórica, de poco acceso y alejada de la realidad estudiantil.

Por otra parte, existen hoy condiciones tecnológicas accesibles que facilitan la experimentación didáctica en óptica, tanto mediante recursos físicos de bajo costo como a través de laboratorios virtuales y simulaciones interactivas, los cuales pueden apoyar la visualización y exploración de fenómenos cuando existen limitaciones de tiempo, espacio o recursos materiales (Cabrera Medina & Sánchez Medina, 2016).

Los punteros láser, por ejemplo, permiten obtener haces luminosos visibles, coherentes y relativamente seguros, que posibilitan la observación directa de la reflexión de la luz en montajes simples (Sánchez Jiménez, 2001). Sin embargo, pese a este potencial, se observa una escasez de secuencias didácticas integradas que incluyan guías para estudiantes, manuales docentes, criterios de logro y protocolos de seguridad, orientados a la enseñanza de la reflexión de la luz.

De esta forma la problemática que aborda este trabajo, puede entenderse en tres niveles interrelacionados:

- **Brecha curricular-práctica:** el OA CN1M 11 exige experimentación y modelización, pero en el aula predominan estrategias expositivas por falta de recursos y tiempo (Mordeglia & Mengascini, 2014).
- **Carencia de material didáctico estructurado:** la escasez de secuencias con guías, rúbricas y criterios de evaluación es agravada por la falta de manuales de uso y validación previa de los prototipos experimentales (Pérez Lozada & Falcón, 2009) dificultando su replicabilidad.
- **Déficit de experiencias visuales y con medición:** en contenidos visuales como la óptica geométrica, la ausencia de observación directa y registro empírico obstaculiza la construcción de significados y disminuye la motivación en los estudiantes (Sánchez Valiente, 2021).

1.2. Justificación de la propuesta

La literatura y los lineamientos curriculares coinciden en la necesidad de adaptar la enseñanza de las ciencias a las realidades, intereses y experiencias previas de los estudiantes. Esta adaptación favorece la comprensión conceptual y promueve un aprendizaje significativo, entendido como el proceso donde la nueva información, se ancla de forma coherente en los conocimientos previos del estudiante (Latorre Ariño, 2017), al conectar la teoría con la práctica y con situaciones de la vida cotidiana. González y Gómez Gómez (2005) señalan que explicar fenómenos físicos observables del entorno cotidiano, enriquece la comprensión de la física y fomenta habilidades de razonamiento científico. Las prácticas experimentales, además de complementar la teoría, desarrollan competencias científicas, fortalecen la motivación y transforman la percepción de la física (Román Mireles & Mora-Barajas, 2022).

En un mundo donde la comprensión científica es clave para la vida ciudadana, la enseñanza de las ciencias debe promover las competencias científicas necesarias para cultivar una ciudadanía participativa, reflexiva, crítica y con capacidad de comprender su entorno (Hernández, 2005). Esta visión es coherente con la naturaleza de la propia disciplina: la física busca comprender el funcionamiento del universo que nos rodea, tratándose, en esencia, de modelizar la realidad a través de la creación y discusión de modelos, lo que pone de manifiesto inevitablemente su función experimental (García, 2024).

En esta línea, el Programa de Ciencias Naturales de primero medio, establece que el aprendizaje debe articular conocimientos, habilidades y actitudes, que permitan a los estudiantes “buscar evidencia, usar argumentos coherentes y bien documentados y desarrollar autonomía y motivación por aprender” (Ministerio de Educación de Chile, 2016, p. 15). Así mismo, el documento curricular enfatiza en la construcción de conocimiento en base a experiencias y saberes previos, lo que requiere diseñar actividades de aprendizaje que representen un “desafío cognitivo” y que evoquen emociones positivas (Ministerio de Educación de Chile, 2016, p. 16). Estas orientaciones refuerzan la necesidad de metodologías activas, donde la experimentación adquiere un papel central en la construcción de conocimiento.

Asimismo, la disponibilidad de recursos didácticos simples, como punteros láser o espejos planos y curvos, invitan a implementar instancias experimentales en contextos escolares. Sánchez Jiménez (2001) enfatiza que los láseres, por su coherencia, intensidad y baja dispersión, permiten visualizar con claridad fenómenos ópticos, como la reflexión, transformándose en recursos de gran valor para la enseñanza. Además, el contenido central de esta propuesta: la reflexión de la luz, es una de las experiencias más sencillas de realizar y está presente en nuestro día a día (García, 2024), lo que facilita aún más la conexión con el entorno cotidiano y refuerza la pertinencia de un enfoque didáctico experimental.

En este marco, el presente trabajo se justifica en la necesidad de diseñar y validar una secuencia didáctica con actividades experimentales, que abordan la

reflexión de la luz en superficies planas y curvas, Esta propuesta apoyada en un manual docente y guías de aula, busca no solo mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes de primero medio, sino que también despertar su interés por la física mediante experiencias didácticas y curricularmente pertinentes.

1.3. Antecedentes del Trabajo Previo

La enseñanza de las ciencias no se limita únicamente al espacio formal. En numerosos países, los museos de ciencia han demostrado ser entornos pedagógicos complementarios donde los estudiantes pueden experimentar con fenómenos naturales de manera directa, interactiva y significativa. Guisasola y Morentin (2007) destacan que estos espacios no formales, ofrecen la posibilidad de enriquecer la enseñanza tradicional, pues permiten articular los contenidos del currículum con experiencias prácticas que despiertan el interés y la curiosidad científica.

Román-Mireles y Mora-Barajas (2022) señalan que el aprendizaje en contextos no formales, contribuye a superar la visión reduccionista de la ciencia como mera memorización, ofreciendo experiencias interactivas y significativas. En el caso particular del Museo de Ciencia y Tecnología de Santiago, el autor de este trabajo diseñó y aplicó un manual experimental sobre reflexión y refracción de la luz, implementado con estudiantes de primero medio. Durante la experiencia, se realizaron demostraciones con punteros láser, espejos, lentes y materiales de uso cotidiano, seguidas de una encuesta de percepción incluida en el anexo de este trabajo.

Los resultados de esta encuesta fueron altamente positivos: el 85% de los participantes manifestó que las experiencias despertaron su interés en aprender más sobre la óptica, mientras que un 80% señaló que los experimentos facilitaron su comprensión en comparación con explicaciones teóricas. Asimismo, un 75% indicó sentirse inspirado para investigar más sobre fenómenos luminosos, y un 85% expresó disposición a participar nuevamente en actividades similares. Estas

cifras sugieren que la experimentación, incluso en un contexto no formal, constituye un recurso didáctico eficaz para fortalecer la motivación hacia la física.

Las observaciones y datos obtenidos en dicha experiencia previa, aportan un marco empírico para la presente investigación. A partir de ellos, surge la necesidad de trasladar y adaptar la riqueza de estas demostraciones hacia una propuesta didáctica, estructurada para el aula escolar, centrada exclusivamente en la reflexión de la luz. En este sentido, este trabajo se nutre de la experiencia museística como punto de partida, pero busca sistematizar en una secuencia de tres actividades experimentales con manual docente y guías de aula, que permitan su integración curricular y su replicabilidad en diversos contextos educativos.

Los antecedentes expuestos, permiten reconocer que, si bien existen experiencias previas positivas en contextos no formales, como el museo, aún falta trasladar dichas prácticas al aula en una forma sistemática, estructurada y curricularmente pertinente. La escasez de actividades experimentales en la enseñanza escolar de la óptica geométrica, evidencia la necesidad de contar con propuestas que permitan al profesorado disponer de recursos claros y replicables.

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo diseñar una secuencia de actividades experimentales sobre la reflexión de la luz basada en criterios didácticos y curriculares, orientada al aprendizaje activo de estudiantes de primero medio?

1.4. Objetivos del estudio

En coherencia con la pregunta guía, este trabajo tiene por finalidad desarrollar una propuesta didáctica que responda a las necesidades identificadas en la enseñanza de la óptica geométrica en el nivel de primero medio.

El diseño de actividades experimentales se concibe aquí no solo como una estrategia metodológica, sino como una herramienta didáctica para promover el aprendizaje activo y significativo de los fenómenos luminosos. En esta línea, los objetivos de la investigación buscan orientar el proceso de elaboración,

fundamentación y validación de la propuesta garantizando su coherencia con el currículum nacional, su pertinencia para aula escolar y su potencial de replicabilidad.

De este modo, los objetivos del estudio se estructuran de la siguiente manera:

1.4.1. Objetivo General

Diseñar una secuencia de actividades experimentales sobre la reflexión de la luz, fundamentada en criterios didácticos y curriculares, orientada al aprendizaje activo de los estudiantes de primero medio, y validada mediante juicio de expertos.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Diseñar una secuencia didáctica con actividades experimentales sobre la reflexión de la luz, con enfoque en la comprensión conceptual y la motivación del estudiantado, incorporando guías de aula, un manual docente, criterios de evaluación y protocolos de seguridad, que favorezcan su implementación y adaptación en el contexto escolar.
2. Validar la propuesta mediante juicio de expertos en la enseñanza de la física, didáctica de las ciencias u óptica geométrica, considerando criterios de pertinencia curricular, claridad conceptual, factibilidad didáctica y seguridad experimental.

2. Marco Teórico

El presente capítulo tiene como propósito establecer las bases conceptuales, didácticas y curriculares que fundamentan el diseño de la secuencia de actividades experimentales. Se aborda la función de la física en la educación escolar, el rol de la experimentación como estrategia de aprendizaje activo y la conceptualización de la óptica geométrica en el nivel de primero medio. Finalmente, se exploran los modelos de diseño instruccional que guían la elaboración del recurso didáctico propuesto.

2.1. La enseñanza de la física: contexto y desafíos

La enseñanza de la física desempeña un rol importante en la educación científica, pues ayuda a que los estudiantes comprendan los fenómenos naturales y tecnológicos presentes en su vida cotidiana. Este propósito se alinea con la relevancia que la educación científica posee a nivel mundial, al permitir que los alumnos “den sentido al mundo que les rodea” (Román Mireles & Mora-Barajas, 2022, p. 54).

Cuesta (2019) sostiene que formar estudiantes con pensamiento crítico y reflexivo implica dotarlos de habilidades que les permitan “tomar decisiones bajo un criterio de análisis auténtico” y aplicar los conceptos en sus experiencias empíricas (p. 89). Estos elementos resultan esenciales para la alfabetización científica.

Sin embargo, diversos estudios evidencian que el sistema escolar no siempre logra dichos propósitos. Valdivia (2016) demuestra que los estudiantes chilenos de primero medio presentan niveles insuficientes de alfabetización científica en física, y que la “actualización curricular no ha sido suficiente” para mejorar estos aprendizajes. Esta brecha entre lo que el currículum promueve y lo que ocurre en el aula, constituye uno de los principales desafíos para la enseñanza de la física en Chile.

2.1.1. Evolución del Objetivo Didáctico: De la Academia a la Ciudadanía

La educación científica ha experimentado un cambio significativo en sus propósitos formativos. Mientras que históricamente se orientaba a la transmisión de contenido académico, hoy se enfatiza la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada, capaz de comprender fenómenos, evaluar información y participar activamente en la sociedad (Sanmartí, 2002). Esta perspectiva reconoce que la ciencia no solo es un cuerpo de conocimientos, sino también una forma de pensar y actuar frente a problemas cotidianos (Ministerio de Educación de Chile, 2016).

Hernández (2005) refuerza esta visión al señalar que la enseñanza de las ciencias debe promover el desarrollo de competencias científicas que permitan a los estudiantes relacionarse de manera crítica y reflexiva con su entorno, utilizando el conocimiento científico para fundamentar decisiones y participar responsablemente en la vida social. Román Mireles y Mora-Barajas (2022) coinciden en esta orientación, destacando que la educación en física debe ofrecer herramientas para que los estudiantes interpreten los fenómenos de su cotidianidad y adopten una postura analítica sustentada en criterios objetivos.

En conjunto, estos planteamientos otorgan un sentido social y funcional a la enseñanza de la física, posicionándose como una disciplina clave para comprender el mundo contemporáneo y para la formación de ciudadanos capaces de actuar con responsabilidad y un juicio informado.

2.1.2. El Rol de la Física en el Currículum Chileno

El currículum chileno de Ciencias Naturales para primero medio enfatiza la integración de conocimientos, habilidades y actitudes, promoviendo que el aprendizaje científico se construya a partir de la observación de fenómenos, la exploración experimental y la elaboración de explicaciones basadas en evidencia. El documento señala que las experiencias de aprendizaje deben constituir un “desafío cognitivo” que fomente la curiosidad, la motivación y la búsqueda activa

de explicaciones por parte de los estudiantes (Ministerio de Educación de Chile, 2016).

En este marco, el currículum define un conjunto de habilidades de investigación científica que resultan centrales para la alfabetización científica escolar, tales como la observación, el análisis de datos, la modelización y la comunicación de resultados. Estas habilidades no se conciben como etapas rígidas de una investigación formal, sino como prácticas que pueden desarrollarse de manera progresiva mediante actividades experimentales guiadas. Junto a ello, se promueve el desarrollo de actitudes científicas como la curiosidad, el rigor, el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico, etc.

Considerando estos lineamientos, la Tabla 1 sintetiza las habilidades de investigación científica del currículum de primero medio y su vinculación específica con la enseñanza de la óptica geométrica, particularmente en el estudio de la reflexión de la luz mediante experiencias experimentales con espejos.

Tabla 1: Habilidades de investigación científica en Ciencias Naturales para 1º Medio y su relación con la óptica geométrica.

| Habilidad | Descripción | Implicancias para la enseñanza de la óptica geométrica |
|--|---|---|
| Observación y formulación de preguntas (OAH a,b) | Observar fenómenos naturales, describirlos cualitativamente y formular preguntas o predicciones a partir de la experiencia y de conocimientos previos | Los estudiantes observan el comportamiento de la luz al reflejarse en espejos planos, superficies lisas y rugosas, y espejos curvos. A partir de estas observaciones formulan predicciones sobre la relación entre ángulos de incidencia y reflexión, la convergencia o divergencia de rayos y la formación de imágenes. |
| Procesamiento y análisis de evidencia (OAH h, i, j) | Registrar, organizar y analizar datos experimentales; utilizar modelos para explicar fenómenos; interpretar resultados empleando vocabulario científico pertinente. | Los estudiantes registran datos angulares y observaciones experimentales, construyen tablas y gráficos, miden distancias focales y elaboran esquemas y diagramas de rayos. Utilizan el modelo geométrico de rayos para explicar la ley de la reflexión, la reflexión especular y difusa, y la formación de imágenes en espejos planos, cóncavos y convexos. |

| | | |
|--|--|--|
| Comunicación científica (OAH I) | Comunicar resultados, explicaciones y conclusiones utilizando lenguaje científico en forma oral y escrita. | Los estudiantes elaboran conclusiones escritas en las guías de trabajo, explican relaciones entre variables observadas y representan fenómenos ópticos mediante esquemas y diagramas, vinculando la evidencia experimental con conceptos como ley de la reflexión, foco e imagen virtual o real. |
|--|--|--|

Nota. Elaboración propia a partir de (Ministerio de Educación de Chile, 2016, pp. 196-201).

Estas orientaciones se concretan de forma explícita en el Objetivo de Aprendizaje CN1M OA 11, que rige el contenido de óptica geométrica y se presenta en la Tabla 2. Este objetivo establece que los estudiantes deben “Explicar fenómenos luminosos, como la reflexión y refracción, por medio de la experimentación y el uso de modelos, entre otros” (Ministerio de Educación de Chile, 2016).

Tabla 2: Objetivo de aprendizaje de la unidad 2 Luz y óptica geométrica de 1º Medio.

| Objetivo de aprendizaje |
|---|
| <p>OA 11</p> <p>Explicar fenómenos luminosos, como la reflexión, la refracción, la interferencia y el efecto Doppler, entre otros, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los modelos corpuscular y ondulatorio de la luz. ➤ Las características y la propagación de la luz (viaja en línea recta, formación de sombras y posee rapidez, entre otras). ➤ La formación de imágenes (espejos y lentes). ➤ La formación de colores (difracción, colores primarios y secundarios, filtros). ➤ Sus aplicaciones tecnológicas (lentes, telescopio, prismáticos y focos, entre otros). |

Nota. Elaboración a partir de Ministerio de Educación de Chile, 2016, pp. 244.

Este mandato convierte a la experimentación y la modelización en requisitos obligatorios del aprendizaje de la óptica en primero medio, justificando la

necesidad de diseñar secuencias de actividades experimentales accesibles, seguras y replicables.

La relación entre los componentes del CN1M OA 11 y las exigencias didácticas que implica se sintetizan en la Tabla 3:

Tabla 3: Componentes del OA11 y su vinculación con la enseñanza experimental.

| Elemento del CN1M OA 11 | Descripción | Relevancia para una secuencia experimental de reflexión de la luz |
|--|--|--|
| “Explicar fenómenos luminosos” | Comprender cómo se comporta la luz al interactuar con objetos y en distintos medios. | Requiere observar empíricamente la trayectoria de los rayos. |
| “Reflexión y refracción” | Fenómenos centrales de la óptica geométrica escolar. | Los espejos permiten experimentar directamente la ley de la reflexión. |
| “Por medio de la experimentación” | Actividades prácticas como vía para construir explicaciones. | Justifica el uso de punteros láser y montajes sencillos para visualizar rayos. |
| “Uso de modelos” | Representaciones y esquemas que predicen comportamientos. | Se articula el modelo de rayos con los datos medidos en el laboratorio. |

Nota. Elaboración propia a partir de (Ministerio de Educación de Chile, 2016, p. 244).

2.1.3. Desafíos Didácticos y Brechas de Implementación en Aula

A pesar de que el currículum chileno demanda explícitamente la indagación, modelización y experimentación como requisitos, diversos autores señalan que la enseñanza de la física tiende a la matematización excesiva, donde el aprendizaje se reduce a la aplicación de fórmulas y algoritmos (Parra Zeltzer et al., 2021). Esta dinámica se complementa con una metodología que a menudo es expositiva y se traduce en un trabajo experimental pasivo. En este escenario, los estudiantes obtienen “poco beneficio de los experimentos” dado que estos se limitan a “seguir recetas”, sin espacio para la emisión de hipótesis o el análisis crítico de resultados (Rojas Sánchez, 2011). Por lo tanto, el diseño de la presente secuencia de actividades busca deliberadamente cerrar esta brecha, transformando la

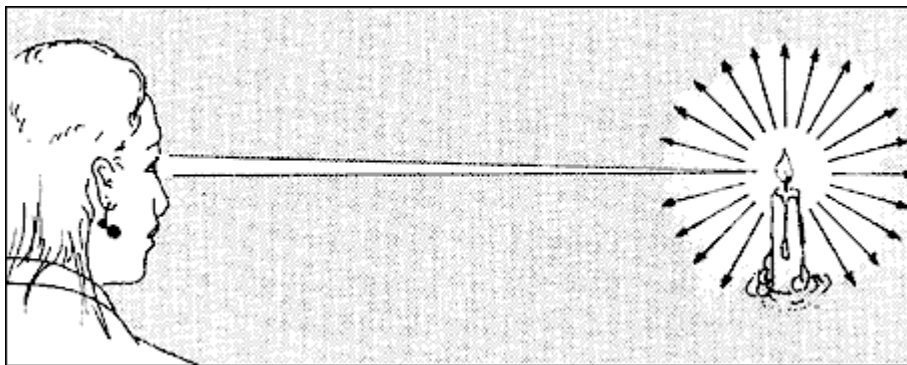
experimentación de una simple confirmación a un proceso activo de descubrimiento que articule la observación empírica con la validación del modelo geométrico.

2.2. Fundamentos de la óptica geométrica en educación media

La óptica geométrica estudia los fenómenos luminosos mediante el modelo de rayos, una representación que permite describir y predecir la propagación de la luz y su interacción con diferentes superficies. Esta aproximación idealiza a la luz como líneas rectas que indican su trayectoria, como se ilustra en la Figura 1, lo que facilita el uso de herramientas geométricas para analizar fenómenos como la reflexión y la refracción, los cuales forman parte del contenido obligatorio del nivel de primero medio. El Programa de Estudio del Ministerio de Educación de Chile (2016) enfatiza que los estudiantes deben explicar estos fenómenos “por medio de la experimentación y el uso de modelos” (OA 11), lo que sitúa al modelo de rayos como una herramienta didáctica central.

Figura 1

Representación básica del modelo de rayos de luz



Nota. Tomado de ILCE , III. La óptica geométrica.

https://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/107/htm/sec_7.htm

Su elección para esta propuesta se justifica además por su naturaleza altamente visual: los rayos de luz, al interactuar con objetos cotidianos como

espejos y lentes, permiten generar experiencias observables y cercanas al estudiantado. En esta línea, Sánchez Valiente (2021) señala que la óptica geométrica posee un gran potencial didáctico debido a que los fenómenos que aborda son fácilmente reproducibles en el aula y están estrechamente vinculados a la experiencia cotidiana. Este carácter visual y cotidiano favorece que los estudiantes relacionen las actividades experimentales con situaciones familiares, promoviendo una comprensión más significativa del fenómeno luminoso.

2.2.1. El modelo de Rayos: Potencial y Advertencia Didáctica

El modelo de rayos, es la base conceptual de la óptica geométrica. Esta aproximación simplifica la luz al representarla como líneas rectas que indican la dirección de propagación, lo que permite el uso de herramientas geométricas para predecir la reflexión, la refracción y la formación de imágenes. Su potencial didáctico radica en dos aspectos fundamentales: la visualización y la capacidad predictiva. Al reducir un fenómeno complejo a un conjunto de reglas geométricas, este modelo posibilita que los estudiantes tracen diagramas y anticipen, por ejemplo, el tamaño, la orientación o la ubicación de una imagen formada en un espejo. Este carácter operativo, lo convierte en un recurso privilegiado para la enseñanza inicial de la óptica.

Sin embargo, la literatura demuestra que el dominio técnico del trazado de rayos no garantiza, por sí solo, la comprensión de los fenómenos luminosos. Álvarez Jubete (2022), sintetiza diversos estudios que evidencian cómo, después de la enseñanza tradicional de la óptica en secundaria, muchos estudiantes continúan teniendo dificultades para generalizar el trazado de rayos y para representar la propagación de la luz en situaciones reales. Aun cuando son capaces de aplicar correctamente los procedimientos gráficos, el formalismo de trazar rayos, no llega a integrarse en su interpretación del mundo óptico, de modo que lo aprendido en el papel, tiene poca repercusión en la explicación de fenómenos cotidianos.

Resultados similares se observan en trabajos como el de Salinas y Sandoval (1999), donde se concluye que, tras la instrucción formal, numerosos estudiantes siguen mostrando incomprendiones en el proceso de formación de imágenes en dispositivos ópticos sencillos y confunden la formación de la imagen con la percepción visual, incluso cuando realizan diagramas de rayos correctos. Estas evidencias ponen de relieve un problema didáctico clave: la enseñanza centrada exclusivamente en el formalismo geométrico tiende a generar aprendizajes fragmentados, en los que los estudiantes dominan procedimientos gráficos que no logran articularse con lo que observan en la experiencia.

En este contexto, Álvarez Jubete (2022) sostiene que una metodología basada únicamente en el tratamiento matemático y gráfico del modelo de rayos, resulta insuficiente para transformar las concepciones previas del estudiantado. Para que el modelo geométrico adquiriera sentido, es necesario que los docentes conozcan las ideas alternativas de sus estudiantes y propongan estrategias que las pongan a prueba mediante experimentos y observaciones; solo así se crea la necesidad de adoptar explicaciones científicas fundamentadas en evidencia. Desde esta perspectiva, el modelo de rayos, debe presentarse explícitamente como un modelo; una representación idealizada sin existencia material propia y vincularse de manera sistemática con montajes experimentales que permitan contrastar predicciones gráficas con resultados observados.

2.2.2. Naturaleza Visual y Dificultades Conceptuales

La óptica geométrica presenta una particularidad didáctica relevante: se trata de un campo intrínsecamente visual, en el que los fenómenos se manifiestan a través de imágenes, sombras y trayectorias de la luz que pueden vincularse con objetos cotidianos. Sánchez Valiente (2021) destaca que, al trabajar en el régimen geométrico -donde la longitud de onda de la luz es mucho menor que los objetos con los que interactúa- es posible prescindir de fenómenos más complejos como la difracción o la interferencia y centrarse en la interacción de la luz con instrumentos ópticos habituales, como lentes y espejos. Esta autora subraya que precisamente ese carácter visual y la relación con objetos de uso común otorgan a

la óptica geométrica un alto potencial de aplicabilidad en experiencias prácticas, acercando el contenido a la vida diaria del estudiantado.

Sin embargo, que la óptica sea “visual” no implica que sea conceptualmente sencilla. La investigación en didáctica de la óptica geométrica ha mostrado que muchos estudiantes tienen dificultades para conectar los modelos formales con lo que efectivamente observan en los montajes experimentales. Salinas y Sandoval (1999) sintetizan diversos estudios en los que, tras la enseñanza tradicional, la mayoría de los alumnos no logra articular la descripción formal de la formación de imágenes con lo que ve en dispositivos ópticos sencillos, aun cuando son capaces de trazar diagramas de rayos correctos en el papel. Los autores señalan también que, en un porcentaje importante de casos, el conocimiento de los estudiantes adopta una forma híbrida entre sus concepciones previas y el saber científico, manteniéndose serias incomprensiones sobre el proceso de formación de imágenes y confusiones entre la formación de la imagen y la percepción visual.

Estas dificultades se vuelven especialmente críticas en situaciones que involucran imágenes virtuales y objetos virtuales, frecuentes en el estudio de espejos planos, espejos esféricos y sistemas de lentes. En el trabajo de Salinas y Sandoval (1999), se observa que incluso estudiantes universitarios que resolvían correctamente problemas de lápiz y papel presentaban errores sistemáticos al interpretar experimentalmente la posición y el carácter de las imágenes, tratando, por ejemplo, un objeto virtual como si fuera un objeto real al analizar sistemas de lentes. Este resultado refuerza la idea de que el dominio procedimental del trazado de rayos no garantiza por sí mismo la comprensión conceptual del fenómeno.

Desde una perspectiva didáctica, estos hallazgos apuntan a una tensión central en la enseñanza de la óptica geométrica: por un lado, su naturaleza visual y cotidiana facilita el diseño de experiencias experimentales; por otro, la mera exposición a esquemas y ejercicios formales tiende a generar aprendizajes fragmentados, donde el estudiante “ve” el fenómeno por un lado y “dibuja” el diagrama por otro, sin lograr integrar ambos planos en una explicación coherente. De ahí la necesidad de proponer secuencias didácticas que articulen

explícitamente la observación experimental con el uso del modelo de rayos, promoviendo que el alumnado relacione lo que ocurre en el montaje (trayectorias, posiciones de objetos e imágenes) con las representaciones geométricas que construye.

2.2.3. Conceptos básicos de la reflexión de la luz

La reflexión de la luz es uno de los fenómenos fundamentales de la óptica geométrica y constituye el punto de partida para comprender la formación de imágenes en espejos y otros dispositivos ópticos. En términos generales, la reflexión corresponde al cambio de dirección que experimenta un rayo luminoso al incidir sobre una superficie que no permite su transmisión al interior del material. Este fenómeno puede describirse mediante un conjunto de conceptos básicos que orientan su estudio en el nivel escolar.

Rayo incidente y rayo reflejado

Cuando un haz de luz llega a una superficie, la trayectoria que sigue antes de interactuar con ella se denomina *rayo incidente*. Luego del encuentro con la superficie, la luz puede rebotar, generando un *rayo reflejado*. Esta interacción se representa habitualmente mediante diagramas en los que ambos rayos se dibujan como líneas rectas, coherentes con el modelo geométrico de propagación.

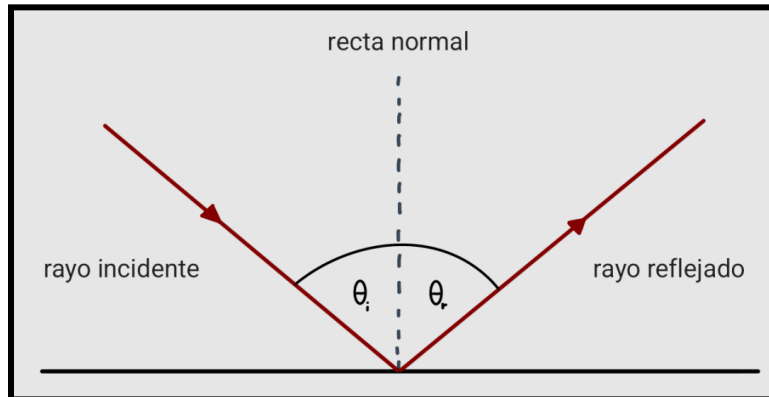
Normal a la superficie y ángulos de incidencia y reflexión

Como se muestra en la Figura 2, para describir geoméricamente la reflexión se introduce la *normal*, línea imaginaria perpendicular a la superficie en el punto de incidencia. A partir de ella se definen:

- **Ángulo de incidencia:** formado entre el rayo incidente y la normal.
- **Ángulo de reflexión:** formado entre el rayo reflejado y la normal.

Figura 2

Esquema de reflexión especular en superficie plana ilustrando la ley de la reflexión.



Nota. Elaboración propia adaptada de Física para ciencias e ingeniería, R. Serway y J. Jewett, vol 2, p. 982.

La regularidad que gobierna el fenómeno ilustrado en la Figura 2, se expresa en la **ley de la reflexión**, que establece que ambos ángulos (de incidencia y reflexión) son iguales:

$$\theta_i = \theta_r$$

Esta ley, además de ser verificable experimentalmente con materiales simples, constituye una regla predictiva que permite anticipar el comportamiento de cualquier rayo que interactúe con una superficie reflectante.

Reflexión especular y reflexión difusa

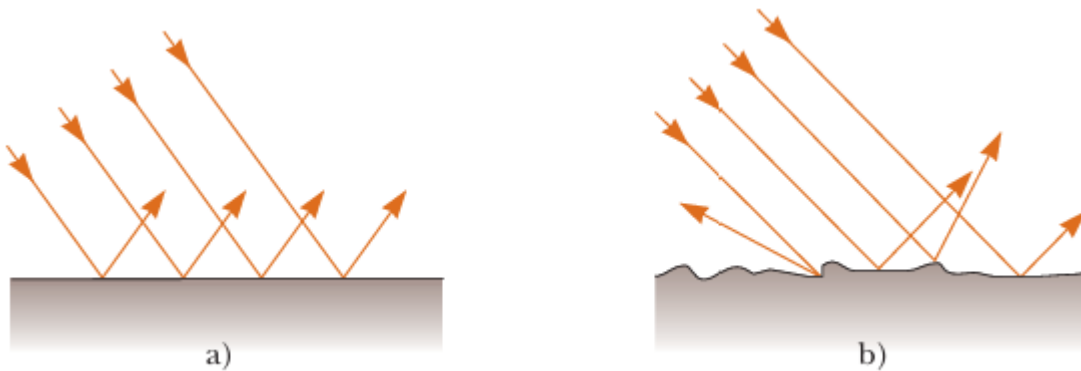
Dependiendo del tipo de superficie, la reflexión puede manifestarse en dos formas, como se representa en la Figura 3:

- ❖ **Reflexión especular:** ocurre en superficies lisas, como espejos, donde todos los rayos reflejados mantienen una dirección definida. Es la responsable de que podamos, por ejemplo, ver imágenes nítidas en los espejos.

- ❖ **Reflexión difusa:** ocurre en superficies irregulares, donde la luz se dispersa en múltiples direcciones, impidiendo la formación de una imagen definida. Este fenómeno explica por qué la mayoría de los objetos visibles no actúan como espejos.

Figura 3

Representación esquemática de la reflexión especular (a) y reflexión difusa (b).



Nota. Tomado de Física para ciencias e ingeniería, R. Serway y J. Jewett, vol 2, p. 982.

Ambos tipos de reflexión son relevantes desde el punto de vista didáctico, ya que permiten comprender por qué distintos materiales se perciben de formas diferentes y facilitan la distinción entre la luz reflejada y fuentes luminosas.

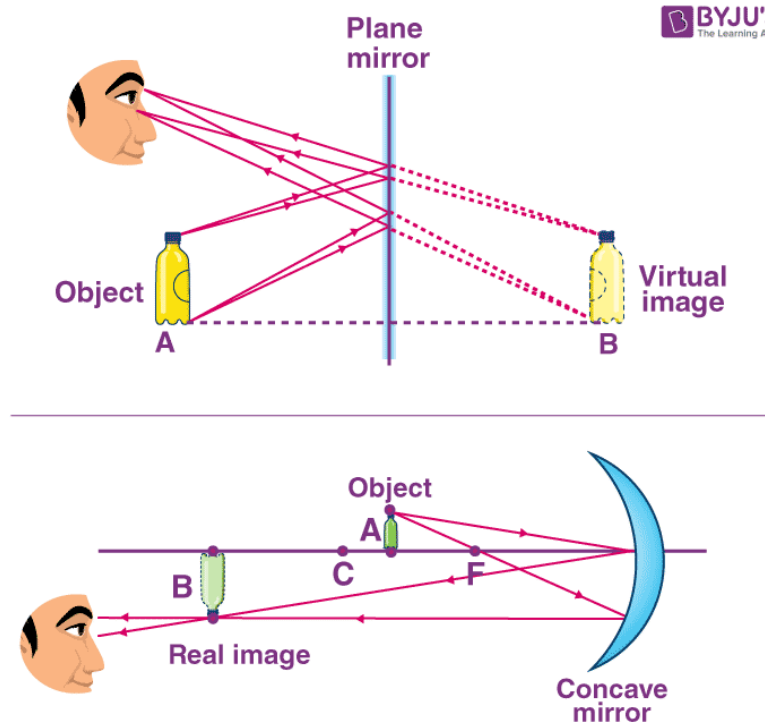
Tipos de imágenes

La formación de imágenes es un concepto central de la óptica geométrica y constituye uno de los aspectos más desafiantes para el estudiantado. Una imagen corresponde al lugar desde donde parecen provenir los rayos reflejados, y puede clasificarse según diversas propiedades que dependen del tipo de superficie, así como de la posición del objeto.

Como se muestra en la Figura 4, las imágenes pueden clasificarse en reales y virtuales.

Figura 4

Representación esquemática de una imagen virtual (figura de arriba) y una imagen real (figura de abajo).



Nota. Tomado de byjus. Difference Between Real Image and Virtual Image.

<https://byjus.com/physics/difference-between-real-image-and-virtual-image/>

- Imagen real: se forma cuando los rayos reflejados convergen efectivamente en un punto del espacio. Puede proyectarse en una pantalla, ya que existe una intersección física de los rayos. Este tipo de imagen es típica en los espejos cóncavos cuando el objeto se ubica más allá del foco (Serway & Jewett, 2007, p. 1013).
- Imagen virtual: se forma cuando los rayos no convergen realmente, sino que parecen divergir desde un punto detrás de la superficie. No puede proyectarse en una pantalla, ya que su existencia es una reconstrucción geométrica. Es el caso de los espejos planos y los espejos convexos (Serway & Jewett, 2007, p. 1013).

Imágenes derechas e invertidas

- Derechas: mantienen la orientación del objeto. Son típicas en los espejos planos y en imágenes virtuales de espejos convexos.
- Invertidas: se encuentran rotadas verticalmente. Aparecen principalmente en espejos cóncavos cuando la imagen es real.

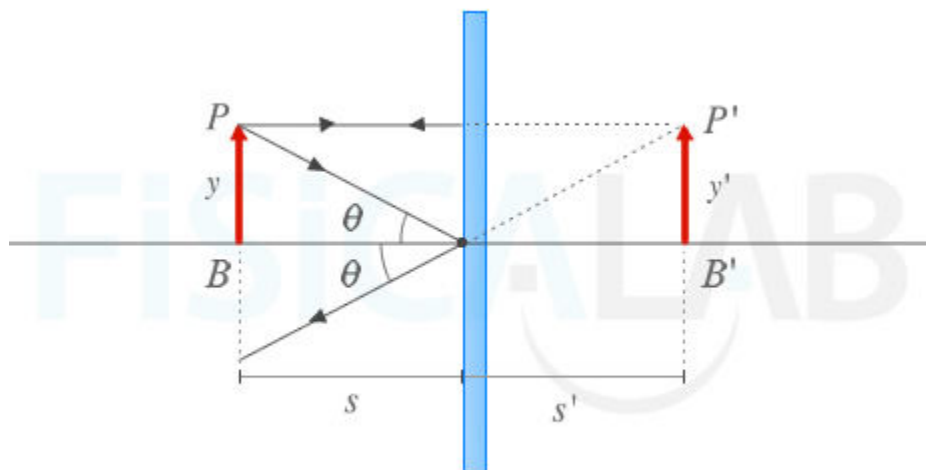
Formación de imágenes en espejos planos

En un espejo plano, la reflexión especular genera imágenes virtuales, derechas y del mismo tamaño que el objeto, como se muestra en la Figura 5. Estas imágenes virtuales se ubican a la misma distancia detrás del espejo, que la que hay entre los objetos y el espejo. Este carácter *virtual* implica que la imagen no puede proyectarse sobre una pantalla: existe únicamente como reconstrucción visual a partir de los rayos que llegan al ojo.

La correcta comprensión de esta idea es crucial, pues investigaciones didácticas han mostrado que los estudiantes suelen confundir la imagen con la trayectoria real de los rayos o con un punto físico detrás del espejo.

Figura 5

Formación de imagen en un espejo plano.



Nota. Tomado de El espejo Plano, FISICALAB, <https://www.fiscalab.com/apartado/espejo-plano>

Reflexión en espejos con superficies esféricas

En espejos cóncavos y convexos, la ley de la reflexión sigue siendo válida, pero la forma de la superficie modifica la convergencia o divergencia de los rayos reflejados. En espejos cóncavos, los rayos paralelos al eje de simetría, convergen en un punto denominado *foco*, mientras que en espejos convexos, estos rayos paralelos divergen como si provinieran desde un punto focal virtual.

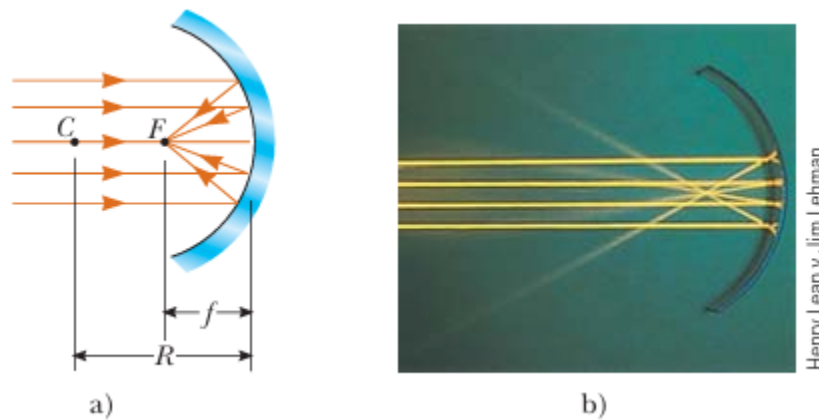
Estas propiedades permiten explicar una variedad de aplicaciones tecnológicas y constituyen un puente natural hacia el estudio de lentes, presente en los contenidos posteriores en el currículum.

Espejos cóncavos

También se les conoce como *espejos convergentes* y poseen una superficie reflectante orientada hacia el interior de la esfera que los generaría. En la Figura 6 se muestran rayos de luz paralelos incidiendo en este tipo de espejo:

Figura 6

- a) Esquema de rayos provenientes de un objeto distante reflejándose en un espejo cóncavo.
- b) Reflexión de rayos paralelos en un espejo cóncavo.



Nota. Tomado de Física para ciencias e ingeniería, R. Serway y J. Jewett, vol 2, p. 1012.

Desde un enfoque conceptual, el comportamiento óptico del espejo cóncavo depende de la posición del objeto respecto al centro de curvatura (C) y el foco (f). Esta configuración permite analizar casos como:

- Objeto situado más allá de C ,
- Objeto entre C y f ,
- Objeto entre f y el espejo.

Cada una de estas posiciones determina si la imagen resultante será real o virtual, invertida o derecha, aumentada o reducida, configurando un abanico de situaciones ópticas que pueden observarse experimentalmente mediante montajes simples.

Como se muestra en la Figura 6, los rayos paralelos al eje principal se reflejan intersectando en un punto característico denominado foco (f), situado aproximadamente a la mitad del radio de curvatura:

$$f = \frac{R}{2}$$

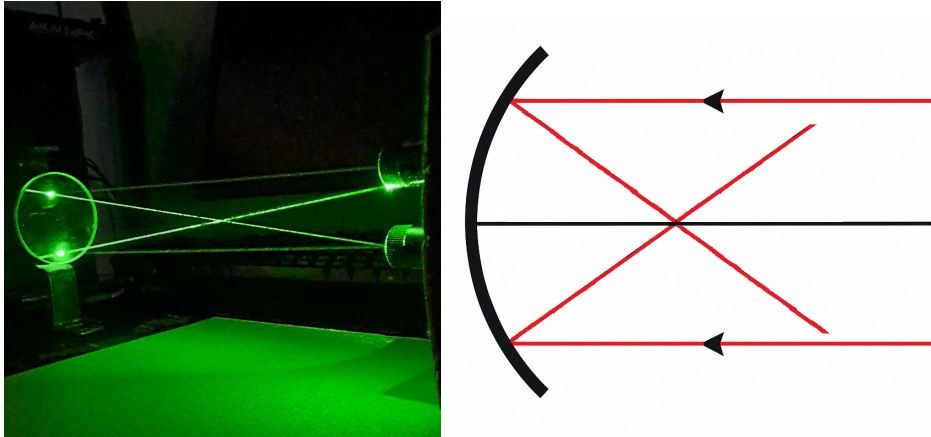
Esta propiedad es útil para el diseño de experimentos escolares, pues permite visualizar la ley de la reflexión aplicada sobre superficies curvas y observar de manera directa la convergencia de rayos hacia el foco.

Desde un punto de vista didáctico, esta convergencia constituye uno de los fenómenos más accesibles para el estudiantado, lo que facilita vincular el modelo geométrico con la evidencia empírica.

Estudios como los de Salinas y Sandoval (1999) muestran que muchos estudiantes pueden realizar correctamente los diagramas de rayos en el papel, pero presentan dificultades al relacionar dichos diagramas con el comportamiento real de la luz en un banco óptico, como se ejemplifica en la Figura 7. Por ello, es crucial acompañar el estudio teórico con demostraciones experimentales simples —como el uso de dos haces de láser paralelos incidiendo sobre un espejo cóncavo— que permitan observar la convergencia hacia el foco.

Figura 7

Ejemplo comparativo entre fenómeno real y diagrama de rayos.



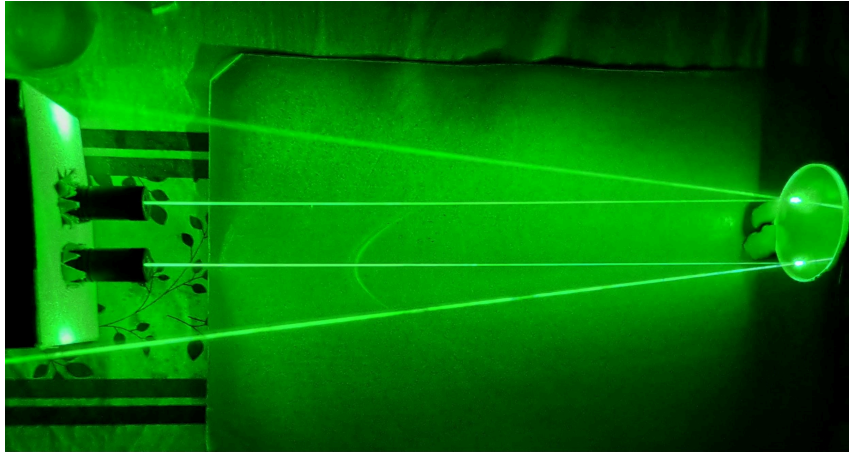
Nota. Montaje experimental y diagrama de elaboración propia a partir de Física para ciencias e ingeniería, R. Serway y J. Jewett, vol 2. p. 1011

Espejos convexos

Los espejos convexos o *divergentes* poseen su superficie reflectante orientada hacia el exterior de la esfera que lo generaría. Como se puede ver en la Figura 8, a diferencia del espejo cóncavo, en los espejos convexos los rayos pueden divergir tras reflejarse, generando la ilusión de que provienen desde un punto situado detrás del espejo: el foco virtual.

Figura 8

Montaje de dos rayos de luz divergiendo tras incidir sobre un espejo convexo.



Nota. Montaje experimental de elaboración propia.

Las propiedades fundamentales del espejo convexos son:

- Los rayos paralelos al eje principal se reflejan divergentes, pero sus prolongaciones hacia atrás del espejo convergen en un foco virtual.
- Todas las imágenes formadas son virtuales, derechas y reducidas, independientemente de la posición del objeto (Serway & Jewett, 2007). Esto ocurre porque los rayos reflejados siempre divergen después de la interacción, y su prolongación hacia atrás define un punto de origen aparente.
- Debido a esta reducción, son utilizados en aplicaciones donde se requiere un campo visual amplio, como retrovisores o espejos de seguridad.

Desde un punto de vista educativo, los espejos convexos son particularmente útiles para ilustrar la diferencia entre convergencia física y divergencia aparente, apoyándose en diagramas de prolongación de rayos. Sin embargo, su uso experimental suele ser menos frecuente que el de los espejos cóncavos, lo cual puede contribuir a que los estudiantes confundan el foco virtual con un punto real (Salinas & Sandoval, 1999).

Pertinencia didáctica del bloque conceptual

La revisión de estos conceptos, no sólo cumple una función disciplinar, sino que constituye la base para la propuesta experimental de esta investigación. El diseño de actividades con láseres, espejos planos y espejos curvos, requiere que los estudiantes puedan:

- Identificar rayos incidentes y reflejados,
- Medir ángulos de incidencia y reflexión,
- Distinguir entre reflexión especular y reflexión difusa,
- Interpretar la formación de imágenes a partir de la interacción luz-superficie.

De este modo, los conceptos aquí descritos funcionan como un andamiaje teórico que permitirá a los estudiantes relacionar el modelo de rayos con los resultados experimentales, favoreciendo la comprensión de las regularidades que gobiernan la reflexión de la luz.

2.3. La experimentación como Estrategia de Aprendizaje Activo

La experimentación constituye uno de los pilares de la enseñanza de las ciencias, pues promueve la construcción activa del conocimiento, el desarrollo del pensamiento científico y la formación de una ciudadanía capaz de tomar decisiones informadas. A nivel escolar, este enfoque se articula con el Aprendizaje Activo, entendido como un proceso en el que el estudiante participa de manera protagónica en la observación, análisis y explicación de fenómenos naturales, en contraste con metodologías centradas exclusivamente en la transmisión de contenidos.

2.3.1. Evidencia del Impacto del Aprendizaje Activo en Óptica

El aprendizaje activo ha emergido como una alternativa pedagógica robusta frente a los modelos tradicionales de enseñanza de las ciencias, caracterizados por la demostración expositiva, la resolución mecánica de ejercicios y la escasa

participación del estudiante. Este enfoque se fundamenta en la idea de que el aprendizaje ocurre de manera más profunda cuando los estudiantes interactúan directamente con los fenómenos, formulan predicciones, contrastan ideas previas, manipulan materiales y construyen colectivamente explicaciones. Así, el estudiante deja de ser un receptor pasivo de conocimientos y pasa a actuar como protagonista del proceso formativo.

Rojas Sánchez (2011) señala que el aprendizaje activo resulta especialmente pertinente para la enseñanza de la física, pues aborda “los elementos neurálgicos de su enseñanza”, superando las carencias asociadas a los modelos magistrales. El autor destaca que este enfoque se basa en:

- Trabajo experimental sencillo y de bajo costo, accesible y replicable en centros escolares.
- Construcción colectiva del conocimiento, donde el aula se transforma en un espacio de discusión y contraste de ideas.
- Partir de las preconcepciones de los estudiantes, reconociendo que el aprendizaje significativo requiere transformar esas ideas mediante evidencia experimental.
- Guiar al estudiante hacia el conocimiento científico, respetando los procesos mentales propios de la actividad científica.

Estas características coinciden con los principios constructivistas que inspiran gran parte de la investigación didáctica de la física y que orientan la transición desde la simple demostración hacia procesos de indagación científica.

Diversos estudios han mostrado los efectos positivos de este enfoque en el área de la óptica geométrica. Vergara Marín (2012) documenta que las actividades prácticas incrementan el interés y la motivación del estudiantado, mientras que Rojas Sánchez (2011) evidencia mejoras concretas en la comprensión de fenómenos ópticos cuando las prácticas se realizan activamente y no como en “recetas” preestablecidas.

Una de las aplicaciones más influyentes de este enfoque es el programa Active Learning in Optics and Photonics (ALOP), desarrollado por UNESCO (2006). Este modelo constituye una adaptación del aprendizaje activo específicamente para la enseñanza de la óptica y la fotónica, y ha sido utilizado en contextos de educación secundaria y primeros cursos universitarios. Según Rojas Sánchez (2011), ALOP incorpora talleres experimentales guiados y estrategias que fomentan el contraste entre predicciones, observaciones y explicaciones científicas.

La efectividad de ALOP se encuentra bien documentada. En la experiencia reportada por Alborch et al. (2019), donde se comparó una instrucción tradicional con una instrucción basada en ALOP en contenidos de óptica geométrica, se observó que:

- Ambos grupos presentaban un conocimiento inicial similar y bajo.
- El grupo que trabajó con ALOP obtuvo una ganancia conceptual significativamente mayor.
- La mejoría se distribuyó de manera homogénea entre el estudiantado.
- En el grupo tradicional, solo unos pocos estudiantes lograron avances sustantivos.

Estos resultados concuerdan con investigaciones previas en física (Hake, 1998; Sokoloff & Thornton, 1997, 2004), que atribuyen el progreso conceptual a la participación activa del estudiante, la presencia del conflicto cognitivo y el uso sistemático de predicciones y observaciones experimentales.

En conjunto, esta evidencia confirma que el aprendizaje activo no solo favorece la motivación y el interés por la óptica geométrica, sino que también constituye una estrategia efectiva para transformar concepciones, fortalecer la argumentación basada en evidencia y mejorar de manera sustancial la comprensión conceptual del fenómeno luminoso que se estudie.

2.3.2. De la Demostración a la Indagación: El desarrollo de competencias

Como se mencionó anteriormente, la experimentación es un medio fundamental para desarrollar competencias científicas, ya que permite que los estudiantes observen, analicen y argumenten a partir de evidencia directa (Hernández, 2005). Desde esta perspectiva, el aprendizaje se vuelve más activo y significativo, fortaleciendo la motivación y comprensión conceptual (Román Mireles & Mora-Barajas, 2022).

Superar la práctica tradicional basada en demostraciones expositivas, requiere migrar hacia un enfoque de indagación, en el que los estudiantes asuman un rol investigador. Sanmartí (2002), plantea que para aprender ciencia, es necesario que los estudiantes formulen hipótesis, las contrasten con datos, cuestionen sus observaciones y revisen críticamente sus propias ideas. Esta forma de trabajo promueve una argumentación basada en evidencia, coherente con lo que exige el currículum nacional (Ministerio de Educación de Chile, 2016).

En síntesis, la indagación no solo fortalece el desarrollo conceptual, sino que también permite enfrentar las ideas previas del alumnado y transformarlas mediante el trabajo experimental. El laboratorio (formal o de bajo costo) se convierte así en un espacio donde los estudiantes investigan, discuten resultados y construyen explicaciones científicas sustentadas, consolidando un aprendizaje activo y significativo.

2.3.3. Recursos y Materiales de Bajo Costo en el Laboratorio Escolar

La implementación de propuestas basadas en actividades experimentales suele enfrentarse a limitaciones materiales: la falta de laboratorios equipados y de instrumentos sofisticados conduce, con frecuencia, a que la enseñanza de la física se reduzca a clases teóricas y resolución de ejercicios, sustituyendo la experimentación por el trabajo puramente simbólico (Pérez Lozada & Falcón, 2009, p. 453). Frente a este escenario, diversos autores han destacado que la

clave no reside en disponer de aparatos complejos, sino en diseñar prototipos y experiencias significativas con materiales simples y accesibles.

En esta línea, Pérez Lozada y Falcón (2009) señalan que la construcción de dispositivos sencillos con materiales de bajo costo permite al profesorado realizar experimentos y demostraciones de aula incluso cuando la institución no cuenta con un laboratorio bien equipado. El enfoque metodológico que proponen integra diseño técnico y desarrollo didáctico, y se organiza en tres etapas claramente definidas, las cuales se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4: Etapas del enfoque de diseño y validación de prototipos experimentales.

| Etapas | Descripción |
|--|--|
| i. Diseño del prototipo y elaboración de manual docente. | Selección del fenómeno a ilustrar, croquis o fotografía del dispositivo, instrucciones de construcción y propuesta de actividades. |
| ii. Validación mediante juicio de expertos. | Evaluación del prototipo y del manual según criterios de pertinencia conceptual, claridad didáctica, facilidad de construcción y seguridad experimental. |
| iii. Aplicación en aula y ajuste. | Implementación con estudiantes para determinar su efectividad, identificar dificultades y realizar las mejoras necesarias. |

Nota. Elaborado a partir de Pérez Lozada & Falcón, 2009, p. 454.

Como se muestra en la Tabla 4, el manual de uso incluye el propósito del dispositivo, un croquis o fotografía, las instrucciones de construcción, sugerencias de actividades y preguntas orientadas a que el estudiantado describa el fenómeno y comprenda los conceptos implicados sin depender, en primera instancia, de formalismos matemáticos. Los resultados de la validación con docentes de secundaria y universidad muestran que la mayoría de los prototipos son valorados como eficaces, versátiles y didácticamente pertinentes, cumpliendo con el objetivo de facilitar la ilustración de los fenómenos ópticos con materiales de bajo costo.

Este planteamiento es coherente con propuestas que promueven que los estudiantes construyan sus propios instrumentos de experimentación. Según Pérez Lozada y Falcón (2009), el uso de materiales caseros o económicos facilita que cada estudiante elabore sus dispositivos, lo que permite su reposición en caso de daño y refuerza la apropiación del trabajo experimental, favoreciendo la autonomía, la creatividad y la comprensión significativa.

En el contexto específico de la óptica geométrica, el puntero láser constituye un recurso particularmente valioso. Sánchez Jiménez (2001) menciona que la disponibilidad masiva de punteros láser, derivada de su uso en el comercio y su producción a gran escala, ha abaratado su costo y los ha convertido en herramientas accesibles para los jóvenes. Gracias a su coherencia, alta intensidad y baja dispersión, estos dispositivos permiten obtener resultados más claros que los logrados con fuentes de luz blanca en experiencias de reflexión y refracción. El autor describe montajes simples, como el uso de cajas transparentes con agua ligeramente turbia o láminas de vidrio, que combinados con el haz del láser, hacen visible la trayectoria de los rayos y permiten comprobar empíricamente leyes como la de la reflexión.

Desde la perspectiva del aprendizaje activo, estos materiales de bajo costo se alinean con las propuestas que buscan que el estudiantado manipule directamente los fenómenos, formule predicciones y contraste sus ideas previas con la evidencia experimental (Rojas Sánchez, 2011; Alborch et al., 2019). En el caso de la reflexión de la luz, el uso combinado de punteros láser, espejos planos y curvos, y prototipos sencillos se presenta como una estrategia didáctica especialmente adecuada para primero medio: permite visualizar la propagación rectilínea de la luz, medir ángulos de incidencia y reflexión, y relacionar las observaciones con el modelo geométrico de rayos.

En síntesis, los materiales de bajo costo no constituyen una solución de emergencia, sino una oportunidad para democratizar el trabajo experimental en óptica geométrica. Su accesibilidad facilita la replicabilidad de las experiencias,

favorece la participación activa del estudiantado y crea condiciones reales para el desarrollo de competencias científicas en el aula.

3. Marco Metodológico

3.1. Enfoque de la metodología

El presente estudio se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, dado que su propósito no es medir variables ni establecer relaciones estadísticas, sino diseñar y fundamentar una secuencia didáctica orientada a la enseñanza del fenómeno de la reflexión de la luz en primero medio.

Hernández Sampieri et al. (2014, p. 8), mencionan que la investigación cualitativa se caracteriza por trabajar con descripciones, interpretaciones y construcciones teóricas que emergen del análisis de información relevante, utilizando datos no estandarizados y atendiendo al significado que los participantes o expertos atribuyen a los fenómenos educativos. Este enfoque es adecuado para elaborar una propuesta didáctica que exige coherencia conceptual y validez pedagógica, más que mediciones cuantitativas.

3.2. Tipo de estudio

El estudio presenta un alcance exploratorio-descriptivo. Es exploratorio porque aborda un problema que ha sido poco sistematizado en el contexto escolar: el diseño de una secuencia experimental específica para enseñar reflexión de la luz en primero medio. Es descriptivo porque organiza y detalla la estructura de dicha secuencia, especificando objetivos, procedimientos experimentales, materiales, tiempos, seguridad y orientaciones pedagógicas.

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios con estos alcances permiten “preparar el terreno” para etapas posteriores de desarrollo o aplicación, aportando caracterizaciones y fundamentos iniciales útiles para investigaciones futuras.

Asimismo, la metodología se inspira en la lógica de la investigación basada en diseño, entendida como un proceso en el que se elabora un producto

fundamentado y se somete a revisión experta para analizar su coherencia, pertinencia conceptual y viabilidad de implementación. Esta aproximación resulta pertinente ya que el objetivo de este trabajo no es la aplicación en el aula, sino su diseño, documentación y validación experta.

3.3. Etapas metodológicas del estudio

Para orientar este proceso, se retoman, adaptándolas a los objetivos de la tesina, las tres etapas propuestas por Pérez Lozada y Falcón (2009) en su metodología para la construcción de recursos experimentales. En su planteamiento original, los autores describen un ciclo de:

- (1) Diseño del prototipo y manual docente
- (2) Validación por especialistas
- (3) Aplicación en aula con ajustes posteriores

Dado que la presente investigación no contempla implementación, se adoptan únicamente las dos primeras fases y se incorpora una etapa final de proyección y mejora basada en los resultados del juicio de expertos, las cuales se sistematizan en la Tabla 5:

Tabla 5: Etapas metodológicas del estudio.

| Etapa | Descripción adaptada al presente trabajo |
|--|---|
| (i) Diseño preliminar | Elaboración del conjunto de actividades experimentales sobre la reflexión de la luz (espejo plano, reflexión especular/difusa, espejos curvos), acompañadas de sus guías, recomendaciones de uso, precauciones y orientaciones pedagógicas. |
| (ii) Validación mediante juicio de expertos. | Revisión de la secuencia por especialistas en didáctica de la física o en enseñanza de las ciencias, considerando criterios de pertinencia conceptual, claridad didáctica, viabilidad experimental, seguridad y coherencia metodológica. |
| (iii) Análisis de resultados y proyecciones. | Análisis de las observaciones recibidas, definición de recomendaciones para futuras implementaciones en aula (sin realización de la fase de aplicación en este estudio). |

Nota. Elaboración propia.

En síntesis, el enfoque metodológico presentado en la Tabla 5 permite:

- Fundamentar la propuesta desde una perspectiva cualitativa, centrada en la construcción y análisis de un recurso educativo.
- Describir de manera estructurada el diseño de la secuencia experimental.
- Asegurar su pertinencia mediante validación experta.
- Dejar definida una proyección para futuras implementaciones, sin formar parte del alcance del estudio.

Este enfoque resulta coherente con los objetivos del trabajo, centrado en diseñar y validar una secuencia de actividades experimentales para la enseñanza de la reflexión de la luz en estudiantes de primero medio, en consonancia con el currículum nacional y con la literatura didáctica revisada.

3.4. Diseño de la propuesta

La propuesta consiste en el diseño de una secuencia de actividades experimentales destinada a la enseñanza del fenómeno de la reflexión de la luz en primero medio. El diseño busca articular experimentación, análisis y modelización, de manera que los estudiantes puedan construir explicaciones fundamentadas a partir de observaciones directas.

Dado que este trabajo no contempla una implementación, la propuesta se desarrolla de manera completa (con guías, montajes, orientaciones y recomendaciones pedagógicas) para luego ser sometida a validación por especialistas.

3.4.1. Principios orientadores del diseño

a) Progresión conceptual ordenada:

- 1) Ley de la Reflexión.
- 2) Reflexión Especular y Difusa.
- 3) Reflexión en Espejos Cóncavos.
- 4) Reflexión en Espejos Convexos.

Se espera que los estudiantes construyan el modelo geométrico paso a paso, conectando cada nuevo contenido con experiencias anteriores.

b) Centralidad del trabajo experimental:

Cada clase considera al menos un montaje experimental que permita observar o manipular directamente el fenómeno trabajado. Estos experimentos no buscan sofisticación técnica, sino claridad conceptual: visualizar trayectorias de rayos, medir ángulos, identificar focos o prolongaciones virtuales, etc.

c) Actividades centradas en indagación:

Las guías incluyen momentos de predicción, observación, registro, análisis y síntesis, con el fin de promover habilidades de razonamiento científico y fomentar que los estudiantes elaboren explicaciones basadas en evidencias.

d) Claridad pedagógica y replicabilidad:

Cada clase cuenta con una guía del estudiante y una guía docente que especifican:

- Propósito de la sesión.
- Actividades paso a paso.
- Instrucciones para montajes.
- Preguntas orientadoras.

3.4.2. Estructura general de la secuencia

La propuesta contempla cuatro clases de 45 minutos, diseñadas con una progresión lógica tanto experimental como conceptual. La Tabla 6 resume la estructura global:

Tabla 6: Estructura general del diseño de la propuesta

| Clase | Tema central | Actividad experimental | Objetivo principal | Producto esperado |
|-------|-------------------------------|--|---|---|
| 1 | Ley de la reflexión. | Haz láser sobre espejo plano; medición de ángulos. | Comprender la ley de la reflexión mediante observación y registro. | Esquema de rayos y tabla de mediciones. |
| 2 | Reflexión especular y difusa. | Comparación entre superficies reflectantes. | Diferenciar ambos tipos de reflexión y explicar sus causas. | Esquemas de rayos; cuadro comparativo y análisis escrito. |
| 3 | Reflexión en espejo cóncavo. | Dos rayos incidentes; identificación de foco. | Representar y explicar la convergencia de rayos en un espejo cóncavo. | Esquema del fenómeno y explicación conceptual. |
| 4 | Reflexión en espejo convexo. | Rayos divergentes y prolongación virtual. | Comprender la formación de imágenes virtuales en espejos convexos. | Esquema del fenómeno y conclusiones finales. |

Nota. Elaboración propia. Presentaciones, guías, esquemas de montajes y orientaciones docentes se incluyen en los anexos.

Rol del docente:

- Organizar el espacio y coordinar montajes.
- Orienta el trabajo, asegurando el carácter indagatorio.
- Facilita preguntas que guían la modelización.
- Sistematiza los aprendizajes al final de cada sesión.
- Verifica el cumplimiento de normas de seguridad.

Rol del estudiante:

- Manipula materiales y realiza observaciones directas.
- Formula predicciones iniciales.
- Registra trayectorias y ángulos.
- Interpreta resultados y elabora conclusiones.
- Participa del análisis y la discusión.

3.5. Validación de la propuesta

La validación de la propuesta se realizará mediante juicio de expertos, con el fin de asegurar la coherencia conceptual, didáctica y experimental de la secuencia diseñada. Esta fase constituye un componente central en metodologías de diseño educativo, ya que permite identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora antes de una futura implementación en aula.

3.5.1. Selección de los expertos

Se invita a participar a profesionales con experiencia en alguna de las siguientes áreas:

- Didáctica de la física o de las ciencias.
- Enseñanza de la óptica en niveles escolares o universitarios.
- Diseño de actividades experimentales o recursos para la enseñanza de la física.

La selección se realizará buscando diversidad de perspectivas disciplinarias y pedagógicas, pero asegurando que cada evaluador posea formación pertinente para analizar la propuesta.

3.5.2. Instrumento de evaluación

Los expertos revisarán:

1. El manual docente con los montajes y orientaciones.
2. Las guías del estudiante.
3. La planificación de la secuencia completa.
4. Las especificaciones experimentales de cada actividad.

Para ello, se utilizará una pauta de valoración que considera criterios como:

- **Pertinencia conceptual:** precisión científica, claridad en los modelos utilizados y coherencia en la progresión de contenidos.

- **Coherencia didáctica:** claridad de los objetivos, adecuación de actividades, pertinencia de las preguntas orientadoras y consistencia interna de la secuencia.
- **Viabilidad experimental:** factibilidad de los montajes, tiempos requeridos, seguridad y manejo técnico de los materiales.
- **Comprensibilidad y uso docente:** claridad de instrucciones, estructura del manual, organización de las guías y potencial de implementación.

La pauta combinará preguntas abiertas (para recoger sugerencias cualitativas) y escalas de valoración tipo Likert, de modo de obtener información sistemática sin perder riqueza interpretativa.

3.5.3. Procedimiento de validación

1. Entrega del material: cada experto recibirá el conjunto completo de documentos de la propuesta.
Revisión individual: los evaluadores analizarán la secuencia de manera autónoma utilizando la pauta entregada.
2. Recopilación y sistematización: se reunirán todas las observaciones en una matriz que permitirá identificar patrones, acuerdos y discrepancias.
3. Síntesis de resultados: se elaborará un análisis interpretativo destacando aspectos positivos, puntos críticos y recomendaciones.

4. Resultados

La presente sección expone los principales resultados obtenidos a partir del diseño de la propuesta didáctica y de su proceso de validación por juicio de expertos. En coherencia con los objetivos del estudio, los resultados no se refieren a la aplicación de la secuencia en aula, sino a la construcción del producto didáctico y a la valoración experta de su pertinencia, coherencia y viabilidad para la enseñanza de la reflexión de la luz en primero medio.

En primer lugar, se describe el producto didáctico diseñado, detallando sus componentes y su organización general. Posteriormente, se caracteriza el proceso de validación realizado mediante un instrumento aplicado a docentes con experiencia en el área de la enseñanza de la física y las matemáticas.

4.1. Producto didáctico diseñado

Como resultado principal de este trabajo, se diseñó una secuencia didáctica experimental para la enseñanza de la reflexión de la luz, dirigida a estudiantes de primero medio y alineada con el currículum nacional de Ciencias Naturales (Física).

La propuesta se estructura en cuatro sesiones de trabajo experimental, organizadas de manera progresiva desde situaciones simples hacia fenómenos de mayor complejidad conceptual, abordando los siguientes contenidos:

- **Sesión 1:** Ley de la reflexión con espejo plano.
- **Sesión 2:** Reflexión especular y reflexión difusa.
- **Sesión 3:** Reflexión en espejos cóncavos, convergencia de rayos e identificación del foco.

- **Sesión 4**: Reflexión en espejos convexos, divergencia de rayos y formación de imágenes virtuales.

Cada sesión fue diseñada considerando objetivos de aprendizaje claros, el desarrollo explícito de habilidades de investigación científica y la incorporación de actitudes científicas, en coherencia con las orientaciones curriculares vigentes.

Para apoyar la implementación de la secuencia, el producto didáctico incluye los siguientes elementos:

- **Guía del Estudiante N°1**, correspondiente a las sesiones 1 y 2, centrada en la observación, medición de ángulos, análisis de datos, construcción de gráficos y comparación entre distintos tipos de reflexión.
- **Guía del Estudiante N°2**, correspondiente a las sesiones 3 y 4, orientada a la exploración de espejos curvos, la identificación experimental del foco, la construcción de diagramas de rayos notables y el análisis de la formación de imágenes.
- **Manual docente**, que acompaña la secuencia y entrega orientaciones didácticas, recomendaciones de seguridad, sugerencias para el armado de montajes experimentales simples, criterios de adaptabilidad y pautas para la organización del trabajo en aula.
- **Instrumentos de evaluación**, consistentes en listas de cotejo por habilidades científicas y tickets de salida, diseñados para recoger evidencias del aprendizaje de manera coherente con el enfoque experimental y formativo de la propuesta.
- **Presentación**, para complementar las sesiones.

Los documentos que componen el producto didáctico se encuentran disponibles íntegramente en los **Anexos**, permitiendo su revisión detallada y su eventual utilización por otros docentes interesados en implementar la secuencia.

4.2. Caracterización del proceso de validación por expertos

El proceso de validación se realizó mediante un **instrumento** estructurado en Google Forms, aplicado a seis profesionales vinculados a la enseñanza de la física. Participaron tres profesores de física, dos de física y matemáticas y un docente con grado de magíster en educación, lo que permitió integrar miradas disciplinares y didácticas complementarias.

- **Rol Actual:** La mayoría (83.3%, 5 expertos) se desempeña como docente escolar, lo que asegura que la evaluación considere las realidades cotidianas del aula de 1° medio. Un 16.7% (1 experto) es docente universitario, aportando una perspectiva de rigor científico y articulación con niveles superiores.
- **Experiencia:** El grupo presenta un rango diverso de experiencia, desde 2 hasta 20 años, con un promedio de aproximadamente 8 años. Esta variedad enriquece la evaluación, combinando la mirada fresca con la experiencia consolidada.
- **Familiaridad con el Currículum:** Un dato crucial es que el 100% de los expertos declaró tener una familiaridad Alta (83.3%) o Media (16.7%) con el currículum chileno de 1° medio. Esto valida que los juicios emitidos sobre la pertinencia curricular están fundados en un conocimiento directo del marco oficial.

4.3. Análisis de los resultados cuantitativos de la validación

Los resultados cuantitativos, obtenidos mediante escalas Likert en siete dimensiones clave, revelan un consenso mayoritariamente positivo. La Tabla 7 sintetiza los promedios y el nivel de consenso por dimensión, ofreciendo una visión global de la validación.

Tabla 7: Resultados Globales de la Validación por Dimensiones

| Dimensión Evaluada | Promedio (escala 1-4) | Nivel de Consenso | Observación principal |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------|--|
| A. Pertinencia Curricular | 3.83 | Alto | Coherencia completa con el currículum y desarrollo de habilidades. |
| B. Rigor Conceptual | 3.92 | Muy Alto | Presentación científica correcta y apropiada para el nivel. |
| C. Diseño Didáctico | 3.67 | Alto | Progresión clara, pero con observaciones sobre la viabilidad temporal. |
| D. Calidad de Materiales | 3.92 | Muy Alto | Guías y manual evaluados como muy claros y bien diseñados. |
| E. Viabilidad | 3.50 | Medio Alto | Materiales razonables, pero con reservas sobre el tiempo y el modo demostrativo. |
| F. Seguridad | 4.00 | Máximo | Normas explícitas y adecuadas, sin observaciones negativas. |
| G. Evaluación | 3.90 | Alto | Instrumentos alineados y útiles para la retroalimentación. |
| Valoración Global (1-10) | 9.0 | Muy Alta | 100% de los expertos la implementaría (66.7% tal cual, 33.3% con ajustes menores). |

Nota. Escala utilizada: 1=No cumple/inadecuado, 2=Cumple parcialmente/requiere ajustes importantes, 3=Cumple/requiere ajustes menores, 4=Cumple completamente/muy adecuado.

Hallazgos Destacados por dimensión:

- **Pertinencia Curricular y Rigor Conceptual (Dim. A y B):** Son las dimensiones mejor evaluadas. El 100% de los expertos calificó como "Cumple completamente" la correcta presentación de la ley de reflexión (B1) y la formación de imágenes (B5). Esto indica que la secuencia logra el balance fundamental entre fidelidad científica y adecuación al nivel escolar, superando el riesgo de generar confusiones conceptuales señalado en la literatura (Álvarez Jubete, 2022).

- **Diseño Didáctico y Viabilidad (Dim. C y E):** Si bien la progresión conceptual (C1) y el rol mediador del docente (C5) recibieron unanimidad positiva, la viabilidad temporal emerge como el principal punto de atención. Solo 3 de 6 expertos consideraron que la secuencia es viable en sesiones de 45 minutos (C4), y el 50% la señaló como la prioridad de mejora. Esto refleja directamente los desafíos de tiempo y recursos documentados en el planteamiento del problema (Mordeglia & Mengascini, 2014).
- **Calidad de Materiales y Seguridad (Dim. D y F):** La claridad de las guías estudiantiles (D1, D2) y los diagramas (D3) fue avalada por el 100% de los expertos. La seguridad obtuvo la puntuación perfecta (4.0), validando que las advertencias y organización propuestas para el uso de láseres son suficientes y claras, un aspecto crítico para el trabajo experimental (Sánchez Jiménez, 2001).
- **Valoración Global:** La nota promedio de 9.0/10 y el hecho de que el 100% de los expertos declaran que implementarían la secuencia (66.7% tal cual, 33.3% con ajustes menores) constituye la evidencia más robusta de la validez y utilidad percibida de la propuesta didáctica diseñada.

4.4. Análisis de los resultados cualitativos y sugerencias de mejora

Los comentarios abiertos de los expertos permiten profundizar en los "por qué" detrás de las puntuaciones y orientar mejoras específicas. Se identifican tres ejes centrales de retroalimentación:

- I. **Refuerzo de la Autonomía y la Aplicación:** Un experto sugirió "transitar desde la guía a otro tipo de tareas, por ejemplo, un proyecto sencillo donde apliquen los contenidos trabajados". Esto apunta a una evolución deseable hacia el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), fortaleciendo la transferencia y el sentido de utilidad del conocimiento.

- II. **Atención a la Diversidad y Ajustes de Lenguaje:** Surgió una sugerencia clave: "agregar un apartado donde se sugieren adecuaciones... desde el enfoque del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA)". Además, se recomendó "adaptar al contexto el lenguaje a utilizar" y entregar "ejemplos concretos" para el rango etario. Estas observaciones enriquecen el manual docente, orientándose hacia una didáctica más inclusiva y contextualizada.
- III. **Optimización Logística y Temporal:** Las sugerencias más recurrentes se centraron en el tiempo: "aumentaría el tiempo de las sesiones, particularmente en lo referido a lo experimental" y "se requieren más de 45 minutos". Esto no invalida la secuencia, sino que recomienda su implementación flexible, ya sea en bloques dobles o distribuyendo actividades en más sesiones, anticipándose a la gestión real del aula.

4.5. Discusión integrada de los resultados

Los resultados de la validación permiten afirmar que se cumplieron los objetivos del estudio. En primer lugar, se confirma que el producto didáctico diseñado (secuencia, guías, manual, instrumentos) posee una coherencia interna y una pertinencia curricular sobresalientes. La alta evaluación en rigor conceptual y alineación con el OA 11 demuestra que responde efectivamente a la "brecha curricular-práctica" identificada.

En segundo lugar, el proceso de validación por expertos cumplió su propósito de refinar y fortalecer la propuesta. Las fortalezas señaladas –como la progresión conceptual, el material claro y la seguridad– la posicionan como un recurso confiable. Las sugerencias recibidas, lejos de debilitarla, proporcionan una hoja de ruta valiosa para su optimización, centrada en tres pilares: flexibilidad temporal, inclusividad (DUA) y profundización hacia la aplicación.

En conjunto, los datos indican que la secuencia no solo es teóricamente sólida, sino que es percibida por profesionales en ejercicio como una herramienta didáctica viable, segura y lista para ser utilizada en el aula de 1° medio.

5. Conclusión y proyecciones

5.1. Conclusión

El presente trabajo tuvo como propósito principal el diseño y validación de una secuencia didáctica experimental para la enseñanza de la reflexión de la luz en primero medio, en coherencia con el currículum nacional de Ciencias Naturales. A partir del proceso desarrollado, es posible concluir que dicho objetivo fue alcanzado de manera satisfactoria.

En primer lugar, se logró elaborar un producto didáctico completo, estructurado y coherente, compuesto por una secuencia de cuatro sesiones experimentales, dos guías de estudiante, un manual docente y diversos instrumentos de evaluación. Este conjunto de materiales se caracteriza por una progresión conceptual clara, que avanza desde la reflexión en espejos planos hacia el estudio de espejos curvos, integrando de manera articulada la reflexión especular, difusa, cóncava y convexa. Asimismo, la propuesta incorpora explícitamente el desarrollo de habilidades y actitudes científicas promovidas por el currículum, fortaleciendo una enseñanza de la óptica geométrica centrada en la comprensión conceptual y la modelización.

En relación con el objetivo de proponer orientaciones didácticas y evaluativas que favorezcan la implementación de la secuencia en el aula, se concluye que el manual docente diseñado constituye un apoyo pedagógico pertinente y funcional. Las orientaciones entregadas, que enfatizan el rol mediador del docente, el uso de la experimentación como eje del aprendizaje, la formulación de predicciones y el análisis de evidencias, fueron valoradas positivamente durante el proceso de validación. Al mismo tiempo, este proceso permitió identificar la necesidad de reforzar aspectos como la gestión flexible del tiempo de aula y la atención a la diversidad, los cuales emergen como elementos clave para enriquecer futuras versiones de la propuesta.

Respecto al objetivo de validar la propuesta mediante juicio de expertos, los resultados obtenidos permiten afirmar que la secuencia fue evaluada de manera altamente favorable. La valoración global alcanzada, junto con los altos niveles de consenso en dimensiones como pertinencia curricular, rigor conceptual, calidad de materiales y seguridad, respaldan la solidez del diseño didáctico. Las sugerencias planteadas por los expertos se concentraron principalmente en la viabilidad temporal de las sesiones y en la incorporación de enfoques inclusivos, aspectos que no cuestionan la estructura central de la propuesta, sino que ofrecen orientaciones valiosas para su mejora y adaptación.

En síntesis, se concluye que el trabajo desarrollado permitió diseñar y validar una secuencia de actividades experimentales sobre la reflexión de la luz que se presenta como un recurso didáctico fundamentado, coherente y listo para su implementación en el contexto escolar. De este modo, la propuesta contribuye a abordar la problemática de la escasez de materiales experimentales estructurados para la enseñanza de la óptica geométrica, identificada tanto en la literatura como en experiencias educativas previas, aportando a la reducción de la brecha entre las orientaciones curriculares y la práctica docente cotidiana.

5.2. Proyecciones del trabajo

Los resultados obtenidos en esta tesina abren diversas posibilidades de proyección y continuidad, tanto en el ámbito de la investigación educativa como en el desarrollo profesional docente. Una primera línea de proyección natural corresponde a la implementación de la secuencia en contextos escolares reales. En este sentido, se plantea la posibilidad de realizar estudios posteriores de carácter cuasi-experimental o de investigación-acción, que permitan evaluar el impacto de la propuesta en el aprendizaje conceptual de los estudiantes y en variables como la motivación, el interés y la disposición hacia el aprendizaje de la física, mediante el uso de instrumentos como pre-test y post-test comparativos.

Asimismo, se proyecta la ampliación y profundización de la secuencia didáctica, incorporando instancias de aplicación integradora de los contenidos

trabajados. En coherencia con las sugerencias surgidas durante la validación por expertos, una proyección relevante es el desarrollo de un módulo de cierre bajo la modalidad de Aprendizaje Basado en Proyectos, en el cual los estudiantes puedan diseñar y construir dispositivos simples que apliquen los principios de la reflexión de la luz, fortaleciendo la transferencia del conocimiento a contextos significativos.

Otra proyección relevante se relaciona con la adaptación e inclusividad de la propuesta. Se considera pertinente avanzar hacia una versión ampliada del manual docente que incorpore de manera sistemática orientaciones basadas en el Diseño Universal para el Aprendizaje, ofreciendo estrategias de flexibilización, apoyos y alternativas que respondan a la diversidad de necesidades presentes en el aula, sin perder coherencia conceptual ni rigor científico.

Finalmente, los principios metodológicos que sustentan esta propuesta, como la progresión conceptual, el énfasis en la experimentación, la modelización mediante diagramas de rayos y el uso de materiales accesibles, pueden extenderse al diseño de nuevas secuencias experimentales para otros contenidos de la óptica, como la refracción de la luz, o para otras unidades del currículum de física. De este modo, el trabajo desarrollado no solo busca dar cierre a una problemática específica, sino también contribuir a la construcción de una cultura de diseño, validación y mejora continua de recursos didácticos para la enseñanza de la física en el contexto escolar chileno.

References

- Alborch, A., Pandiella, S., & Benegas, J. (2019, 10 10). APRENDIZAJE ACTIVO EN ÓPTICA (PROGRAMA ALOP). RELATO DE UNA EXPERIENCIA EN LA ESCUELA SECUNDARIA. *Anuario Digital de Investigación Educativa*, 26.
<https://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adiv/article/view/3997>
- Álvarez Jubete, E. (2022). *La enseñanza de la óptica en 2º de Bachillerato. Problemática actual y propuesta de mejora*.
- Burdiles Cifuentes, P., & Canto Quinsacara, E. (2023). *Impacto del conocimiento de la Óptica Geométrica y la percepción pedagógica desde los elementos de la Neurodidáctica* [Anteproyecto para optar al Título de Profesor (ra) de Enseñanza Media en Ciencias Naturales con mención en Biología o Física o Química].
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales. Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 42(especial).
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>
- BYJU'S. (s. f.). *Difference between real image and virtual image*.
<https://byjus.com/physics/difference-between-real-image-and-virtual-image/> Consulta: 7 de octubre de 2025.
- Cabrera Medina, J. M., & Sánchez Medina, I. I. (2016, Noviembre). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. *Memorias de Congresos UTP*, 49 - 55.
- Cervantes M., A., Rubio U., L. M., & Prieto G., J. L. (2015). Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, 4(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/33253074.pdf>
- Céspedes Astorga, F., Elgueta Águila, M., & Soto Zamora, N. (2012). *PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA UNIDAD II DEL PROGRAMA DE FÍSICA DE PRIMER AÑO DE*

- ENSEÑANZA MEDIA: "LA LUZ"*. [Seminario de título conducente al grado de Licenciado en Educación de Física y Matemáticas]. Santiago, Chile.
- Chile. Ministerio de Educación. Unidad de Currículum y Evaluación. (2015). *Bases curriculares: 7o básico a 2o medio ; Ministerio de Educación, 2015*. Unidad de Currículum y Evaluación, Ministerio de Educación, República de Chile.
- https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-37136_bases.pdf
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., & Vergara, C. (2010). *LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN CHILE: DEBILIDADES DE LA ENSEÑANZA Y FUTUROS DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIA*. Estudios Pedagógicos (Valdivia).
- <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052010000200016>
- Cuesta Moreno, L. M. (2019, January 29). *El método científico como estrategia pedagógica para activar el pensamiento crítico y reflexivo | Ciencias Sociales y Educación*. Revistas.
- Retrieved November 13, 2025, from <https://doi.org/10.22395/csye.v8n15a5>
- Del Río Osorio, N. A., & Cardona Zapata, M. E. (2022, August 3). *El trabajo experimental en la enseñanza de la física en secundaria: una revisión crítica de literatura*. Repositorio Universidad Nacional. Retrieved September 20, 2024, from <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81787>
- FISICALAB. (s. f.). *El espejo plano*. <https://www.fiscalab.com/apartado/espejo-plano> Consulta: 15 de octubre de 2025.
- García, M. P. (2024). *Recopilación y Diseño de Experimentos para hacer Demostraciones de Óptica*.
- González, Á. d. A., & Gómez Gómez, A. (2005). El aprendizaje significativo y funcional. In G. Pinto Cañón (Ed.), *Didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos* (pp. 61-66). Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.

- Guisasola, J., Ametller, J., & Zuza, K. (2021, enero). Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801
- Guisasola Aranzabal, J., & Morentin Pascual, M. (2007, Mayo 14). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3).
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3704>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Association of Physics Teachers*.
- Hernández, C. A. (2005, 10 11). *¿Qué son las competencias científicas?*
https://acofacien.org/images/files/ENCUENTROS/DIRECTORES_DE_CARRERA/I_REUNION_DE_DIRECTORES_DE_CARRERA/ba37e1_QUE%20SON%20LAS%20COMPETENCIAS%20CIEN TIFICAS%20-%20C.A.%20Hernandez.PDF
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE). (s. f.). *La óptica geométrica*. Biblioteca Digital ILCE.
https://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/107/htm/sec_7.htm
Consulta: 15 de octubre de 2025.
- Latorre Ariño, M. (2017). *APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y FUNCIONAL* [Aplicación en el aula].
- López Velasco, J., Lupión Cobos, T., & Mirabent Martínez, A. (2005). *SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y DE LA QUÍMICA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA: "ESTADO CRÍTICO"*. Gabriel Pinto Cañón.

- https://www.researchgate.net/profile/Gabriel-Pinto-5/publication/258239780_Didactica_de_la_Fisica_y_la_Quimica_en_los_Distintos_Niveles_Educativos/links/0c960529301d58e4000000/Didactica-de-la-Fisica-y-la-Quimica-en-los-Distintos-Niveles-Educativos.pdf#pa
- Ministerio de Educación de Chile. (2016, noviembre). *Programa de Estudio Ciencias Naturales 1º medio* (1st ed.). Unidad de Currículum y Evaluación.
- Mordeglia, C., & Mengascini, A. (2014). Caracterización de prácticas experimentales en la escuela a partir del discurso de docentes de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(2). Google Scholar. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.755>
- OECD. (2023). *Marco de evaluación de Ciencia PISA 2025*. OECD. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/per_spa/
- Parra Zeltzer, V., Vanegas Ortega, C., & Bustamante González, D. (2021). La clase de física es una extensión de la clase de matemática: percepciones de estudiantes de enseñanza media sobre la enseñanza de la física. *Estudios Pedagógicos, 47*(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052021000300291>
- Pérez Lozada, E., & Falcón, N. (2009). DISEÑO DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES ORIENTADOS AL APRENDIZAJE DE LA ÓPTICA. *Eureka, 452-465*.
- Perrupato, S. (2020). LA RELACIÓN ENTRE TEORÍA Y PRÁCTICA EN EL CAMPO DE LA DIDÁCTICA. REFLEXIONES PRETÉRITAS Y PROYECCIONES ACTUALES*. *Paideia, (67)*, 117-139. <https://doi.org/10.29393/Pa67-4RTPCX0004>
- Rojas Sánchez, G. A. (2011). La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8654>
- Román Mireles, A., & Mora-Barajas, J. G. (2022, October 15). *Actividades experimentales como estrategia didáctica para la enseñanza de la física en la educación secundaria | Revista*

- Latinoamericana de Ciencias Sociales - Relacis*. Grupo J. J. San Marcos. Retrieved October 24, 2024, from <https://revistas.jjsanmarcos.org/index.php/relacis/article/view/35>
- Saiz-Mendiguren, F. J. (2019, 06 03). *Metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics) aplicada a la óptica geométrica de la asignatura de Física de 2º Bachillerato*. reunir. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/8768>
- Salinas, J., & Sandoval, J. (1999). Objetos e imágenes reales y virtuales en la enseñanza de la utópica geométrica. *REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA*, 12(2).
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/16149>
- Sánchez Jiménez, C. (2001, abril). Experimentos de óptica con un puntero láser. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (28), 113.
- Sánchez Valiente, I. (Ed.). (2021). *Elaboración de material experimental para la enseñanza de la óptica geométrica*. UVaDOC. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/49798>
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2007). *Física para ciencias e ingenierías Vol. 2. 7e*. Cengage Learning Editores S.A. de C.V.
- Sokoloff, D. R., & Thornton, R. K. (1997). Using Interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment. *THE PHYSICS TEACHER*, 35.
- UNESCO. (2006). *Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica*. University of Oregon, USA.
- Valdivia Lillo, N. (2016). Alfabetización científica en física El cambio curricular no ha sido suficiente. *Praxis Pedagógica*, 16(18), 71-87.
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.16.18.2016.71-87>
- Vergara Marín, D. P. (2012). *ESTUDIO DEL IMPACTO DIDÁCTICO DE LA METODOLOGÍA "APRENDIZAJE ACTIVO" EN LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA*.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9817>

Anexo

Anexo 1. Planificación de Clases

Sesión 1

Sesión 1 - Ley de la Reflexión

Objetivo de la clase

Comprobar experimentalmente la ley de la reflexión mediante la medición de ángulos de incidencia y reflexión, registrando datos de forma sistemática y elaborando conclusiones basadas en evidencia.

Habilidades

- **Observar y plantear preguntas (OAH a, b):**
 - Los estudiantes observan el comportamiento de un haz de luz al incidir sobre un espejo plano y formulan predicciones sobre la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión, a partir de la demostración inicial y de sus conocimientos previos.
- **Procesar y analizar evidencia (OAH h, i, j):**
 - Registran datos experimentales en tablas, construyen gráficos que relacionan ángulos de incidencia y reflexión, y utilizan un modelo geométrico de rayos (normal, rayo incidente y rayo reflejado) para interpretar el fenómeno. Analizan los resultados obtenidos identificando patrones y relaciones entre las variables medidas, empleando vocabulario disciplinar básico.
- **Comunicar (OAH l):**
 - Elaboran conclusiones escritas basadas en evidencia experimental, explicando la relación entre los ángulos medidos y formalizando la ley de la reflexión a partir de los datos obtenidos.

Actitudes

- OA A: Curiosidad e interés por comprender cómo se comporta la luz al reflejarse.
- OA B: Esforzarse por medir con precisión y registrar datos con orden.
- OA C: Trabajar responsable y colaborativamente en el grupo, respetando los roles.
- OA D: Mostrar actitud crítica frente a la evidencia, revisando si los resultados coinciden con lo esperado.

Recursos

Computador, proyector, presentación PPT breve (opcional), cuaderno, lápiz, puntero láser, espejo

| | |
|------------------------------------|--|
| | plano, transportador adherido a una base rígida, base rígida, cuaderno, lápiz y guía del estudiante 1 (una por estudiante). |
| Momentos de la clase | Descripción de actividades |
| Inicio (10 minutos) | <p>La clase comienza con una breve presentación PPT donde el/la docente introduce el propósito general de la secuencia: comprender cómo la luz interactúa con distintas superficies para formar imágenes, conectando este objetivo con situaciones cotidianas como verse en un espejo, un reflejo en el agua o una vitrina.</p> <p>Para activar conocimientos previos y preparar conceptualmente el experimento, el/la docente plantea preguntas abiertas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “¿Por qué creen que podemos vernos en un espejo?” • “Si la luz choca contra una superficie, ¿cómo decide hacia dónde rebotar?” <p>Se recogen algunas respuestas orales sin corregirlas en detalle, para dejar registro de las ideas iniciales del curso.</p> <p>A continuación, el/la docente entrega la <i>Guía del Estudiante 1</i> (una por estudiante) y explica que acompañará las clases 1 y 2.</p> <p>El/la docente realiza una demostración sencilla: hace incidir el haz de luz del láser sobre el espejo plano con cierta inclinación e indica el haz reflejado. Pide a los estudiantes que, en la sección 1 de la guía: “Haz de Luz Sobre Espejo Plano”, hagan una breve descripción o dibujo de lo que observan en la demostración.</p> <p>Finalmente, se les pide responder en la guía la “predicción inicial”:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué crees que ocurrirá con la inclinación del rayo reflejado si cambiamos la inclinación del rayo incidente? |
| Desarrollo (30 minutos) | <p>El/la docente presenta el montaje experimental ya armado sobre algunas mesas (o uno por grupo si es posible): espejo plano fijo en base de cartón piedra y transportador perpendicular al espejo. Se recuerdan brevemente las normas de seguridad con el láser: no apuntar a los ojos, no jugar con el haz, mantener estable el montaje.</p> <p>Se organiza al curso en grupos de máximo 4 estudiantes (máximo). Cada grupo recibe acceso</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>al montaje (propio o rotativo) y trabaja guiado por la sección 2 de la guía: “Experimento de Medición de Ángulos”.</p> <p>En esta fase, los estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Hacen incidir el rayo láser sobre el espejo formando distintos ángulos de incidencia medidos respecto de la normal a la superficie (por ejemplo: 20°, 30°, 40°, 50°, 60°). ● Miden y registran en la tabla de la guía el ángulo de reflexión obtenido en cada caso. ● Una vez completada la tabla, construyen el gráfico <i>incidencia vs reflexión</i> en los ejes indicados en la guía. ● Responden las preguntas de interpretación del gráfico: <ul style="list-style-type: none"> ○ “¿Qué forma se obtiene al unir los puntos?” ○ “¿Qué relación sugieren los datos entre ambos ángulos entonces?” <p>A continuación, pasan a la sección 3 “Modelo Geométrico”, donde con ayuda de una de sus mediciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Completan un esquema prediseñado del experimento para representar el rayo incidente y el rayo reflejado. ● Señalan ángulos de incidencia y reflexión. <p>Durante todo el desarrollo, el/la docente circula por la sala:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apoya el trabajo experimental como el uso correcto del transportador. ● Revisa que los datos se registren con orden. ● Hace preguntas que orienten el razonamiento, como: <ul style="list-style-type: none"> ○ “¿Coinciden más o menos los ángulos?” ○ “Si no son exactamente iguales, ¿qué factores podrían explicar la diferencia?” |
| <p>Cierre (5 minutos)</p> | <p>Para cerrar, el/la docente formaliza en la pizarra la idea central:</p> <p>→ <i>“En nuestras mediciones, el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión resultan aproximadamente iguales, esto debido a la Ley de la Reflexión</i></p> <p>→ <i>Ley de la Reflexión: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, medidos respecto a la normal”.</i></p> <p>Se pide a los estudiantes que completen la <i>Conclusión</i> en sus guías respondiendo:</p> <p>Finalmente, el/la docente aplica un ticket de salida muy breve:</p> |

| | | |
|--------------------------------|--|--------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - “Escribe con tus palabras la Ley de la Reflexión.” - “¿Coincidió tu predicción con la evidencia observada?” | |
| Propuesta de evaluación | Evaluación Sumativa | Evaluación Formativa |
| | | - Ticket de Salida - Sesión 1. |

Sesión 2

Sesión 2 - Reflexión especular y reflexión difusa

Objetivo de la clase:

Diferenciar experimentalmente la reflexión especular y la reflexión difusa, describiendo el comportamiento del haz de luz en distintas superficies y explicando por qué solo algunas permiten la formación de imágenes nítidas.

Habilidades

- **Observar y plantear preguntas (OAH a):**
 - Los estudiantes describen detalladamente el comportamiento del haz de luz reflejado en superficies lisas y rugosas, identificando diferencias cualitativas a partir de la observación directa del fenómeno.
- **Procesar y analizar evidencia (OAH h, i, j):**
 - Organizan y comparan observaciones experimentales, representando el comportamiento de la luz mediante esquemas de rayos. Utilizan estos modelos para explicar las diferencias entre reflexión especular y difusa, empleando vocabulario técnico básico propio del fenómeno (haz, superficie lisa, superficie rugosa, dispersión).
- **Comunicar (OAH l):**
 - Construyen explicaciones escritas fundamentadas en la evidencia experimental, diferenciando ambos tipos de reflexión y relacionándolos con la posibilidad de formación de imágenes en distintas superficies.

Actitudes

OA A: Curiosidad e interés por comparar el comportamiento de la luz en diferentes superficies.

OA B: Rigor y precisión al observar y representar el fenómeno.

OA C: Trabajo colaborativo responsable al compartir el montaje y las conclusiones.

OA D: Pensamiento crítico al fundamentar las diferencias entre ambos tipos de reflexión.

OA F: Cuidado por la seguridad de las personas en el uso del láser.

| | |
|------------------------------------|--|
| Recursos | Puntero láser, soporte para láser (opcional), espejo plano pequeño, papel aluminio arrugado o superficie rugosa reflectante (por ejemplo: cerámica), superficie vertical para usar como pantalla (como una pared), presentación PPT breve (opcional), lápiz, regla y guía del estudiante 1. |
| Momentos de la clase | Descripción de actividades |
| Inicio (5 minutos) | <p>El/la docente retoma brevemente lo trabajado en la sesión anterior, recordando que se comprobó experimentalmente la ley de la reflexión en un espejo plano mediante medición de ángulos.</p> <p>Luego presenta el propósito de la sesión: comparar cómo se refleja la luz en superficies lisas y rugosas, para responder a una pregunta central:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● “¿Por qué solo en algunas superficies vemos imágenes nítidas?” <p>A continuación, se pide a los estudiantes que tomen la Guía del Estudiante 1 y, en la sección 1 “Observación en Espejo Plano”, se miren en un espejo plano y respondan por escrito:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● “¿Por qué crees que puedes ver una imagen nítida en este tipo de superficies?” <p>Con esto, se conecta explícitamente la reflexión de la luz con la formación de imágenes, preparando el trabajo experimental.</p> |
| Desarrollo (35 minutos) | <p>El/la docente organiza el curso en grupos de 4 estudiantes (máximo). Cada grupo dispone de un puntero láser, un espejo plano y una superficie rugosa (papel aluminio arrugado o cerámica), además de la pared o pizarra como pantalla de proyección.</p> <p>Siguiendo la guía, los estudiantes realizan primero el trabajo con una superficie reflectante lisa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Orientan en láser para que el rayo incida sobre el espejo plano. ● Proyectan el rayo reflejado en la pared para facilitar la observación. ● Registran en la guía cómo se comporta el haz reflejado y responden <ul style="list-style-type: none"> ○ “¿Cómo relacionarías este comportamiento con la ley de la reflexión?” <p>Luego, el grupo repite el procedimiento, pero esta vez sustituyendo el espejo por una superficie reflectante rugosa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mantienen, en lo posible, la misma orientación del láser. |

| | |
|--------------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● Observan cómo se modifica la reflexión: si el haz permanece concentrado o se dispersa en distintas direcciones. ● Registran la observación en la guía respondiendo: <ul style="list-style-type: none"> ○ “¿El haz de luz reflejado permanece concentrado o se dispersa en distintas direcciones?” <p>A continuación, pasan al ítem “Esquemas de reflexión” de la guía, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dibujan la situación para una superficie lisa (reflexión especular), mostrando un rayo incidente, el rayo reflejado y la proyección en la pared. ● Dibujan la situación para una superficie rugosa (reflexión difusa), representando cómo la luz se dispersa en varias direcciones y cómo se ve en la superficie proyectada. <p>El/la docente circula entre los grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Verifica que los esquemas sean coherentes con lo observado. ● Formula preguntas orientadoras, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> ○ “¿Qué diferencia ves entre el reflejo del espejo y el de la superficie rugosa?” ○ “¿Cómo se podría explicar que en un caso veas una imagen nítida y en el otro no?” <p>Finalmente, los estudiantes completan en la guía la sección 3 “Construcción de Conceptos”, donde con sus propias palabras responden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● “¿Qué entiendes por reflexión especular?” ● “¿Qué entiendes por reflexión difusa?” |
| <p>Cierre (5 minutos)</p> | <p>Para cerrar la sesión, el/la docente conduce una breve puesta en común. A partir de las respuestas de algunos grupos, destaca las ideas clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● En superficies lisas, los rayos reflejados mantienen un orden: la reflexión es especular y permite la formación de imágenes nítidas. ● En superficies rugosas, los rayos se dispersan en muchas direcciones: la reflexión es difusa y no se forma una imagen definida, aunque localmente se sigue cumpliendo la ley de la reflexión. <p>El/la docente escribe en la pizarra las dos definiciones acordadas con el grupo curso y pide a</p> |

| | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|
| | <p>los estudiantes que revisen sus respuestas en la guía, corrigiendo o ajustando si es necesario.</p> <p>Para dejar articulado el cierre de la primera parte de la secuencia, se plantea la pregunta que conectará con las siguientes clases:</p> <p>Finalmente, el/la docente retira las guías a los estudiantes y plantea una pregunta que conectará con las siguientes clases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Si en lugar de un espejo plano, usamos uno curvo, ¿cómo creen que se comportarán los rayos reflejados?” | |
| Propuesta de evaluación | Evaluación Sumativa | Evaluación Formativa |
| | Lista de cotejo aplicada a la Guía del Estudiante N°1. | |

Sesión 3

Sesión 3 - Reflexión en espejo cóncavo: convergencia y foco

Objetivo de la clase:

Reconocer experimentalmente el comportamiento de los rayos de luz en un espejo cóncavo, identificando la distancia focal a partir de la convergencia de rayos paralelos y relacionando este comportamiento con la formación de imágenes.

Habilidades:

- **Observar y plantear preguntas (OAH a, b):**
 - Los estudiantes observan cómo varía la imagen formada por un espejo cóncavo al cambiar la distancia del objeto y formulan predicciones sobre el comportamiento de rayos paralelos al reflejarse en este tipo de espejo.
- **Procesar y analizar evidencia (OAH h, i, j):**
 - Registran y organizan observaciones experimentales, miden la distancia focal a partir de la convergencia de rayos reflejados y utilizan modelos de rayos notables para explicar la formación de imágenes reales y virtuales, empleando vocabulario disciplinar básico.
- **Comunicar (OAH l):**
 - Representan el fenómeno mediante esquemas de rayos y elaboran conclusiones escritas que relacionan la posición del objeto con el tipo de imagen formada.

Actitudes:

- OA A: Curiosidad e interés por comprender cómo “deforma” la imagen un espejo cóncavo.

| | |
|------------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • OA B: Esfuerzo y rigor al medir la distancia focal y completar diagramas de rayos. • OA C: Trabajo colaborativo y responsable en el uso compartido del montaje. • OA D: Pensamiento crítico al contrastar predicciones con la evidencia experimental. • OA F: Cuidado por la seguridad e integridad de las personas al trabajar con punteros láser. |
| Recursos | Espejo cóncavo en soporte vertical, 2 punteros láser, soporte o base para alinear los láseres (opcional), regla, lápiz, PPT breve con esquemas básicos de imagen virtual (opcional) y guía del estudiante 2. |
| Momentos de la clase | Descripción de actividades |
| Inicio (10 minutos) | <p>El/la docente presenta el espejo cóncavo al curso (por ejemplo, un espejo de maquillaje u odontológico) y explica que hoy se trabajará con espejos curvos, para comprender su relación con la formación de imágenes deformadas (aumentadas o disminuidas).</p> <p>Luego se entrega a cada estudiante la Guía del Estudiante N°2 y comienzan con la sección 1 “Observación de Imagen en Espejo Cóncavo”.</p> <p>Cada estudiante, se mira en el espejo cóncavo acercándose y luego alejando lentamente el rostro, luego responden en sus guías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cómo se ve la imagen estando muy cerca. • Cómo cambia la imagen al ir alejándose. • Si en algún momento la imagen se desenfoca o se ve “extraña”. <p>A continuación, se repite la observación, ahora con un objeto pequeño frente al espejo (flecha, lápiz, goma). Los estudiantes dibujan el objeto y la imagen cuando está cerca del espejo.</p> <p>El/la docente recoge brevemente algunas impresiones orales (aumento, desenfoco, “desaparece la imagen”, etc) sin aún formalizar, para dejar planteada la idea de que existe una zona especial frente al espejo: el foco.</p> |
| Desarrollo (30 minutos) | <p>El/la docente anuncia que ahora se estudiará el comportamiento de la luz en el espejo cóncavo usando rayos láser paralelos, para localizar experimentalmente el foco.</p> <p>Primero, se realiza una demostración experimental para que los estudiantes formulen la predicción de la sección 2 de sus guías “Demostración Experimental con Láseres Paralelos”.</p> |

Luego, los estudiantes trabajan en grupos de 4 (máximo), utilizando el montaje descrito en la sección 3 “Exploración con Punteros Láser y Espejo Cóncavo” de la guía:

- Hacen incidir dos rayos paralelos sobre el espejo cóncavo.
- Observan dónde se cruzan los rayos reflejados.
- Miden la distancia entre el vértice del espejo y el punto de convergencia, registrando el valor como distancia focal “ f ”.
- Dibujan el comportamiento de los dos rayos, indicando: rayos incidentes paralelos, rayos reflejados y el punto de convergencia marcado como f sobre el eje.

El/la docente circula entre los grupos recordando normas de seguridad (no apuntar láser a los ojos, evitar reflejos accidentales, mantener el montaje estable, etc). y apoyando la medición y diagramas.

A continuación, se introduce la sección 4 “Diagramas de Rayos Notables en Espejo Cóncavo”. A partir de lo observado y explicado por el/la docente, completan los diagramas:

- Rayo paralelo al eje que se refleja pasando por el foco.
- Rayo focal (que llega pasando por el foco) que se refleja paralelo al eje.
- Rayo central (dirigido al centro de curvatura) que se refleja sobre sí mismo.

Finalmente, según el tiempo disponible, los estudiantes avanzan en los diagramas de:

- Formación de imagen de un objeto entre el foco y el espejo (imagen virtual aumentada).
- Formación de imagen de un objeto más allá del foco (imagen real, frente al espejo).

En cada caso, la guía les pide completar los rayos “P” y “R”, prolongar los rayos cuando sea necesario y dibujar la posición de la imagen, además de escribir una breve conclusión guiada por el/la docente, que formaliza en la pizarra:

Imagen a la derecha (“dentro”) del espejo:

- *Virtual: ya que se forma dentro del espejo como resultado de la prolongación virtual de los rayos reflejados.*

Imagen a la izquierda (“fuera”) del espejo:

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
| | <p>→ <i>Real: ya que es la misma proyección de los rayos reflejados lo que forma la imagen. No se puede ver sin una pantalla o medio para proyectar dichos rayos reflejados.</i></p> <p>El/la docente apoya el trabajo verificando que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los rayos notables estén correctamente trazados. • Las imágenes se ubiquen coherentemente con la intersección de rayos (reflejados o prolongados). • Las conclusiones hacen referencia al tipo de imagen (real, virtual, aumentada, etc). | |
| <p>Cierre (5 minutos)</p> | <p>El/la docente sintetiza ideas clave:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El espejo cóncavo concentra rayos paralelos en un punto: el foco. • La posición del objeto respecto al foco, determina el tipo de imagen (por ejemplo, entre el foco y el espejo → imagen virtual, derecha, aumentada). <p>Finalmente los estudiantes responden el Ticket de Salida - Sesión 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En tus palabras, ¿qué es el foco de un espejo cóncavo?" • ¿Coincidió tu predicción inicial con la evidencia observada? | |
| <p>Propuesta de evaluación</p> | <p>Evaluación Sumativa</p> | <p>Evaluación Formativa</p> |
| | | <p>- Ticket de Salida - Sesión 3</p> |

Sesión 4

Sesión 4 - Reflexión en espejo convexo: divergencia y formación de imágenes virtuales.

Objetivo de la clase:

Reconocer experimentalmente el comportamiento de los rayos de luz en un espejo convexo, describiendo la formación de una imagen virtual, derecha y reducida mediante diagramas de rayos.

Habilidades

- **Observar y plantear preguntas (OAH a):**
 - Los estudiantes describen la imagen formada por un espejo convexo y comparan sus características con las imágenes observadas en espejos planos y cóncavos.
- **Procesar y analizar evidencia (OAH h, i, j):**
 - Representan el comportamiento divergente de los rayos reflejados en un espejo convexo, utilizan

modelos de rayos notables y prolongaciones virtuales para explicar la formación de imágenes virtuales, derechas y reducidas, empleando vocabulario disciplinar básico.

- **Comunicar (OAH I):**

- Comunican sus conclusiones mediante esquemas y respuestas escritas, explicando las características de la imagen formada y su relación con aplicaciones cotidianas.

Actitudes:

- OA A: Curiosidad e interés por comprender cómo “deforma” la imagen un espejo convexo y para qué se usa en la vida cotidiana.
- OA B: Esfuerzo y rigurosidad al completar los diagramas de rayos y las descripciones de la imagen.
- OA C: Trabajo colaborativo responsable durante el uso del montaje experimental.
- OA D: Pensamiento crítico al comparar evidencia experimental con ideas previas sobre espejos.
- OA F: Cuidado por la seguridad al trabajar con punteros láser.

| | |
|-----------------------------|--|
| Recursos | Espejo convexo en soporte vertical, 2 punteros láser, soporte o base para alinear los láseres (opcional), regla, lápiz y guía del estudiante 2. |
| Momentos de la clase | Descripción de actividades |
| Inicio (10 minutos) | <p>El/la docente presenta el espejo convexo al curso, mencionando ejemplos cotidianos como retrovisores de autos o espejos de esquina en pasillos o estacionamientos. Explica que esta sesión corresponde al cierre de la secuencia, donde se comparará lo estudiado sobre espejos planos y cóncavos con el caso del espejo convexo.</p> <p>Se pide al estudiantado que abra la Guía del Estudiante 2 en la sección “Observación de Imagen en Espejo Convexo”.</p> <p>Primero, cada estudiante se mira en el espejo convexo acercando y alejando lentamente el rostro y responde en su guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cómo se ve la imagen en el espejo convexo. ● Si cambia o no al alejarse. ● Cómo describiría la imagen en comparación con la del espejo cóncavo. <p>Luego, observan un objeto pequeño frente al espejo convexo y dibujan en la guía el objeto y su imagen, registrando sus primeras impresiones sobre tamaño y forma de la imagen.</p> |

| | |
|---|---|
| | <p>El/la docente recoge algunas respuestas orales rápidas (por ejemplo: “se ve más pequeño”, “se ve derecho”, “se ve todo el entorno”) y deja planteada la idea de que estos espejos “amplían el campo visual” a costa de formar imágenes reducidas.</p> |
| <p>Desarrollo (30 minutos)</p> | <p>El/la docente indica que ahora se observará qué ocurre con la luz en un espejo convexo, utilizando nuevamente el modelo de rayos que ya se trabajó con el espejo cóncavo.</p> <p>Primero se retoma la sección 2 de la guía “Demostración Experimental con Láseres Paralelos”. El/la docente realiza una demostración frontal: proyecta dos rayos paralelos hacia el espejo convexo y pide a los estudiantes que formulen una predicción escribiéndola en la guía.</p> <p>A continuación, los estudiantes trabajan en grupos de 4 (máximo), con el montaje descrito en la sección 3 “Exploración con Punteros Láser y Espejo convexo”:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Hacen incidir dos rayos paralelos sobre el espejo convexo. ● Observan hacia dónde se dirigen los rayos reflejados (divergencia). ● Imaginan y dibujan en la guía la prolongación hacia atrás de los rayos reflejados, hasta el punto donde parecen cruzarse, marcándolo como f' (foco virtual). <p>El/la docente refuerza la idea de que, en este caso, el foco no se alcanza físicamente, sino que es un punto desde el que “parece provenir” la luz reflejada.</p> <p>Luego, se trabaja con la sección 4 “Diagrama de Rayos en Espejo Convexo”. A partir de lo observado y explicado por el/la docente, los estudiantes completan los diagramas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Rayo paralelo al eje que se refleja alejándose del eje; luego dibujan su prolongación hacia atrás pasando por el foco virtual f'. ● Rayo central, dirigido hacia el centro de curvatura C detrás del espejo, que se refleja sobre sí mismo. <p>Finalmente, se completa la sección “Formación de imagen en espejo convexo”:</p> <p>En el esquema de la guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dibujan el rayo paralelo y el rayo central, sus rayos reflejados y las prolongaciones hacia atrás del espejo. <p>Ubican la imagen en el punto donde se cruzan las prolongaciones y responden por</p> |

| | | |
|---|--|------------------------------------|
| | <p>escrito:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Dónde está ubicada la imagen? ○ ¿Cómo se ve (tamaño, orientación, tipo)? ○ ¿En qué se diferencia de la imagen formada por un espejo cóncavo? <p>El/la docente circula apoyando la construcción de los diagramas y la interpretación, destacando que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La imagen en espejo convexo es siempre virtual, derecha y reducida, independiente de la posición del objeto. ● El espejo convexo aumenta el campo visual, por lo que es útil en seguridad y tránsito. | |
| <p>Cierre (5 minutos)</p> | <p>El/la docente guía una síntesis breve a modo de plenario:</p> <ul style="list-style-type: none"> → En los espejos planos, se forman imágenes virtuales, derechas y del mismo tamaño. → En los espejos cóncavos, los rayos reflejados pueden converger y formar imágenes reales o virtuales, dependiendo de la posición del objeto. Se observaron cambios de tamaño y orientación de la imagen. → En los espejos convexos, la prolongación virtual de los rayos hacia atrás del espejo, permite formar imágenes virtuales, derechas y reducidas. Estos espejos amplían el campo visual, lo que los hace útiles en aplicaciones cotidianas como retrovisores de autos y cámaras de seguridad. <p>El/la docente destaca que, aunque los tres tipos de espejos siguen la ley de la reflexión, su curvatura y distribución de los rayos reflejados cambian la formación de la imagen y su utilidad en la vida diaria.</p> | |
| <p>Propuesta de evaluación</p> | <p>Evaluación Sumativa</p> | <p>Evaluación Formativa</p> |
| | <p>Lista de cotejo aplicada a la Guía del Estudiante N°2.</p> | |

Anexo 2. Guías del Estudiante

GUIA DEL ESTUDIANTE N° 1

Reflexión de la luz: Ley de la reflexión - Reflexión especular y difusa

Nombre: _____ Fecha: ____/____/____

Curso: _____

INSTRUCCIONES GENERALES

Esta guía te acompañará durante las dos primeras clases de esta secuencia sobre reflexión de la luz. En esta guía deberás:

- Registrar tus observaciones experimentales.
- Completar esquemas y diagramas de rayos.
- Analizar datos y responder preguntas que te ayuden a modelar el fenómeno.
- Comparar distintos tipos de reflexión.

Te recomendamos trabajar con orden, precisión y en colaboración con tus compañeros.

SESIÓN 1 - LEY DE LA REFLEXIÓN

1. Haz de Luz Sobre Espejo Plano

1.1. Observación inicial (OAH a): El/la profesor/a hará incidir un haz de luz de un láser sobre un espejo plano horizontal.

a) Describe brevemente lo que ves o realiza un dibujo simple de la situación:

yo veo...

b) Predicción inicial: Antes de utilizar el montaje, responde:

¿Qué crees que ocurrirá con la inclinación del rayo reflejado si cambiamos la inclinación del rayo incidente?

2. Experimento de Medición de Ángulos

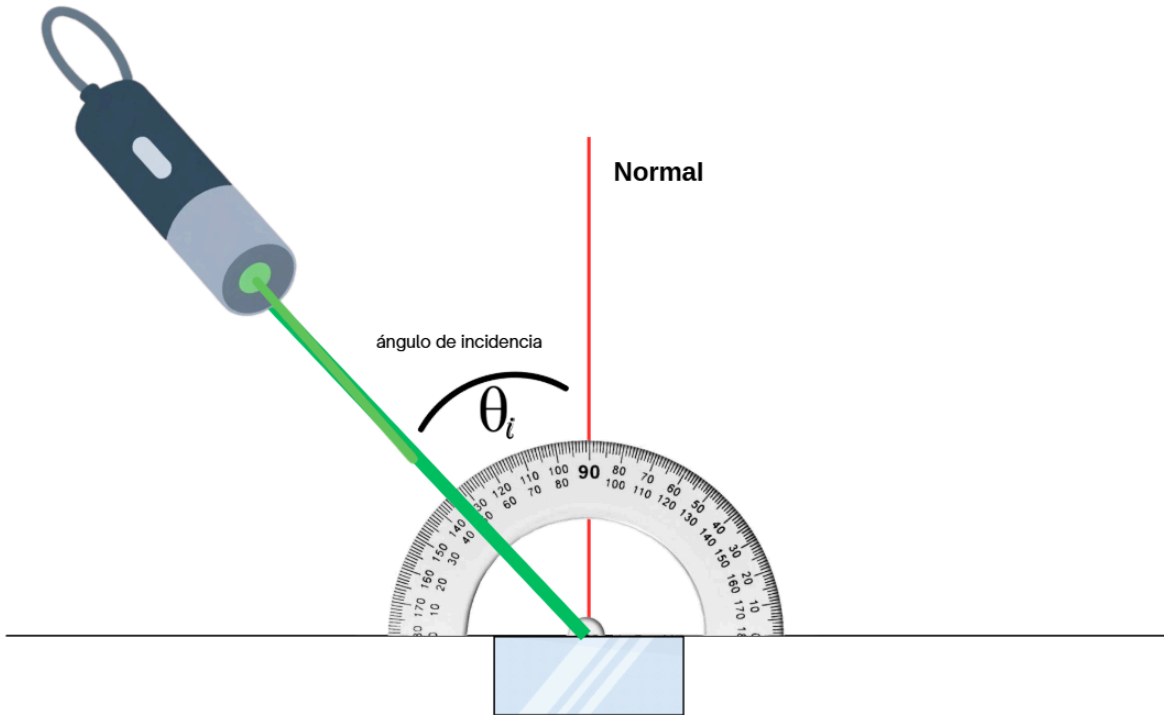
2.1. Materiales: El montaje consta de:

- Un láser,
- Un espejo plano fijo,
- Un transportador fijo perpendicular al espejo.

2.2. Procedimiento:

- I. **Coloca** el montaje cuidadosamente sobre tu mesa.
- II. **Enciende el láser** y haz incidir el rayo sobre el espejo justo en el centro del espejo y formando un ángulo con la recta *normal*.
- III. El rayo **debe incidir sobre el espejo formando distintos ángulos**.

Ejemplo del montaje:



2.3. Tabla de datos (OAH h)

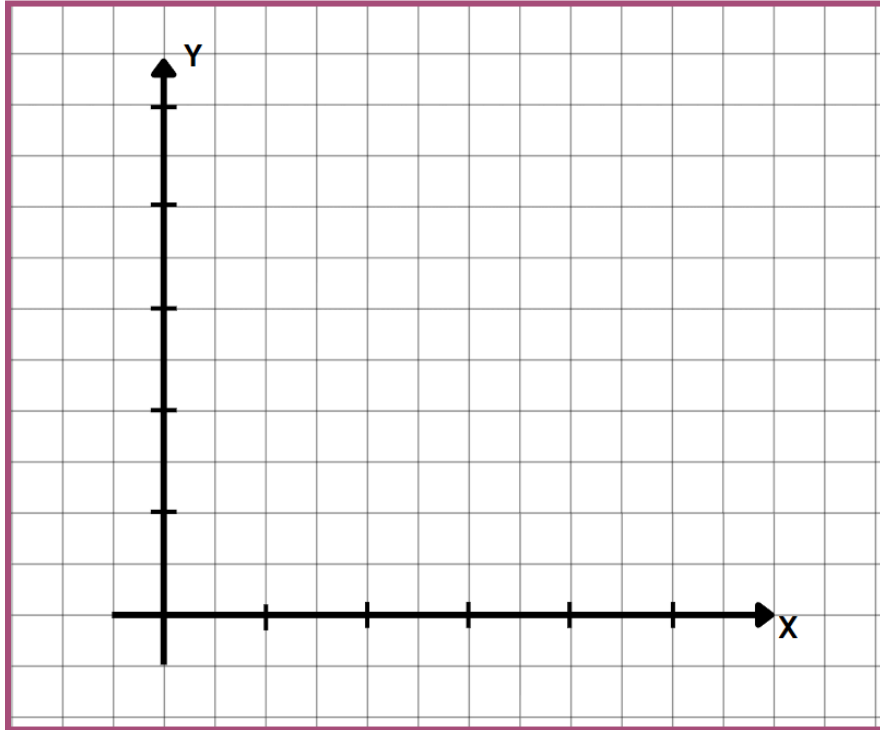
Registra en la siguiente tabla los valores de los ángulos de reflexión medidos con el transportador

| Número de intento | Ángulo de incidencia | Ángulo de reflexión |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 20° | |
| 2 | 30° | |
| 3 | 40° | |
| 4 | 50° | |
| 5 | 60° | |

2.4. Gráfico (OAH j):

Construye un gráfico con los valores obtenidos donde:

- El **eje X** tiene los valores de los ángulos de incidencia.
- El **eje Y** tiene los valores de los ángulos de reflexión.



2.5. Interpretación del gráfico (OAH j): Responde las siguientes preguntas

a) ¿Qué forma obtenemos al unir los puntos?

b) ¿Qué relación sugieren los datos entre ambos ángulos?

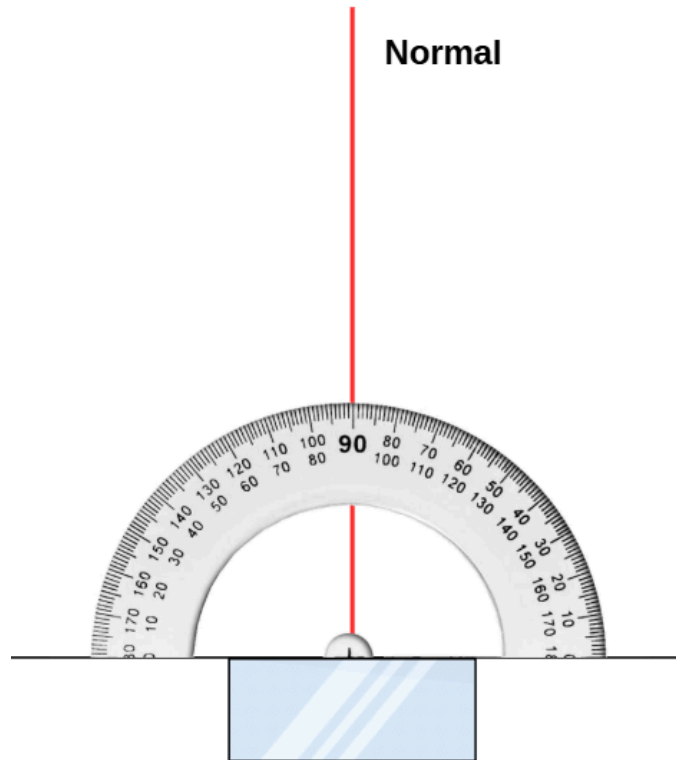
3. Modelo Geométrico

3.1. Esquema del fenómeno (OAH i): Completa el siguiente esquema de la situación, puedes usar como modelo alguna de tus mediciones.

a. Dibuja el rayo incidente.

b. Dibuja el rayo reflejado.

c. Señala el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión.



3.2. Conclusión (OAH I): Usa tus datos para responder:

Según las mediciones hechas, la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión es:

SESIÓN 2 - REFLEXIÓN ESPECULAR Y REFLEXIÓN DIFUSA

1. Observación en Espejo Plano

1.1. Observación en espejo plano: Mira tu rostro en un espejo plano y responde:

¿Por qué crees que puedes ver una imagen nítida en este tipo de superficies?

2. Proyección del Haz de Luz Reflejado

2.1. Indicaciones para el trabajo experimental

a) Espejo plano (OAH j):

- i) Orienta el puntero láser para que el rayo incida sobre la superficie del espejo.
- ii) Proyecta el **rayo reflejado** sobre una pared plana para facilitar la observación de la luz reflejada.
- iii) Responde:

¿Cómo relacionarías este comportamiento con la **ley de la reflexión**?

b) Sustituir el espejo por una superficie rugosa (papel aluminio arrugado o cerámica) **(OAH a):**

- i) Mantén la orientación del láser lo más estable posible.
- ii) Observa cómo cambia la forma de los rayos reflejados.
- iii) Responde:

¿El haz de luz reflejado permanece concentrado o se dispersa en distintas direcciones?

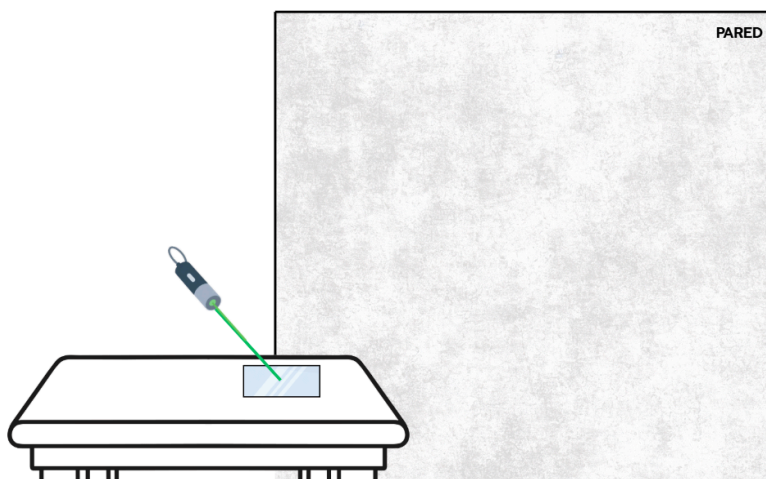
2.2. Esquemas de reflexión (OAH i):

Completa los siguientes **dibujos** de cada situación donde se muestre cómo se comporta el rayo o los rayos reflejados.

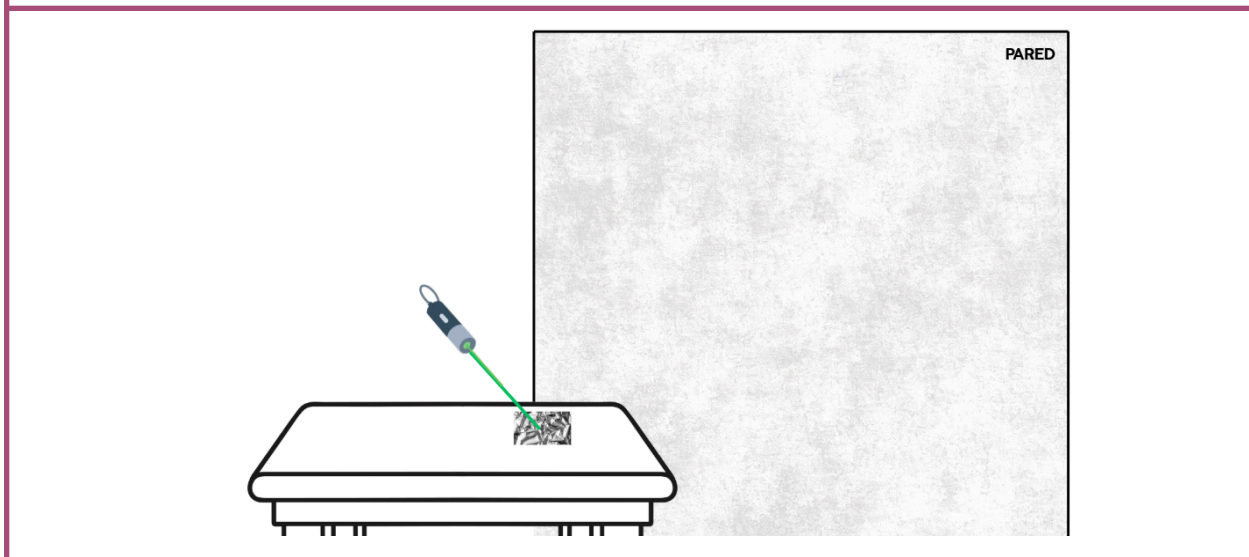
Cada dibujo debe mostrar:

- Rayo o rayos reflejados,
- Proyección de rayos reflejados en la pared.

Superficie lisa (*especular*)



Superficie rugosa (*difusa*)



3. Construcción de Conceptos

3.1. Responde con tus propias palabras tras realizar los experimentos y completar los dibujos (OAH I):

a) ¿Qué entiendes por *reflexión especular*?

b) ¿Qué entiendes por *reflexión difusa*?

GUIA DEL ESTUDIANTE N° 2

Reflexión de la luz en espejos curvos: Cóncavos y Convexos

Nombre: _____ Fecha: ___/___/___

Curso: _____

INSTRUCCIONES GENERALES

Esta guía te acompañará durante las clases 3 y 4 de esta secuencia sobre reflexión de la luz. Aquí deberás:

- Observar y describir cómo se forman imágenes en espejos cóncavos y convexos.
- Registrar lo que ves al mirar tu rostro y objetos en estos espejos.
- Explorar experimentalmente el comportamiento de rayos de luz usando láseres y espejos curvos.
- Completar esquemas y diagramas de rayos sencillos.
- Comparar las características de las imágenes y proponer posibles uso de cada tipo de espejo.

Trabaja en orden, conversa tus ideas con tu grupo y registra todo en esta guía: dibujos, tablas y conclusiones serán parte de la evaluación.

Sesión 3 - ESPEJO CÓNCAVO

1. Observación de Imagen en Espejo Cóncavo

- 1.1. **Observación inicial (OAH a):** ¿Cómo “deforma” la imagen un espejo curvado hacia adentro?

Tu profesor/a te mostrará un espejo cóncavo (como los de maquillaje u odontología).

- a) **Mírate en el espejo cóncavo acercando y alejando lentamente tu rostro y responde:**

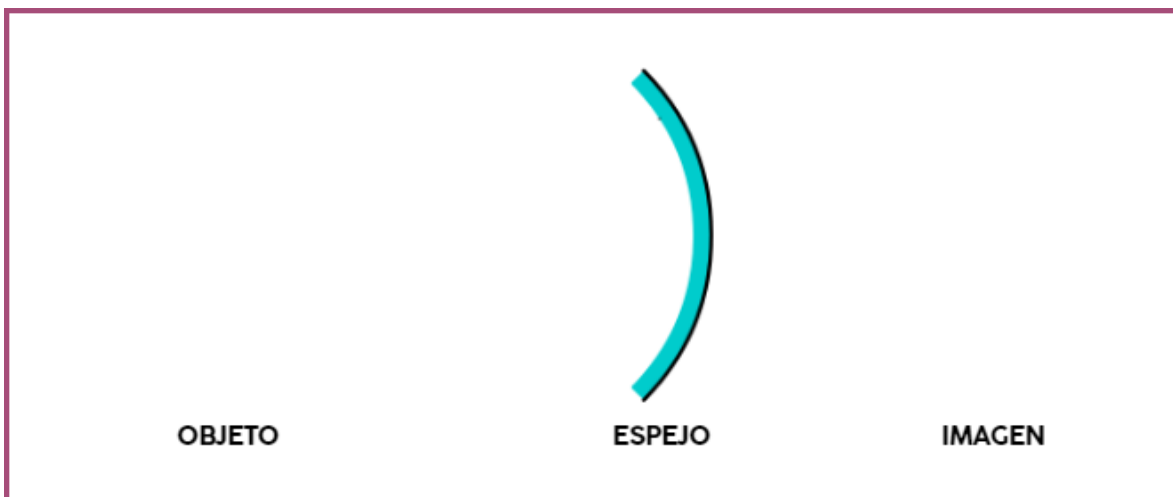
- Cuando estás cerca del espejo, ¿Cómo se ve tu imagen?

- Al alejarte del espejo poco a poco, ¿Cambia la imagen de alguna forma?

- ¿En algún momento la imagen se desenfoca o se ve “extraña”? ¿Qué notas?

b) Ahora, observa un objeto pequeño frente al espejo cóncavo (como una flecha de papel, lápiz o goma) (OAH a).

- Dibuja el objeto y su imagen cuando está ubicado muy cerca del espejo.



2. Demostración Experimental con Láseres Paralelos

El/la profesor/a proyectará dos rayos paralelos hacia un espejo cóncavo.

2.1. ANTES DE LA OBSERVACIÓN, formula tu predicción:

¿Qué crees que pasará con los rayos paralelos al reflejarse en un espejo cóncavo?

3. Rayos Paralelos y Espejo Cóncavo

3.1. Materiales:

El montaje consta de:

- Un espejo cóncavo sujeto en un soporte,
- Un soporte con dos punteros láser,
- Regla o huincha de medir.

3.2. Procedimiento:

- i. Haz incidir dos rayos paralelos de los láseres hacia el espejo cóncavo.
- ii. Observa dónde se cruzan los rayos reflejados.
- iii. Mide la distancia entre el espejo y el punto donde se cruzan los rayos.

3.3. Medición de la distancia focal (OAH h):

- Distancia medida desde el espejo al foco o punto de convergencia (f):

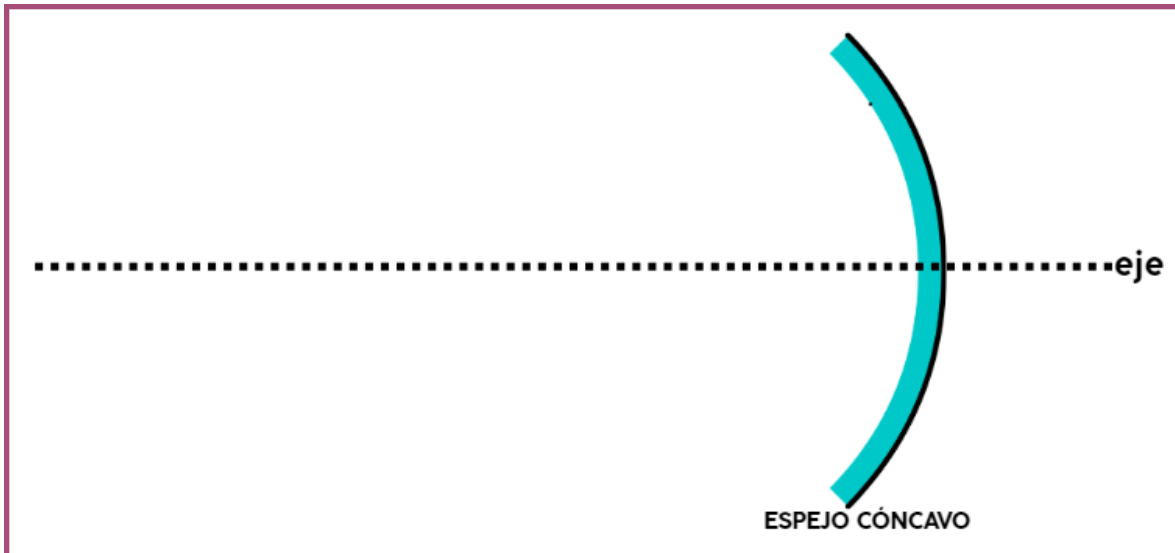
$$f = \text{_____ cm}$$

3.4. Registro de observación (OAH i):

Dibuja el comportamiento de los dos rayos. El dibujo debe incluir:

- Rayos incidentes paralelos al eje (línea punteada),
- Rayos reflejados,

- Punto donde se cruzan los rayos en el eje del espejo y marcarlo con una letra f .



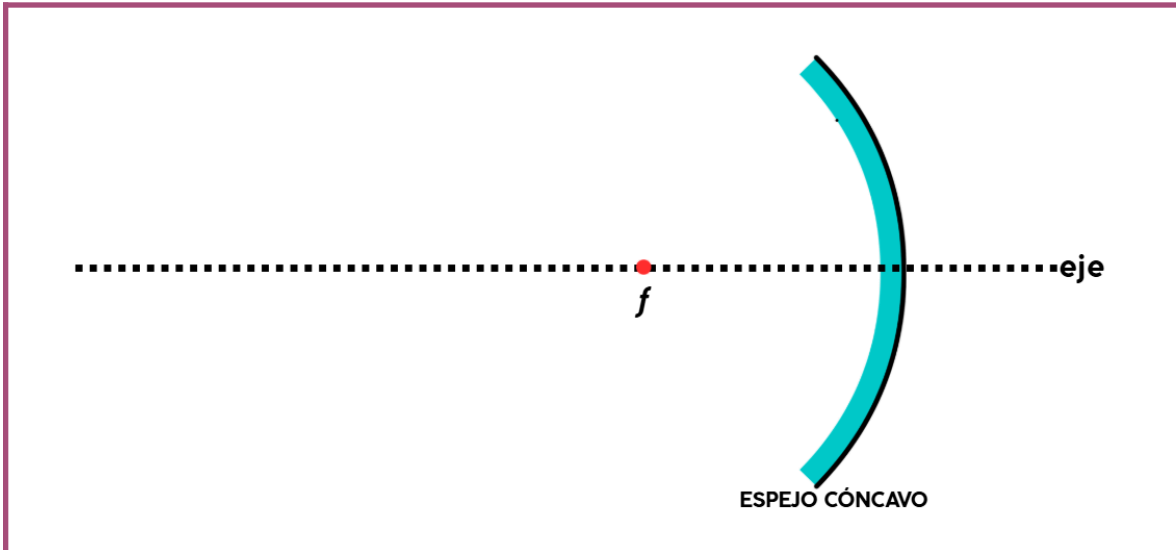
4. Diagramas de Rayos Notables en Espejo Cóncavo

Antes de comenzar, recuerda cómo se adaptan los tres rayos notables al espejo:

- **Rayo paralelo:** cuando el rayo de luz viaja paralelo al eje principal, se refleja como si saliera del foco.
 - **Rayo focal:** cuando el rayo de luz viaja en dirección al foco, se refleja de forma paralela al eje principal.
 - **Rayo central:** si el rayo de luz viaja en dirección al centro de curvatura, se refleja en la misma dirección, pero en sentido contrario.
-
- Usando tus observaciones y lo trabajado con tu profesor/a, completa los siguientes diagramas de rayos para un espejo cóncavo (OAH i).

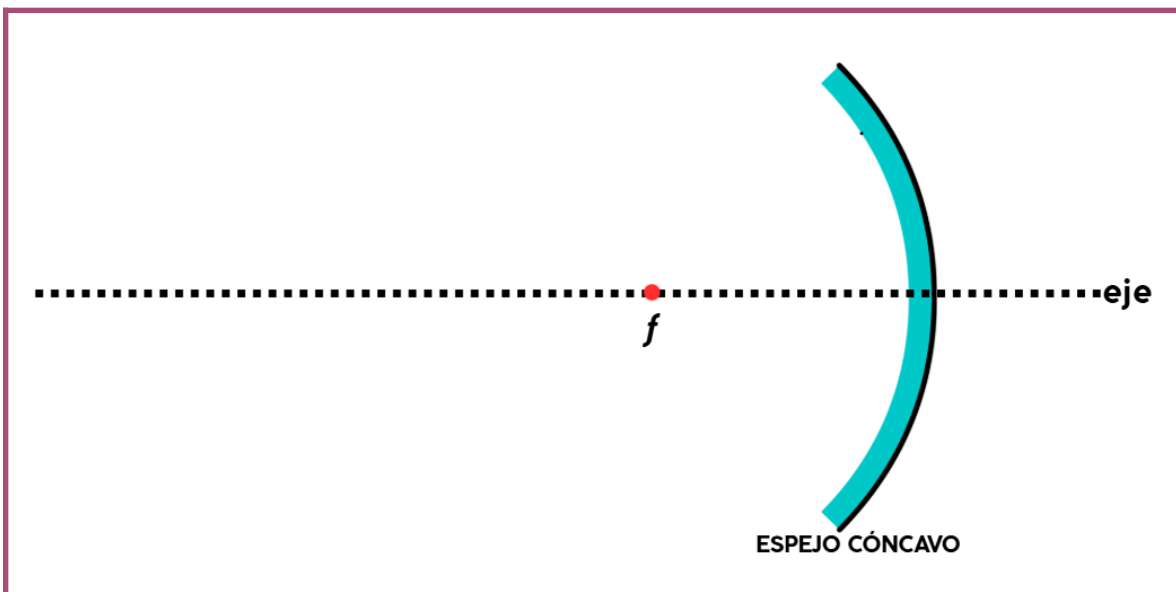
4.1. Diagrama 1 - Rayo que llega paralelo al eje del espejo

- Dibuja un rayo que llega al espejo cóncavo **paralelo al eje principal** (línea punteada) y que se refleja pasando por el foco (converge).



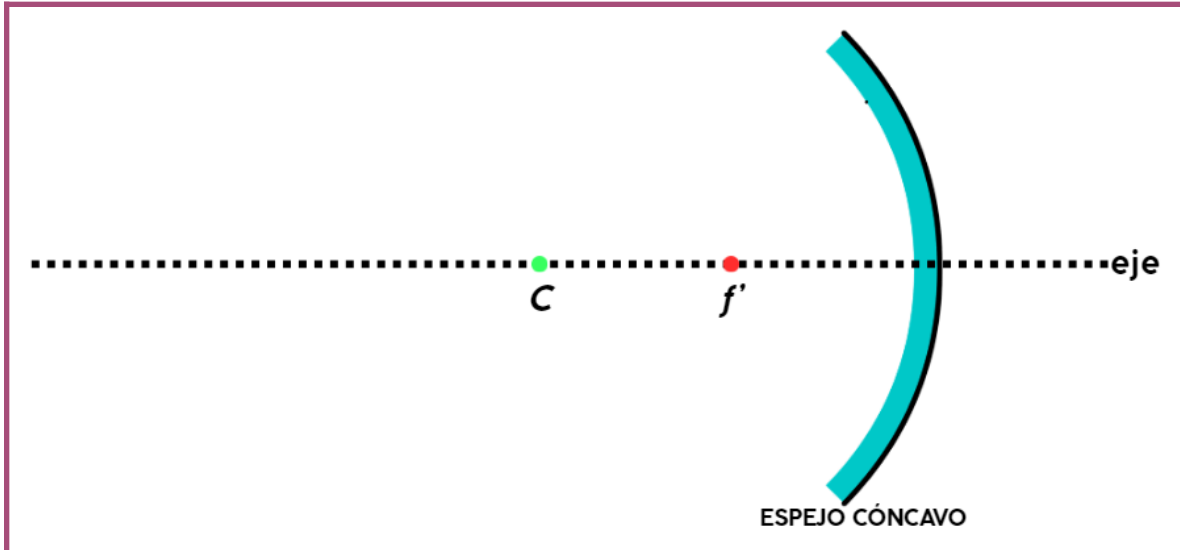
4.2. Diagrama 2 - Rayo que llega pasando por el foco

- Dibuja un rayo que llega al espejo cóncavo **pasando por el foco** y se refleja paralelo al eje principal (línea punteada).



4.3. Diagrama 3 - Rayo Central

- Dibuja un rayo que llega al espejo cóncavo pasando por el centro de curvatura. Considera que este rayo se refleja sobre sí mismo.



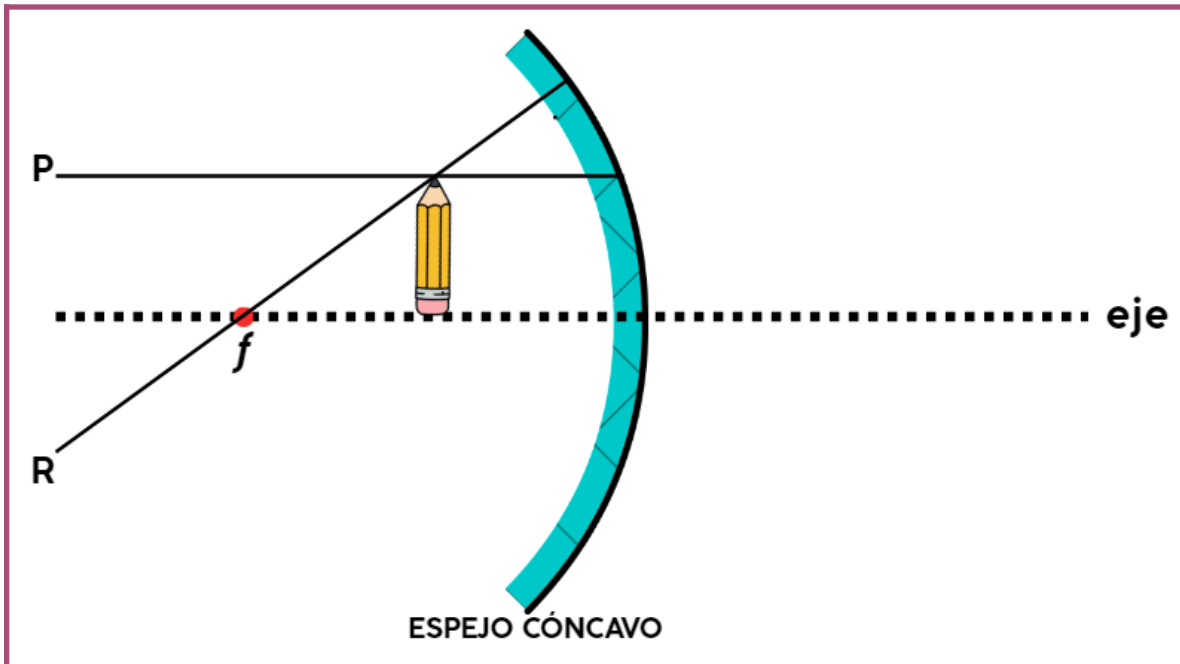
4.4. Formación de imagen de un objeto entre el foco y el espejo:

En el siguiente esquema, se muestra un objeto (lápiz) entre el foco y el espejo, y dos rayos llegando al espejo:

- El rayo que llega **paralelo** al eje (P).
- El rayo que llega pasando por el **foco** del espejo (R).

Instrucciones:

- Con un lápiz azul, dibuja los rayos reflejados para ambos rayos incidentes P y R.
- Con un lápiz rojo, dibuja las prolongaciones de los rayos reflejados, hacia "atrás" del espejo.
- Dibuja la imagen del objeto a partir del punto donde se cruzan los rayos prolongados "atrás" del espejo.



Conclusión (OAH j):

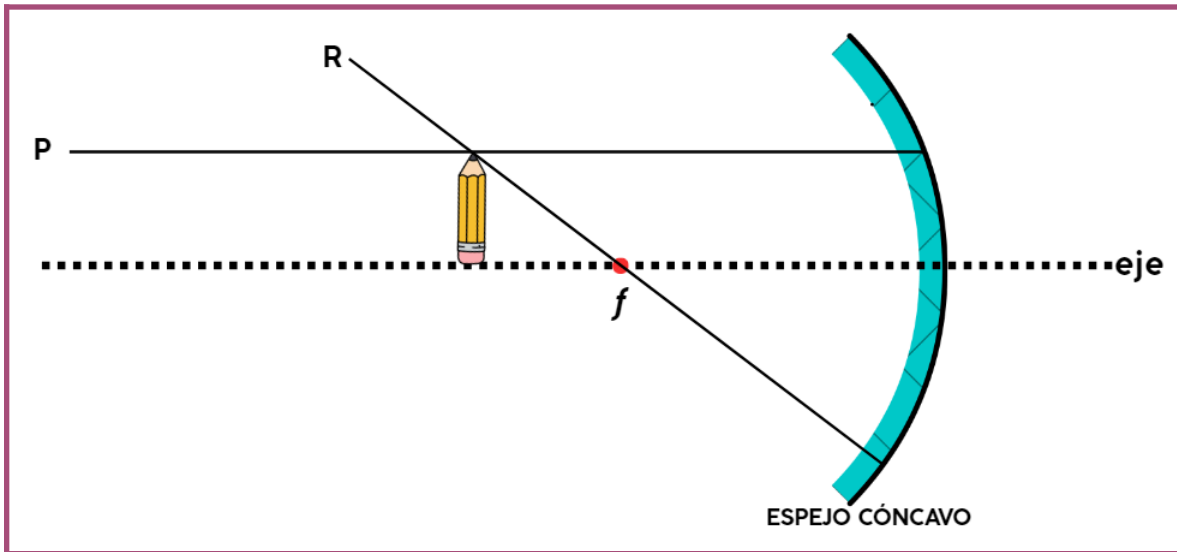
4.5. Formación de imagen de un objeto más allá del foco:

En el siguiente esquema, se muestra un objeto (lápiz) ubicado antes del foco y dos rayos llegando al espejo:

- El rayo que llega **paralelo** al eje (P).
- El rayo que llega pasando por el **foco** del espejo (R).

Instrucciones:

- Con un lápiz azul, dibuja los rayos reflejados para ambos rayos incidentes P y R.
- Identifica el punto donde se cruzan los rayos reflejados de P y R.
- Dibuja la imagen del objeto a partir del punto donde se cruzan los rayos **reflejados** (no sus prolongaciones).



Conclusión (OAH j):

Sesión 4 - ESPEJO CONVEXO

1. Observación de Imagen en Espejo Convexo

- 1.1. **Observación inicial (OAH a):** ¿Cómo “deforma” la imagen un espejo curvado hacia afuera?

Tu profesor/a te mostrará ahora un espejo convexo (como los de estacionamientos o retrovisores).

- a) **Mírate en el espejo convexo acercando y alejando lentamente tu rostro. Describe lo que observas:**

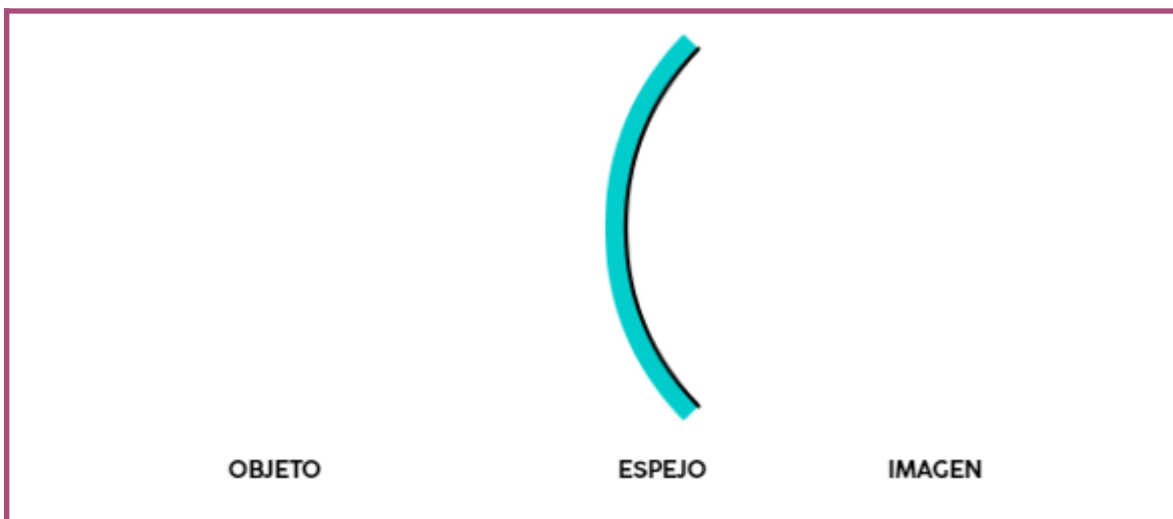
- Cuando te observas en el espejo, ¿Cómo se ve tu imagen?

- Aléjate del espejo poco a poco, ¿Cambia la imagen de alguna forma?

- En comparación con el espejo cóncavo, ¿cómo describirías la imagen formada en el espejo convexo?

b) Ahora, observa un objeto pequeño frente al espejo convexo (flecha de papel, lápiz o goma).

- Dibuja el objeto y su imagen cuando está ubicado frente al espejo convexo.



2. Demostración Experimental con Láseres Paralelos

El/la profesor/a proyectará dos rayos paralelos hacia un espejo convexo.

2.1. Formula tu predicción:

¿Qué crees que pasará con los rayos paralelos al reflejarse en un espejo convexo?

3. Rayos Paralelos y Espejo Convexo

3.1. Materiales:

El montaje consta de:

- Un espejo convexo sujeto en un soporte,
- Un soporte con dos punteros láser,
- Regla o huincha de medir (opcional),

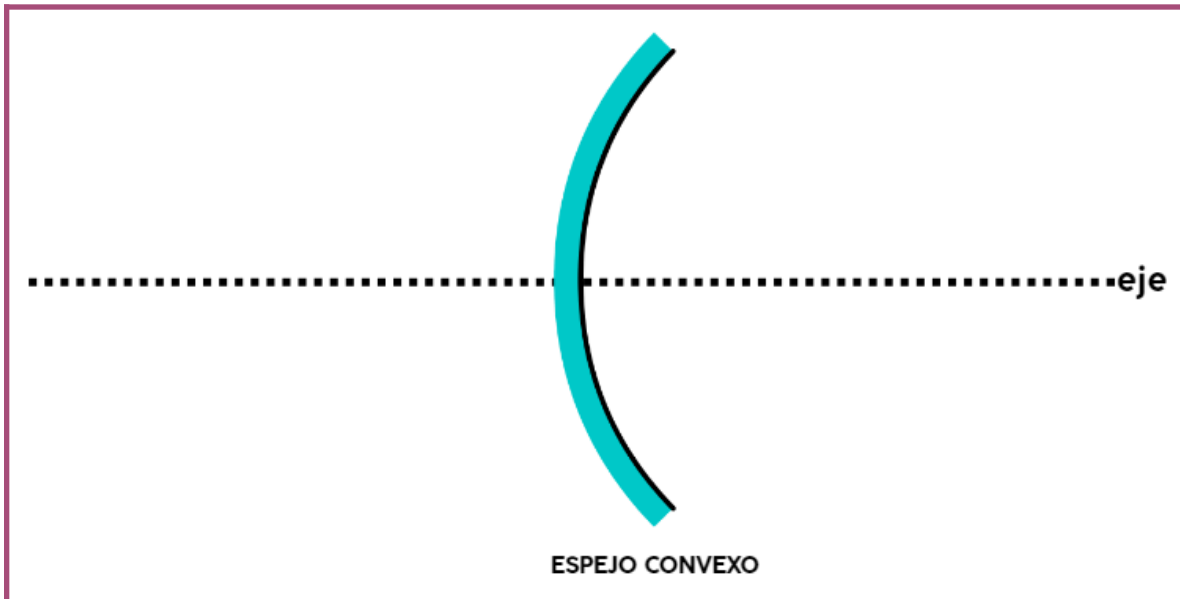
3.2. Procedimiento:

- i. Haz incidir dos rayos paralelos de los láseres hacia el espejo convexo.
- ii. Observa hacia dónde se dirigen los rayos reflejados.
- iii. Imagina la prolongación de los rayos reflejados hacia “atrás” del espejo, hasta que parezca que se cruzan en un punto.

3.3. Registro de observaciones (OAH i):

Dibuja el comportamiento de los rayos. El dibujo debe incluir:

- Rayos incidentes paralelos al eje (línea punteada),
- Rayos reflejados,
- Prolongaciones de los rayos reflejados hacia “atrás” del espejo,
- El punto donde se cruzan las prolongaciones de los rayos reflejados y marcarlo con una letra f' .

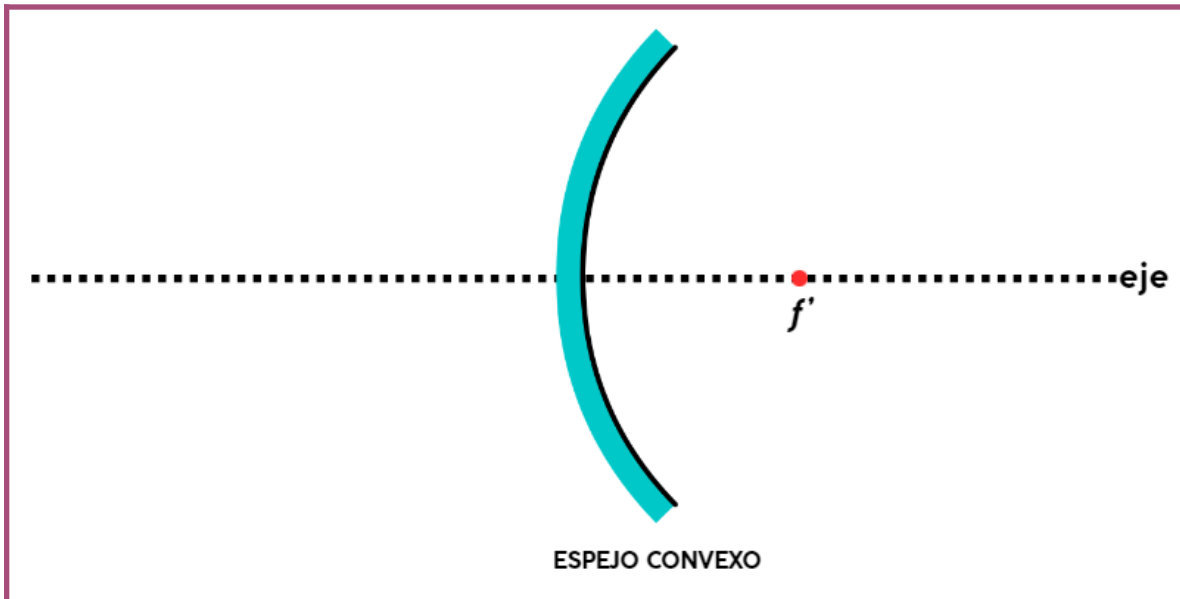


4. Diagrama de Rayos en Espejo Convexo

- Usando tus observaciones y lo trabajado con tu profesor/a, completa los siguientes esquemas de rayos notables en el espejo convexo (OAH i).

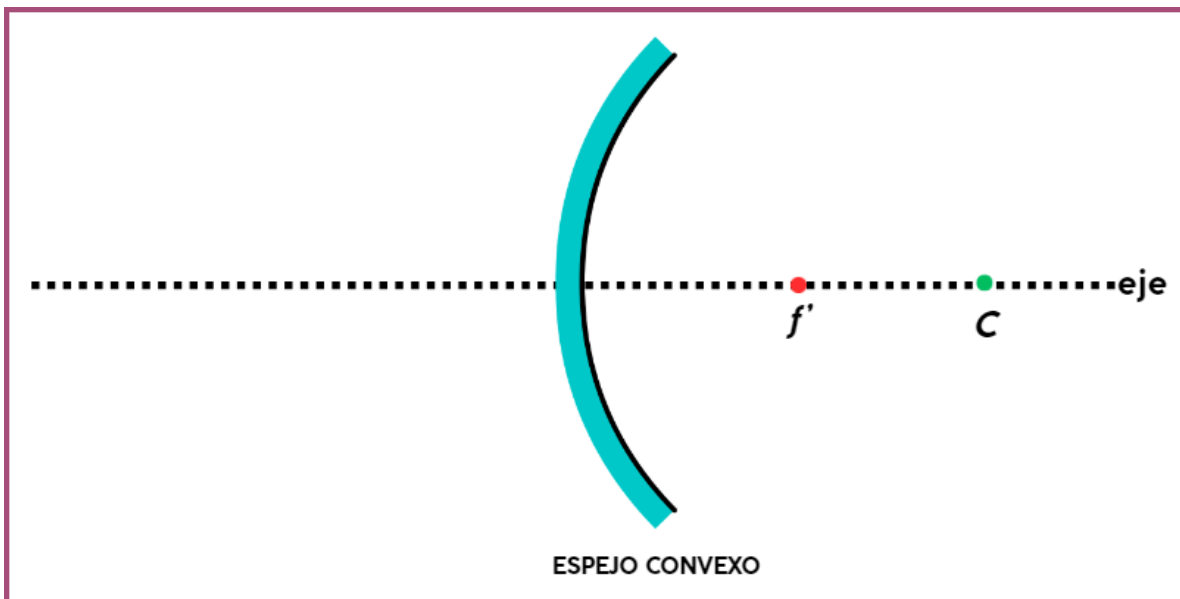
4.1. Diagrama 1 - Rayo que llega paralelo al eje del espejo

- Dibuja un rayo que llega al espejo convexo paralelo al eje principal (línea punteada) y se refleja de forma que se aleje del eje (diverge).
- Luego, dibuja la prolongación del rayo reflejado hacia atrás del espejo, de modo que pase por el foco virtual.



4.2. Diagrama 2 - Rayo central en espejo convexo

- Dibuja un rayo que se dirige hacia el centro de curvatura "C" detrás del espejo y se refleja sobre sí mismo.



4.3. Formación de imagen en espejo convexo:

En el siguiente esquema, se muestra un objeto (flecha) frente a un espejo convexo.

Instrucciones:

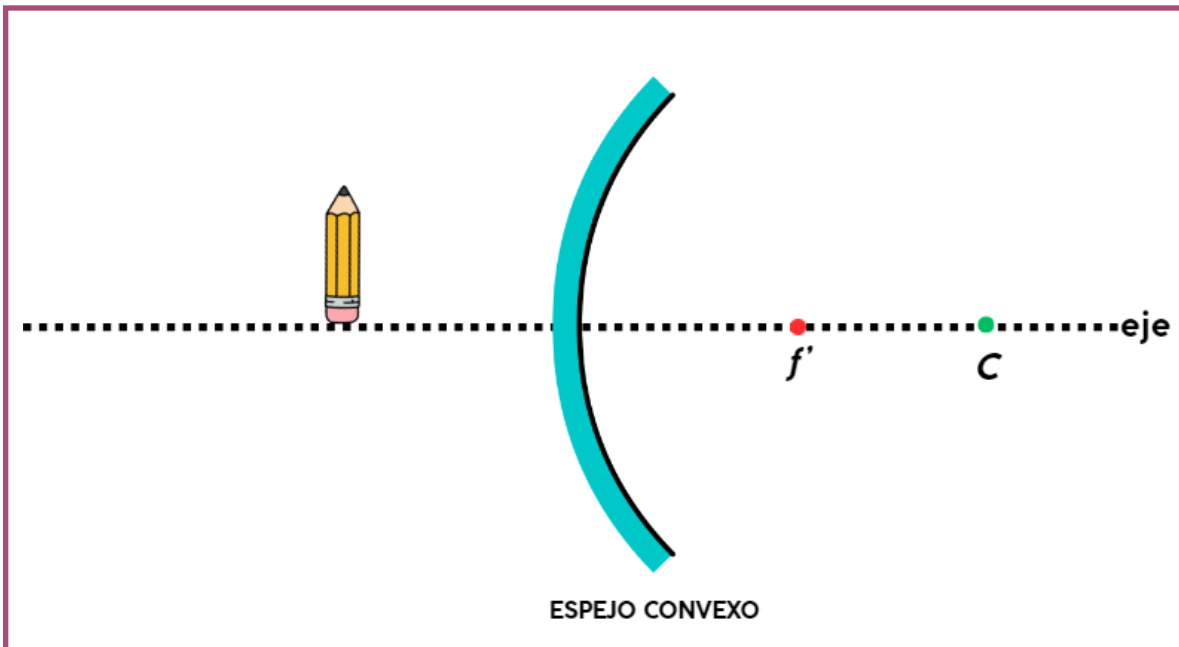
- A. Dibuja los siguientes rayos notables:

- Rayo paralelo
- Rayo central

B. Dibuja los rayos reflejados para cada rayo incidente.

C. Prolonga hacia atrás los rayos reflejados con líneas punteadas.

D. Dibuja la imagen del objeto a partir del punto donde se cruzan las prolongaciones.



Responde:

a) ¿Cómo se ve la imagen?

b) ¿En qué se diferencia con la imagen formada por un espejo cóncavo?

Anexo 3. Instrumentos de evaluación

Sesión 1 - Ticket de Salida

TICKET DE SALIDA

Nombre: _____ Curso _____

Escribe con tus palabras la Ley de la Reflexión:

¿Coincidió tu predicción inicial con la evidencia observada?

Escala de Likert por habilidades - GUÍA DEL ESTUDIANTE N°1

| Criterio | Sobresaliente (3 pts) | Competente (2 pts) | En desarrollo (1 pt) | No logrado (0 pts) |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Describe o representa adecuadamente la observación inicial del fenómeno luminoso (OAH a). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Registra correctamente los datos experimentales en tablas (ángulos, observaciones) (OAH h). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Construye un gráfico coherente entre ángulo de incidencia y reflexión (Sesión 1) (OAH h). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elabora diagramas de rayos claros y correctos para reflexión especular y difusa (OAH i). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Compara el comportamiento del haz en superficies lisas y rugosas usando evidencia experimental (OAH h, j). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Explica con vocabulario científico básico la diferencia entre reflexión especular y difusa (OAH j). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Redacta conclusiones escritas coherentes, fundamentadas en observaciones y datos (OAH l). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Puntaje total: 21 puntos

Puntaje Obtenido: _____

Sesión 3 - Ticket de Salida

EXIT
TICKET

Nombre: _____ Curso _____

Con tus palabras...¿Qué es el foco de un espejo cóncavo?

¿Coincidió tu predicción inicial con la evidencia observada?

Escala de Likert por habilidades - GUÍA DEL ESTUDIANTE N°2

| Criterio | Sobresaliente (3 pts) | Competente (2 pt) | En desarrollo (1 pts) | No logrado (0 pts) |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Describe adecuadamente las imágenes observadas en espejos cóncavo y convexo a partir de la observación directa (OAH a). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Formula predicciones coherentes sobre el comportamiento de rayos paralelos en espejos cóncavo y convexo (OAH b). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Registra correctamente observaciones experimentales del comportamiento de los rayos reflejados (convergencia y divergencia) (OAH h). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elabora diagramas de rayos claros y correctos para espejo cóncavo, identificando foco y rayos notables (OAH i). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Elabora diagramas de rayos claros y correctos para espejo convexo, identificando foco virtual, prolongaciones y rayos notables (OAH i). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Explica la formación de imágenes en espejos cóncavo y convexo utilizando evidencia experimental y vocabulario científico básico (OAH j). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Compara de forma fundamentada las imágenes formadas en espejos cóncavo y convexo (tipo, tamaño y ubicación) (OAH j, l). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Puntaje total: 21 puntos

Puntaje Obtenido: _____

Anexo 4. Manual docente y material complementario

A continuación se adjuntan los enlaces de acceso a los recursos pedagógicos elaborados por el autor para la propuesta:

Presentación que complementa las sesiones

Enlace directo la presentación en Canva:

https://www.canva.com/design/DAG7hgi6xD4/8-g2qL37RTJZ3A2J9mJusg/edit?utm_content=DAG7hgi6xD4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Manual docente

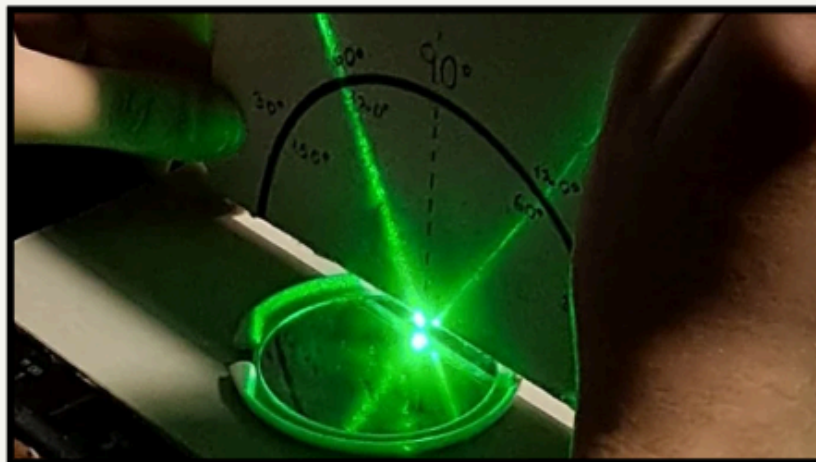
Enlace directo al manual en Canva:

https://www.canva.com/design/DAGxbqPywls/OXNhPTxBW9zNK6eoEFc_jA/edit?utm_content=DAGxbqPywls&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Manual Docente

Secuencia con Actividades Experimentales para la Enseñanza de la Reflexión de la Luz

Física - Primero Medio



Maximiliano González Nieto



Presentación

El presente manual docente acompaña la propuesta didáctica orientada a la enseñanza del fenómeno de la reflexión de la luz en estudiantes de primero medio, en el marco del currículum nacional de Ciencias Naturales (Física).

Su propósito es apoyar al profesorado en la implementación de una secuencia con actividades experimentales sobre reflexión de la luz, entregando orientaciones didácticas, sugerencias para el montaje de experiencias, recomendaciones de seguridad y criterios pedagógicos para el trabajo en aula. El manual no pretende reemplazar la labor docente ni estandarizar la práctica, sino ofrecer un recurso flexible que facilite la puesta en marcha de las actividades propuestas y permita su adaptación a distintos contextos escolares.

El manual se organiza de manera coherente con la secuencia diseñada, considerando las cuatro sesiones que la componen y su progresión conceptual: reflexión en espejos planos, reflexión especular y difusa, reflexión en espejos cóncavos y reflexión en espejos convexos. Asimismo, se articula directamente con las guías del estudiante y los instrumentos de evaluación, de modo que el docente pueda visualizar la relación entre objetivos, actividades, habilidades científicas y evidencias de aprendizaje.

Finalmente, este manual se concibe como un documento de apoyo pedagógico, que enfatiza el valor del trabajo experimental, la modelización mediante diagramas de rayos y el análisis de evidencias, promoviendo una enseñanza de la óptica geométrica centrada en la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades científicas.



Índice

Enfoque de la propuesta

- 01 Enseñanza de la óptica desde la experimentación.
- 02 Uso del modelo geométrico de rayos
- 03 Desarrollo de habilidades científicas
- 04 Rol del docente y del estudiante
- 05 Flexibilidad y adaptabilidad

Seguridad y consideraciones generales

- 01 Uso del puntero láser
- 02 Organización del trabajo en aula

Montajes

- 01 Espejo Plano
- 02 Espejo Cóncavo
- 03 Espejo Convexo
- 04 Tipografía

Orientaciones por sesión

- 01 Sesión 1 - Ley de la reflexión
- 02 Sesión 2 - Reflexión especular y difusa
- 03 Sesión 3 - Espejo cóncavo
- 04 Sesión 4 - Espejo convexo
- 05 Recomendaciones transversales
- 06 Recursos de impresión 3D



01 **Enfoque de la propuesta**

Enseñanza de la óptica desde la experimentación

La presente propuesta didáctica se basa en un enfoque de enseñanza de las ciencias centrado en la experimentación y modelización como eje del aprendizaje. Las actividades están diseñadas para que los estudiantes observen directamente fenómenos luminosos, manipulen materiales y obtengan evidencias que les permitan construir explicaciones fundamentadas.

El trabajo experimental no se presenta como una demostración cerrada, sino como una instancia de exploración, donde los estudiantes formulan predicciones, contrastan resultados y reflexionan sobre la validez de sus ideas iniciales.

Uso del modelo geométrico de rayos

Desde el punto de vista conceptual, la propuesta utiliza el modelo geométrico de rayos como herramienta central para interpretar el comportamiento de la luz. Este modelo se introduce de manera gradual:

- En las primeras sesiones, se emplea para explicar la reflexión en espejos planos y la ley de la reflexión.
- Posteriormente, se amplía su uso para analizar la convergencia y divergencia de rayos en espejos cóncavos y convexos.

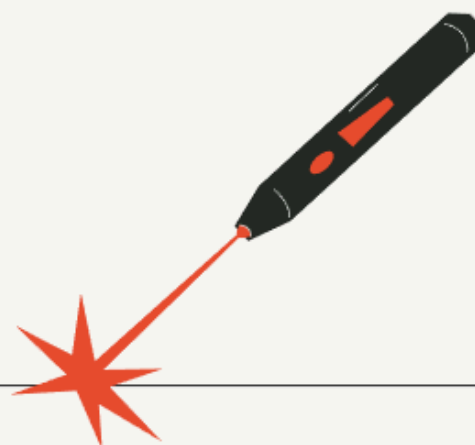
De este modo, el modelo no se presenta como una abstracción teórica aislada, sino como una herramienta de interpretación construida a partir de la experiencia experimental.

Desarrollo de habilidades científicas

La secuencia promueve de manera explícita el desarrollo de habilidades de investigación científica, en coherencia con el currículo nacional de Ciencias Naturales para primero medio. Estas habilidades se trabajan de forma progresiva a lo largo de las cuatro sesiones e incluyen:

- Observación y descripción de fenómenos luminosos.
- Registro y organización de datos experimentales.
- Análisis de evidencia cualitativa y cuantitativa.
- Uso de modelos científicos para explicar fenómenos.
- Comunicación de conclusiones basadas en evidencia.

Cada guía del estudiante incorpora actividades específicas que permiten evidenciar estas habilidades, las cuales son posteriormente evaluadas mediante instrumentos coherentes con el enfoque formativo de la propuesta.





Rol del docente y del estudiante

En esta propuesta, el rol del docente es el de mediador del aprendizaje, orientando la observación, formulando preguntas desafiantes y guiando la formalización de conceptos a partir de la evidencia obtenida por los estudiantes.

El estudiante, por su parte, asume un rol activo, participando en la manipulación de materiales, el registro de observaciones, la elaboración de esquemas de rayos y la comunicación escrita de conclusiones.

Flexibilidad y adaptabilidad de la propuesta

El enfoque didáctico considera la flexibilidad en la implementación, permitiendo adaptar las actividades a distintos contextos escolares, tiempos disponibles y recursos materiales. La secuencia puede desarrollarse en un número mayor o menor de sesiones, reorganizando los momentos de exploración, experimentación y formalización según las necesidades del curso.

Las experiencias propuestas pueden implementarse en distintas modalidades, tales como:

- Demostraciones guiadas por el/la docente, cuando el tiempo o los recursos son limitados.
- Trabajo experimental en grupos, favoreciendo la participación activa y el aprendizaje colaborativo.
- Actividades de observación y análisis, priorizando la interpretación de fenómenos cuando no es posible la manipulación directa.

Asimismo, la propuesta busca que los estudiantes participen en experiencias con prototipos experimentales simples, tales como:

- Espejos montados en soportes básicos.
- Dispositivos para alinear dos punteros láser de forma aproximadamente paralela.
- Superficies reflectantes lisas y rugosas de fácil acceso.

El diseño y construcción de estos montajes puede incorporarse como parte del proceso de aprendizaje y, si el docente lo estima pertinente, considerarse como evidencia evaluable, especialmente en relación con habilidades de planificación, trabajo colaborativo y uso responsable de materiales.

Este manual entrega las bases conceptuales y orientaciones generales para la construcción de montajes simples, privilegiando modelos funcionales y conceptuales por sobre dispositivos elaborados. Asimismo, incluye sugerencias para su implementación en aula, junto con orientaciones didácticas y recomendaciones de seguridad, con el fin de apoyar al docente en una aplicación segura, efectiva y contextualizada de la propuesta.



02

Seguridad y consideraciones generales

Uso del puntero láser

El trabajo con punteros láser permite observar con claridad la trayectoria de los rayos, pero exige una implementación rigurosa en términos de seguridad.

Antes de iniciar cualquier experiencia, se recomienda explicitar al curso que el láser es un instrumento de trabajo y no un elemento de juego.

- **Nunca apuntar el láser a los ojos** (propios ni de otras personas), aunque esté apagado.
- **Evitar reflejos accidentales:** no dirigir el haz hacia superficies que puedan reflejarlo hacia el curso (vidrios, metales muy pulidos fuera del montaje).
- **Mantener el haz a baja altura,** idealmente a nivel de la mesa y apuntando hacia una pantalla o zona segura.
- **Usar el láser solo cuando el/la docente lo indique,** y apagarlo inmediatamente al terminar cada medición u observación.
- **No mirar "a través" del haz,** ni seguirlo con la vista cuando se refleja.
- **Restringir el uso activo del láser en contextos con alta inquietud o poco espacio,** se sugiere que el/la docente controle el láser y el estudiantado se concentre en el registro y análisis.





Consideraciones prácticas para el uso de punteros láser

En varias de las actividades propuestas, especialmente aquellas que requieren la observación prolongada de trayectorias de rayos (medición de ángulos, convergencia y divergencia de rayos), resulta útil mantener el puntero láser encendido de forma continua, evitando que el o la estudiante deba presionar manualmente el botón durante todo el experimento.

Para ello, se sugieren las siguientes alternativas prácticas:

- **Sujeción mecánica simple:**

Puede utilizarse cinta adhesiva, elástico o una cuña de goma para mantener presionado el botón del láser durante el experimento. Esta solución es rápida y funcional, aunque requiere supervisión constante para evitar movimientos accidentales.

- **Switch para láser impreso en 3D:**

Existen diseños disponibles en repositorios de impresión 3D que permiten mantener el botón del puntero presionado de manera segura y estable. Estos soportes facilitan el trabajo experimental al:

- Mantener el láser encendido sin intervención manual.
- Mejorar la estabilidad del haz.
- Liberar las manos de los estudiantes para la observación y el registro.



- **Punteros de kits de óptica escolar:**

Algunos kits de óptica incluyen punteros con interruptores de encendido permanente o sistemas de múltiples rayos alineados, los cuales resultan especialmente adecuados para actividades con espejos curvos, ya que permiten visualizar simultáneamente el rayo central y rayos paralelos.

En todos los casos, es fundamental reforzar las normas de seguridad, asegurando que:

- El haz láser nunca apunte hacia los ojos.
- El montaje permanezca estable durante toda la actividad.
- El uso del láser sea siempre supervisado por el/la docente.

Organización del trabajo en aula

Para que las actividades experimentales se desarrollen con seguridad, buen ritmo y participación equitativa, se recomienda planificar la sesión considerando agrupamiento, distribución del espacio, rotación por estaciones (de haber pocos materiales) y rutinas claras de trabajo.

Tamaño y conformación de grupos

Se sugiere trabajar en grupos de 3 a 4 estudiantes. Con 4 integrantes se facilita la distribución de tareas (medición, registro, modelización), y con 3 se reduce el tiempo de espera en montajes limitados. Los grupos deben mantenerse estables durante la secuencia (sesiones 1 a 4), para favorecer continuidad en el trabajo con guías, acuerdos de colaboración y responsabilidad compartida.

Roles sugeridos y rotación

Para evitar que solo una persona manipule los materiales o que el trabajo quede concentrado en quien escribe, se recomienda asignar roles explícitos y rotarlos en la sesión (o entre sesiones). Un esquema simple y funcional es:

- Encargado/a de montaje y seguridad: verifica que el espejo esté estable, que el láser apunte a zona segura y que se respeten las normas (no apuntar a ojos, evitar reflejos). Coordina cuándo se enciende y apaga el láser.
- Encargado/a de medición: mide ángulos (sesión 1) o distancias focales (sesión 3), y confirma que se estén midiendo respecto a la normal o eje principal según corresponda.
- Encargado/a de registro: completa la guía (tabla, respuestas, conclusiones) y ordena la información.
- Encargado/a de modelización: lidera el trazado de esquemas y diagramas de rayos, asegurando que aparezcan elementos mínimos (normal/eje, rayos, foco, prolongaciones).





Rutina de trabajo sugerida

Para sostener el enfoque indagatorio sin perder tiempo, es útil instalar una rutina breve que se repita:

1. **Predicción individual** corta en la guía (1–2 min).
2. **Ejecución experimental en grupo** (montaje/medición/observación).
3. **Registro inmediato** (tabla, dibujo o respuesta breve).
4. **Puesta en común** intragrupo (comparar datos/observaciones y acordar conclusión).
5. **Cierre** (formalización del concepto).

Distribución del espacio y control del haz láser

- Ubicar los grupos de modo que el haz apunte hacia una pared/pantalla definida y no hacia zonas de tránsito.
- Evitar montar experiencias en pasillos o donde circulen estudiantes.
- Pedir que el láser se use siempre apoyado o estabilizado (mano firme, soporte, o sobre la base del montaje) para reducir trayectorias imprevistas.
- En cursos con alta inquietud, se recomienda que el/la docente administre el láser y el grupo se centre en medición, registro y modelización.

Gestión del tiempo y evidencias

Antes de comenzar el experimento, conviene explicitar qué evidencia mínima debe quedar lista al final de la clase (por ejemplo: "tabla completa + gráfico + conclusión", o "esquemas completos + definiciones"). Esto ayuda a orientar el trabajo y facilita la evaluación formativa (revisión rápida de guías o tickets).

Normas de convivencia y colaboración asociadas al trabajo experimental

Finalmente, es recomendable acordar explícitamente expectativas simples para el trabajo grupal: hablar en volumen moderado, respetar turnos, cuidar materiales, registrar con orden y apoyar a quien esté modelando/registrando. Estas normas se alinean directamente con el desarrollo de actitudes como el rigor, la responsabilidad y el trabajo colaborativo.



Condiciones del espacio y manejo de materiales

- Estabilidad del montaje: el espejo y el transportador deben quedar firmes para evitar errores de medición y reflejos imprevistos.
- Pantalla de proyección: una pared, pizarra o cartulina funciona como referencia para observar puntos o "manchas" de luz reflejada (especialmente en reflexión difusa).
- Control de iluminación: no es necesario oscurecer completamente la sala, pero sí conviene reducir el exceso de luz directa para mejorar la visibilidad del haz.
- Materiales compartidos: si hay pocos montajes, se puede organizar una dinámica rotativa (estación experimental + estación de registro/modelización) para sostener el ritmo de trabajo.

Consideraciones didácticas para evitar dificultades frecuentes

En estas actividades suelen aparecer errores típicos que conviene anticipar:

- Confusión entre ángulo respecto a la superficie y respecto a la normal: reforzar que la medición se realiza siempre desde la normal.
- Esquemas sin normal o sin referencia al eje principal: insistir en que el diagrama de rayos no es un dibujo libre, sino un modelo con elementos mínimos (normal/eje, rayos incidentes y reflejados, foco cuando corresponda).
- Visualidad del rayo: en entornos con mucha contaminación lumínica se sugiere utilizar un soplador de polvo y maicena para mejorar el trazo del haz..
- En espejos curvos: enfatizar que el foco en convexo es virtual (no se "alcanza" físicamente), mientras que en cóncavo puede localizarse por convergencia.

Recomendación general de cierre y orden

Al finalizar cada sesión, se sugiere un cierre breve que incluya:

- Recoger evidencia (guía/ticket) y verificar que el grupo dejó el montaje seguro.
- Reforzar la idea central del día en una frase (*ley de reflexión / especular vs difusa / foco / imagen virtual*).
- Conectar con la sesión siguiente, para mantener continuidad conceptual.



03

Montajes

Espejo plano

Sesiones asociada:

- Sesión 1: Ley de la Reflexión
- Sesión 2: Reflexión especular/difusa

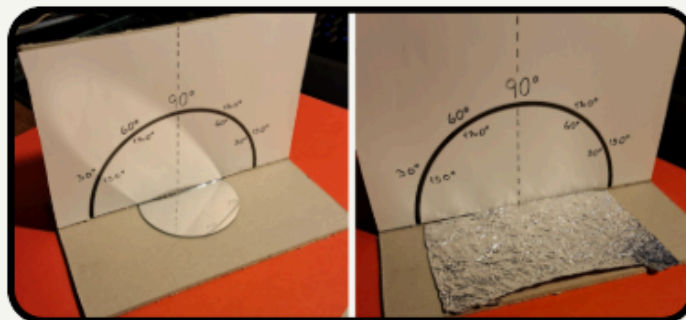
Propósito del montaje

Visualizar un rayo incidente y su rayo reflejado en un espejo plano para:

- Medir ángulos de incidencia y reflexión respecto a la normal para comprobar la ley de la reflexión (sesión 1).
- Comparar reflexión especular y reflexión difusa proyectando reflejo sobre una pared/pantalla (sesión 2)

Materiales y componentes

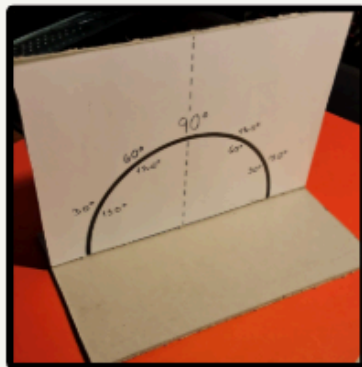
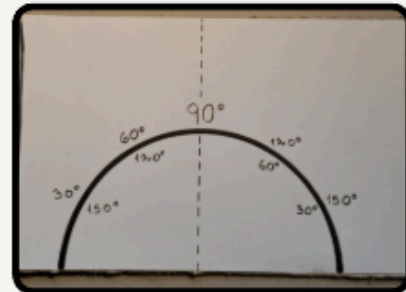
- Espejo plano pequeño (idealmente con bordes protegidos).
- Puntero láser.
- Transportador (180°) y regla/lápiz para trazar (opcional).
- Base rígida (dos piezas de cartón piedra, madera delgada, acrílico, etc.).
- Cinta adhesiva/masilla adhesiva o soporte simple para fijar el espejo.
- Para reflexión difusa: papel aluminio arrugado (o cerámica/superficie rugosa reflectante).
- Pantalla: pared/pizarra o cartulina blanca.
- Maicena y soplador para mejorar visualización.



Armado

1. Preparación de la base:

- Adherir un transportador a una pieza de cartón piedra o dibujar su contorno señalando ángulos notables.
- Dibujar una línea punteada que representa la normal a la superficie.

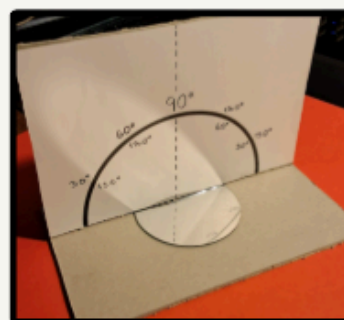


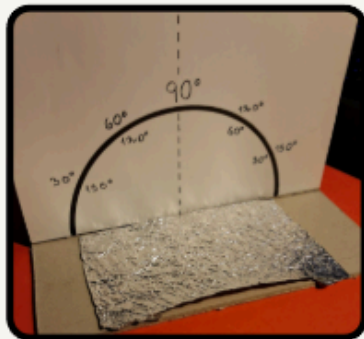
2. Ensamblaje

- Unir ambas piezas para la base de modo que queden perpendiculares. Para esto se puede utilizar silicona líquida o plasticina.

3. Fijación del espejo:

Montar el espejo sobre la base rígida, asegurando que quede estable.





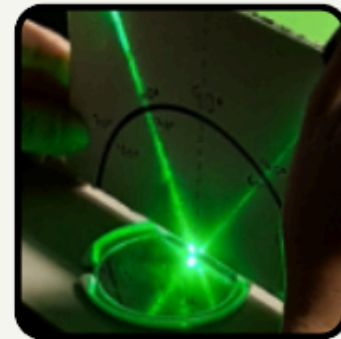
4. Superficie rugosa:

- Cambiar o cubrir el espejo por una superficie rugosa reflectante, como un papel aluminio arrugado.

Uso en clases

Apuntar el láser al punto de incidencia en el centro de la superficie reflectante desde donde se traza la normal.

- Variar el ángulo de incidencia (por ejemplo: 20°, 30°, 40°, 50°, 60°).
- Registrar el ángulo del rayo reflejado con respecto a la normal.
- Para la sesión 2: reemplazar el espejo por superficie reflectante rugosa y observar la proyección de los rayos reflejados sobre una pantalla (pared/pizarra).



Espejo cóncavo

Sesiones asociada: Sesión 3: Convergencia de rayos y foco.

Propósito del montaje

Este montaje permite:

- Observar que un espejo cóncavo concentra rayos incidentes paralelos en un punto del eje principal tras reflejarse, identificando experimentalmente la distancia focal f .
- Vincular la idea de foco con la formación de imágenes en el espejo, a partir de la observación directa y la construcción de diagramas.

Opciones de espejo cóncavo (según recursos)

- **Espejo cóncavo tradicional:** útil tanto para explorar imágenes como para el trabajo con láseres.



- **Elemento reflectante curvo de kit de óptica:** suele venir como una "sección de espejo" (cóncava). Esta alternativa es particularmente práctica porque se puede ubicar horizontalmente sobre papel milimetrado, facilitando mantener el plano óptico y el trazado de rayos.

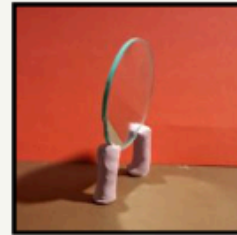
Soporte del espejo

El espejo debe permanecer estable durante toda la actividad. Se sugieren tres alternativas, según disponibilidad:



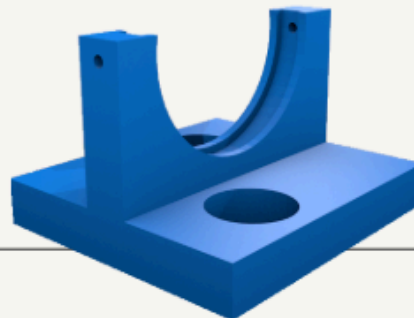
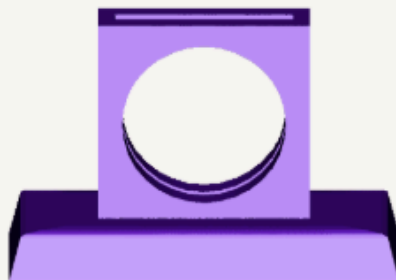
soporte metálico y espejo adherido con cinta de doble contacto.

- **Soporte improvisado firme:** por ejemplo, una base de cartón, piedra, madera delgada o acrílico, con una ranura o apoyo que mantenga el espejo fijo. Puede utilizarse una cinta con doble contacto para asegurar la firmeza del espejo.



soporte hecho de plastilina

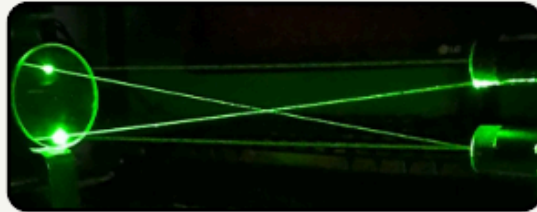
- **Plasticina:** solución rápida y funcional para fijar el espejo a una base, sin embargo dificulta la horizontalidad del eje óptico.
- **Soporte impreso en 3D:** alternativa recomendable para mejorar estabilidad y repetibilidad. Puede incorporarse como opción si el establecimiento cuenta con impresión 3D y su diseño permite ser utilizado con el espejo convexo también. En la página 26 se indica dónde conseguir los modelos.



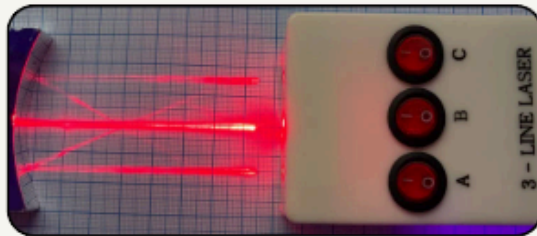
Fuente de rayos paralelos

Para evidenciar la convergencia, se puede utilizar:

- **Dos punteros láser montados en un soporte** que mantenga los haces aproximadamente paralelos.



- **Kit de óptica con emisor de tres rayos paralelos:** el rayo central puede usarse como referencia del eje y los otros dos como rayos paralelos auxiliares, lo que facilita la observación y el análisis.

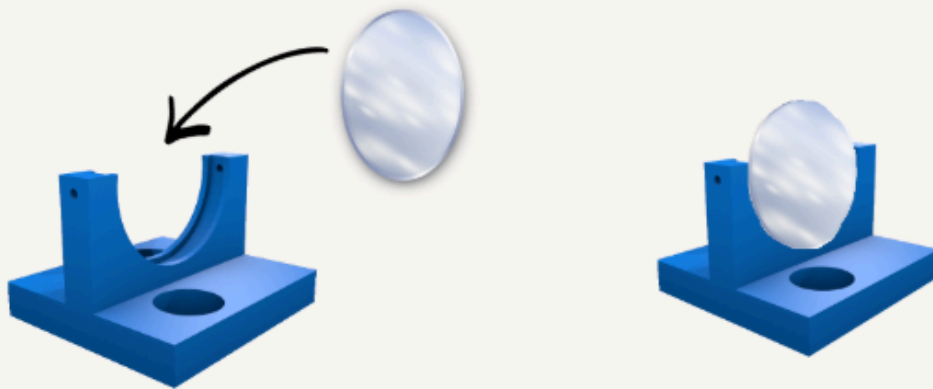


Nota: este dispositivo solo puede ser utilizado con un elemento reflectante curvo o "sección de espejo cóncava" de los kit de óptica, ya que sus rayos no son 100% coherentes.

Armado

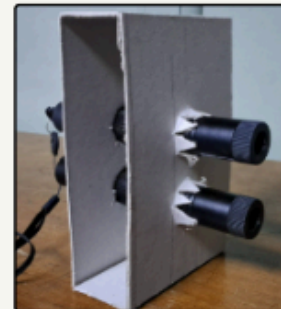
1. Soporte del espejo

- Instalar el espejo cóncavo en soporte o estructura firme asegurando la horizontalidad del eje óptico.



2. Soporte de láseres paralelos

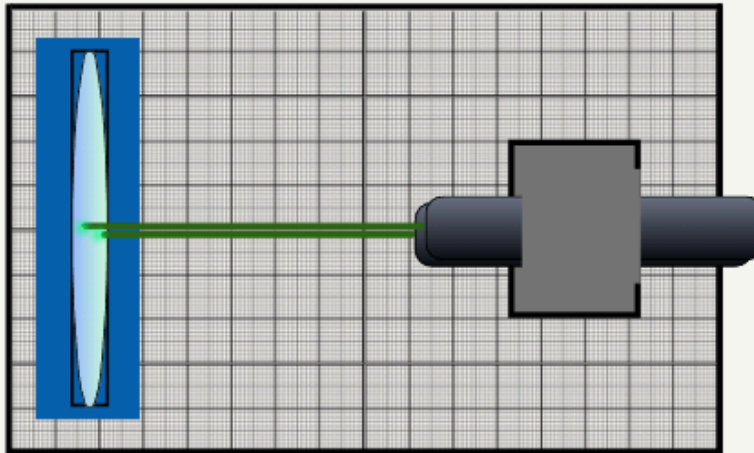
- Fijar ambos láseres de modo que sus haces salgan lo más paralelos posible y ajustar la altura a la del espejo cóncavo. No requiere precisión milimétrica; basta con que se vean "paralelos" a simple vista



soporte hecho con cartón piedra ajustado a la altura del eje óptico.

2. Alineación del plano óptico

- Ubicar el soporte con los láseres frente al espejo de manera que ambos haces incidan paralelos al eje óptico del espejo, preferentemente simétricos respecto de este.
- Se sugiere utilizar papel milimetrado para ajustar mejor las ubicaciones.



Uso en clases

Una vez que se observa el punto donde se cruzan los rayos reflejados, se mide la distancia desde el espejo hasta ese punto, registrándola como **f**.

El docente puede reforzar que esa conveniencia explica por qué el espejo cóncavo puede formar imágenes con características que cambian según la distancia del objeto, y guiar la construcción de rayos notables y diagramas en la guía del estudiante.

Espejo convexo

Sesiones asociada:

- Sesión 4: Divergencia de rayos y foco virtual.

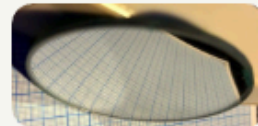
Propósito del montaje

Este montaje permite:

- Observar que el espejo convexo hace divergir los rayos reflejados.
- Identificar el foco virtual a partir del modelado de las prolongaciones de los rayos reflejados.
- Vincular con la formación de imagen virtual derecha y reducida y con aplicaciones cotidianas como retrovisores y espejos panorámicos.

Opciones de espejo convexo (según recursos)

- **Espejo convexo tradicional:** espejo tipo retrovisor o espejo panorámico pequeño.



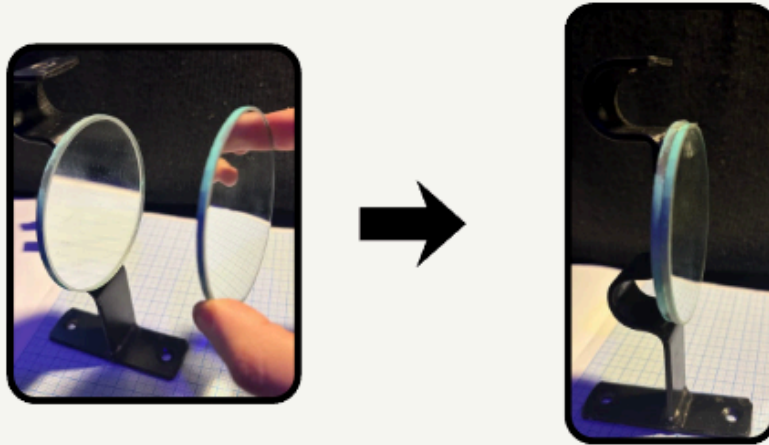
- **Elemento reflectante curvo de kit de óptica:** suele venir como una "sección de espejo" (convexa). Resulta estable para trabajo horizontal sobre papel milimetrado, lo que facilita diagramas y prolongaciones.

Soporte del espejo

Se aplican las mismas alternativas que en el espejo cóncavo:

- Fijación con plasticina.
- Soporte firme improvisado.
- Soporte impreso en 3D.

También se puede adherir al soporte con el espejo cóncavo ya integrado utilizando cinta adhesiva o de doble contacto.



Fuente de rayos paralelos

Se puede utilizar el mismo sistema de la sesión 3:

- Dos punteros láser en soporte paralelo, o
- Emisor de tres rayos de un kit de óptica, que facilita mantener la referencia del eje.

Armado

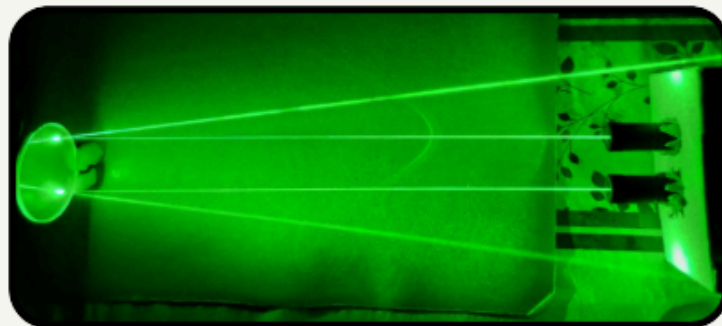
El espejo se fija estable, se define un eje central (marcado en base con papel milimetrado o estimado), y se ubica la fuente de rayos para que los haces incidan paralelos al eje.

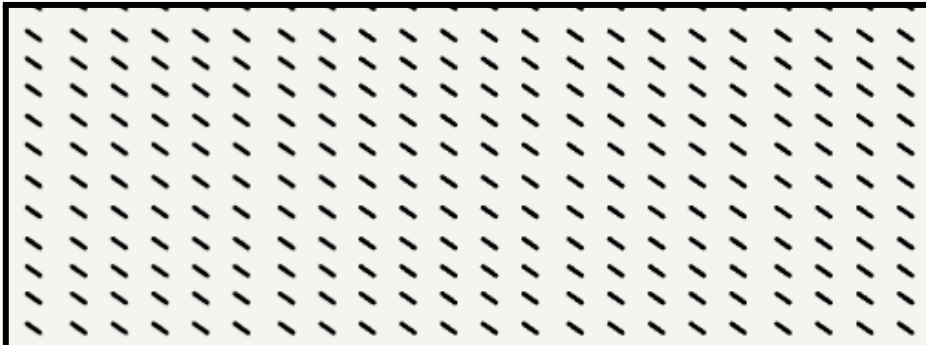
Se sugiere trabajar sobre una superficie con marcas (papel milimetrado o base rayada) para que la prolongación hacia "atrás" sea más fácil de construir en la guía.

Uso en clases

Los estudiantes observan la divergencia de los rayos reflejados y luego dibujan sus prolongaciones con líneas punteadas "detrás" del espejo, identificando el punto de intersección aparente como " f' ".

El docente debe enfatizar que f' es un punto virtual, ya que no corresponde a un cruce real de rayos en el espacio, sino a una construcción geométrica. Eso permite explicar por qué el espejo convexo siempre forma una imagen virtual, derecha y reducida, y por qué aumenta el campo visual.





04

Orientaciones por sesión

Sesión 1 — Ley de la reflexión

Guía asociada: Guía del Estudiante N°1 (Sesión 1)

Idea clave: la luz se refleja con una regularidad medible respecto a la normal.

Antes de la clase

- Verifica que el montaje con espejo y transportador esté estable y que la normal esté claramente marcada.
- Define cuántos montajes tendrás: uno por grupo ideal; si no, estaciones rotativas (los grupos rotan por turnos).
- Prepara una PPT breve solo para: propósito de la secuencia + seguridad + recordatorio "ángulos se miden respecto a la normal".

Durante la clase

- Contextualiza el fenómeno: "vernos en un espejo" como problema inicial (formación de imagen como motivación, sin profundizar aún).
- En la demostración inicial, enfatiza el lenguaje: rayo incidente, rayo reflejado, normal, ángulo de incidencia/reflexión.
- Acompaña la toma de datos, cuidando dos puntos típicos:
 - estudiantes miden ángulos desde la superficie en vez de desde la normal;
 - miden "cualquier cosa" porque el espejo o el láser se mueve.
- En la parte de gráfico, no busques "perfección matemática": la meta es identificar tendencia $y = x$.

Cierre recomendado

- Formaliza la ley con una frase corta y una representación simple en la pizarra.
- Conecta explícitamente con lo que viene: "Esta regularidad es lo que permite que en superficies lisas se construyan imágenes nítidas".

Evidencias y evaluación sugerida

- Evidencia principal: registro de observación, tabla, gráfico, interpretación, esquema en la guía y conclusiones.
- Instrumento rápido: Ticket de salida de la sesión 1.

Sesión 2 — Reflexión especular y difusa

Guía asociada: Guía del Estudiante N°1 (Sesión 2)

Idea clave: en ambas superficies se cumple la ley localmente, pero la textura ordena o dispersa los rayos, afectando la formación de imagen.

Antes de la clase

- Ten listo: espejo plano, superficie rugosa (aluminio arrugado o cerámica) y pantalla (pared/pizarra).
- Asegura un espacio donde el punto o “mancha” reflejada sea visible sin riesgos (rayo lejos de ojos).

Durante la clase

- Parte desde la guía: primero observación de imagen en espejo plano (rostro). Esto ancla el sentido: “¿por qué aquí sí hay imagen nítida?”
- Mantén el trabajo experimental simple: misma dirección del láser, cambias solo la superficie.
- Ayuda a que el alumnado traduzca observación a modelo:
 - espejo liso → haz concentrado / dirección definida (especular);
 - rugoso → dispersión / múltiples direcciones (difusa).
- Si aparece la idea errónea “en rugoso no hay reflexión”, insiste en: sí hay reflexión, pero se reparte en muchas direcciones.

Cierre recomendado

- Cierra comparando con lo anterior:

“La ley de la reflexión sigue siendo válida, pero en la superficie rugosa cambia la normal local en cada punto; por eso los rayos salen desordenados y no se arma una imagen.”

Sesión 3 — Espejo cóncavo

Guía asociada: Guía del Estudiante N°2 (Sesión 3)

Idea clave: un espejo cóncavo hace converger rayos paralelos en el foco; la posición del objeto respecto a f cambia la imagen.

Antes de la clase

- Revisa que el espejo esté firme (soporte estable) y que los dos láseres estén lo más paralelos posible.
- Prepara una regla/huinchita y una superficie donde se vea bien la convergencia.
- Prioriza: si el tiempo es no alcanza, prioriza (1) foco con láser y (2) rayos notables; la parte de "imagen real" puede quedar como extensión.

Durante la clase

- Comienza con la exploración cualitativa (rostro/objeto cerca): aquí el objetivo es que el alumnado detecte que "hay una zona donde cambia algo".
- En la demostración con rayos paralelos, pide predicción y luego muestra la convergencia: eso abre paso a definir foco desde evidencia.
- En la medición de f , ayuda a que midan desde un punto consistente (idealmente desde el vértice del espejo en el eje).
- En rayos notables, trabaja con una regla práctica:
 - paralelo → refleja pasando por foco
 - hacia foco → refleja paralelo
 - hacia centro de curvatura → "vuelve" sobre sí mismo
- Cuando pasen a imágenes, guía el sentido:
 - entre espejo y foco: imagen virtual (por prolongación hacia atrás)
 - más allá del foco: imagen real (intersección de rayos reflejados)
 - Si no quieren trabajar imagen real por complejidad, puedes dejarlo como una "nota del docente" y centrarte en la virtual.



Cierre recomendado

- Dos ideas en una frase cada una:
 - "Cóncavo concentra rayos paralelos en f ."
 - "La imagen depende de dónde está el objeto respecto a f ."
- Aplica ticket de salida de la sesión 3.

Evidencias y evaluación sugerida

- Evidencia principal: Registro de observación, esquema de rayos paralelos, medición de f , diagramas de rayos notables y conclusiones.
- Instrumento rápido: Ticket de salida de la sesión 3



Sesión 4 — Espejo convexo

Guía asociada: Guía del Estudiante N°2 (Sesión 4)

Idea clave: el convexo hace divergir los rayos; la imagen es siempre virtual, derecha y reducida.

Antes de la clase

- Ajusta el montaje para que el haz reflejado no “vuelva” hacia estudiantes.
- Ten ejemplos listos (retrovisor, espejo panorámico) para el cierre de la secuencia

Durante la clase

- Inicia con observación del rostro/objeto: que describan “más pequeño” y “se ve más campo”.
- Con rayos paralelos: muestra divergencia y enseña el gesto conceptual clave: prolongar hacia atrás.
- En diagramas, insiste en que el “foco” del convexo es virtual: no se alcanza, se infiera.
- En formación de imagen: el énfasis es el patrón estable:
 - ubicación: detrás del espejo (virtual)
 - orientación: derecha
 - tamaño: reducida



Cierre recomendado

- Cierre integrador breve:
 - Plano: imagen virtual, derecha, mismo tamaño.
 - Cóncavo: puede converger; imágenes reales o virtuales según posición del objeto.
 - Convexo: diverge; imagen virtual, derecha y reducida; aumenta campo visual.

- Termina con la idea fuerza de toda la secuencia:

"Todos respetan la ley de la reflexión, pero la geometría del espejo reorganiza los rayos y cambia la imagen."

Evidencias y evaluación sugerida

- Evidencia principal: registro de observación, esquemas de divergencia, prolongaciones, respuestas comparativas.
- Evaluación: lista de cotejo de la Guía N°2.



Recomendaciones transversales para las 4 sesiones

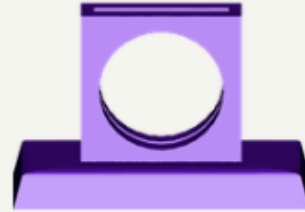
- Tiempo: si hay retraso, prioriza siempre observación + registro + conclusión (aunque el diagrama quede más simple).
- Lenguaje común: mantén términos fijos desde la sesión 1 (normal, incidencia, reflexión, rayo, foco, virtual/real).
- Coherencia guía-clase: cuando un grupo se “pierde”, vuelve a la guía con una consigna corta: “registren evidencia, después explicamos.”
- Errores típicos a anticipar: medición desde la superficie (no desde la normal), confundir “desorden” con “no hay reflexión”, pensar que el foco convexo “se mide” como el cóncavo.

Recursos de impresión 3D:

- **Soportes para espejos:**

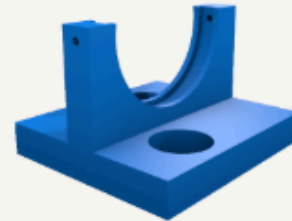
- **Concave & Convex Lens Holder** de TK3295.
Disponible en: cults3d.com

Licencia: CULTS CU



- **50mm Lens Holder with magnet holes** de thingsterv. Disponible en: thingiverse.com

Licencia: Creatives Commons - Public Domain
Dedication



- **Led Round Mirror** de ZUGARA. Disponible en: cults3d.com

Licencia: CC BY

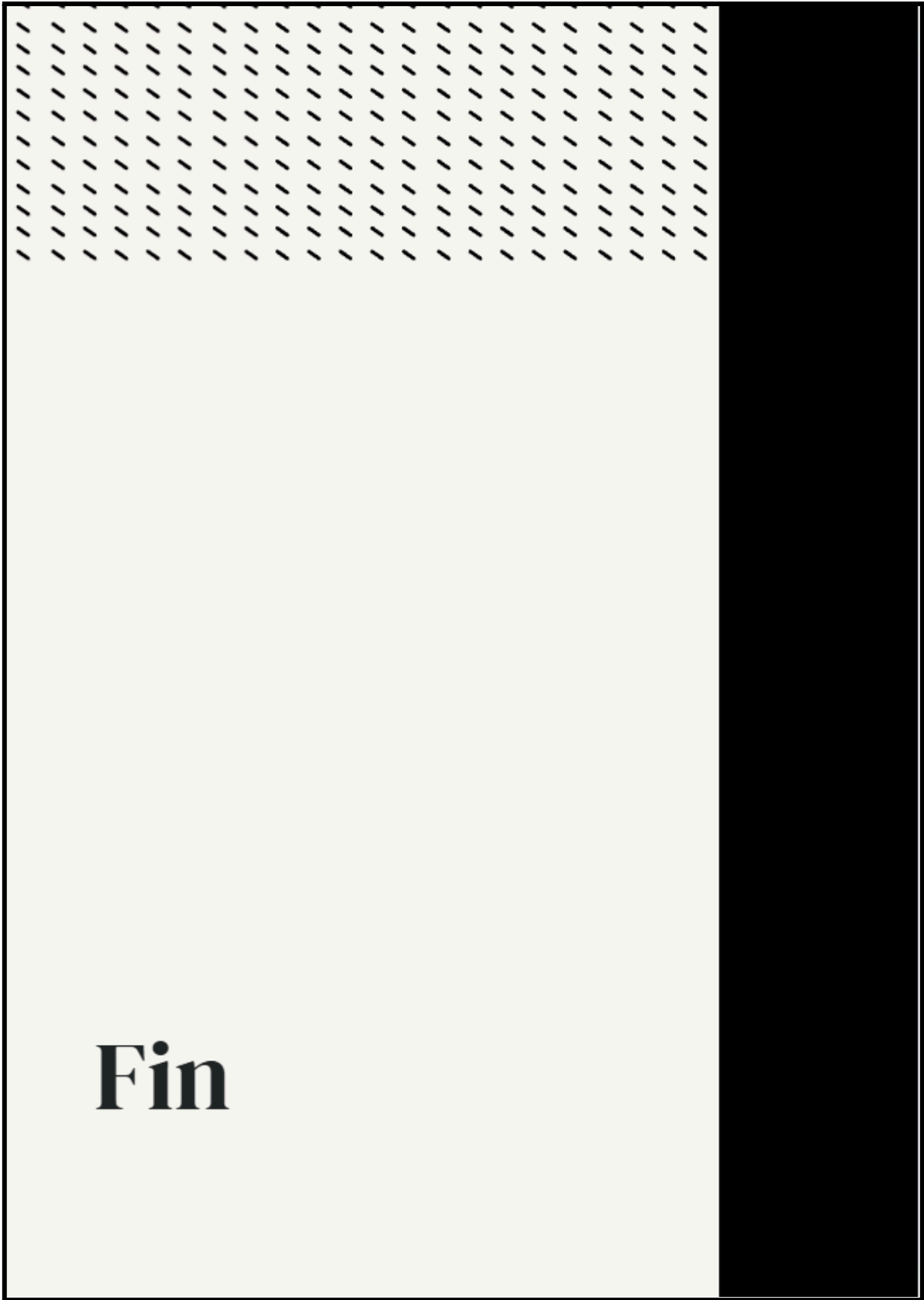


- **Switch para punteros láser:**

- **Laser Pointer Button Switch** de Red Kraken Forge.
Disponible en: myminifactory.com

Licencia: BY-NC-SA





Fin

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos y resultados graficados

Instrumento

Juicio de expertos: Validación de Secuencia con Actividades Experimentales Sobre Reflexión de la Luz

Este formulario busca validar, mediante juicio de expertos, una propuesta didáctica para 1° Medio centrada en la reflexión de la luz (4 sesiones), incluyendo: planificaciones, guías del estudiante, instrumentos de evaluación y manual docente.

Su respuesta será usada con fines académicos. Tiempo estimado: 10–20 minutos.

Antes de responder, por favor revise el paquete de materiales enviado.

Antecedentes del/la experto/a

Nombre y apellido (opcional si prefiere anonimato)

Correo de Contacto (opcional)

Formación académica

Rol actual

- Docente escolar
- Docente universitario/a
- Investigador/a
- Coordinación UTP / Liderazgo Pedagógico
- Otro: _____

Años de experiencia en educación o docencia

Experiencia en enseñanza de la Física/Óptica

- Alta
- Media
- Baja
- Nula

Familiaridad con el currículum chileno (1° Medio / CN Física)

- Alta
- Media
- Baja
- Nula

Pertinencia Curricular y Coherencia Interna

Dimensión A: Pertinencia Curricular

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| A1. La secuencia es pertinente para 1° Medio y su nivel de complejidad es adecuado. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| A2. Los objetivos de cada sesión son coherentes con las actividades propuestas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| A3. Se evidencia articulación entre objetivos - actividades - evidencias (lo que el estudiante produce) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| A4. Las habilidades científicas declaradas se trabajan efectivamente en las tareas de las guías. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| A5. Las actitudes científicas (seguridad, rigor, colaboración, pensamiento crítico) están integradas de forma realista. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

A6. Observaciones / Sugerencias sobre alineación curricular y coherencia interna (indique sesión/ítem si aplica):

Rigor Conceptual y Precisión Científica

Dimensión B: Rigor Conceptual

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| B1. La ley de la reflexión está correctamente presentada y aplicada (medición respecto a la normal). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B2. La distinción reflexión especular vs difusa está correctamente explicada. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B3. El tratamiento de espejo cóncavo (convergencia, foco, rayos notables) es científicamente correcto. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B4. El tratamiento de espejo convexo (divergencia, foco virtual, prolongaciones) es científicamente correcto. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B5. El enfoque de formación de imágenes (virtual/real cuando corresponda) es consistente y no induce confusiones. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| B6. El vocabulario disciplinar usado es correcto y adecuado para estudiantes. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

B7. Detecta errores, ambigüedades o puntos confusos. Indique exactamente dónde (guía/sesión/actividad):

Diseño Didáctico y Claridad de Implementación

Dimensión C: Diseño Didáctico

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| C1. La secuencia presenta progresión conceptual clara. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| C2. Las actividades promueven predicción-observación-registro-análisis-conclusión. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| C3. Las instrucciones permiten que el estudiante construya explicaciones a partir de evidencia. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| C4. La propuesta es viable en sesiones de 45 minutos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| C5. EL rol del docente como mediador está bien orientado. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

C6. Sugerencias didácticas para mejorar la conducción de las sesiones:

Calidad de Materiales (guías y manual)

Dimensión D: Calidad de Materiales

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| D1.Las guías del estudiante | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| tienen instrucciones claras y comprensibles. | | | | | |
| D2. Los espacios de respuesta, esquemas y actividades están bien diseñados para recoger evidencias. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| D3. Los diagramas de rayos/notaciones (normal, foco, eje) son claros y consistentes. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| D4. El manual docente entrega orientaciones suficientes para implementar con seguridad y sentido pedagógico. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| D5. El manual explicita flexibilidad/adaptabilidad sin perder coherencia. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

D6. ¿Qué cosa mejoraría en la redacción, formato o escritura de las guías/manual? (indicar sección):

Viabilidad, gestión de aula y recursos

Dimensión E: Viabilidad

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| E1. Los materiales requeridos son razonables para un contexto escolar promedio. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| E2. La logística de trabajo en grupos es manejable. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| E3. Las actividades funcionan incluso si se implementan de modo demostrativo (cuando hay pocos recursos) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| E4. Las mediciones/observaciones propuestas permiten obtener evidencia suficiente para concluir. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| E5. La propuesta anticipa dificultades típicas (medición de ángulos, alineación, trazados, etc | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

E6. ¿Qué ajustes haría para mejorar viabilidad/tiempo/materiales sin perder el objetivo conceptual?:

Seguridad

Dimensión F: Seguridad

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| F1. Las normas de seguridad con el láser están explícitas y son adecuadas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| F2. La organización de aula sugerida minimiza riesgos (reflejos, manipulación, control del haz). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| F3. Las actividades propuestas son seguras bajo supervisión docente y con instrucciones dadas. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| F4. El manual entrega orientaciones preventivas suficientes. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

F5. Recomendaciones específicas de seguridad (si considera que falta algo):

Evaluación (instrumentos y evidencias)

Dimensión G: Evaluación

| | 4 Cumple Completamente / Muy adecuado | 3 Cumple / Requiere ajustes menores | 2 Cumple parcialmente / Requiere ajustes importantes | 1 No cumple / Inadecuado | No Aplica |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| G1. Las evidencias recogidas (guías/tickets/diagramas) permiten evaluar el aprendizaje propuesto. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| G2. Los instrumentos (listas de cotejo por habilidades) tienen criterios observables y coherentes. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| G3. La evaluación está alineada a habilidades científicas (OAH) y el trabajo experimental realizado. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| G4. La evaluación es aplicable en aula (tiempo razonable, claridad de aplicación). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| G5. La evaluación favorece retroalimentación (identifica qué mejorar: datos, modelos, explicación). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

G6. Sugerencias para mejorar evaluación (criterios, niveles, ponderación, etc):

Valoración global y decisión de implementación

Valoración global de la propuesta (del 1 al 10)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

¿Implementaría esta secuencia en un curso real?

Prioridad de mejora (seleccione máximo 3)

Claridad de instrucciones en guías.

Rigor conceptual.

Viabilidad / tiempos.

Seguridad.

Evaluación.

Progresión conceptual.

Otro: _____

Fortalezas principales (máximo 3)

Sugerencias de mejora concretas (máximo 3)

Consentimiento de uso académico

Autorizo que mi respuesta sea usada en el informe de tesina.

Sí

No

¿Cómo te gustaría ser citado/a?

“Experto/a 1, 2, 3...” (anonimizado).

Con nombre y cargo (solo si lo deseas).

A continuación se adjunta el enlace directo a la encuesta hecha en GoogleForms para la validación por juicio de expertos:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc0ciDna06jIKGWvswrwHQy293r7CSRr4sfOwUjhD-vxUzggw/viewform?usp=sharing&oid=112223325716037175904>

Resultados graficados de Juicio de Expertos

Gráfico 1. Familiaridad con el currículum chileno

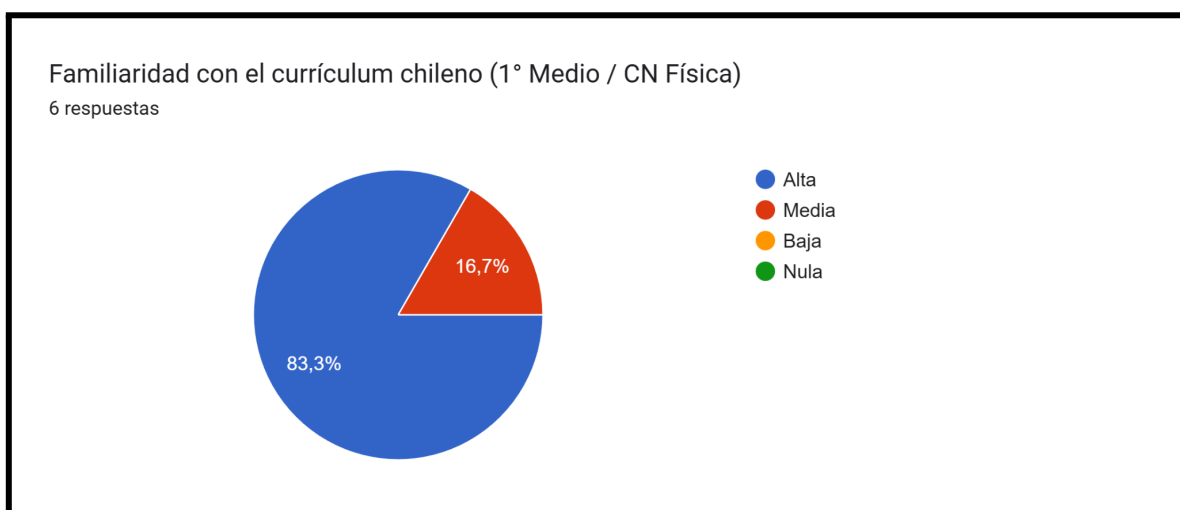


Gráfico 2. Pertinencia curricular

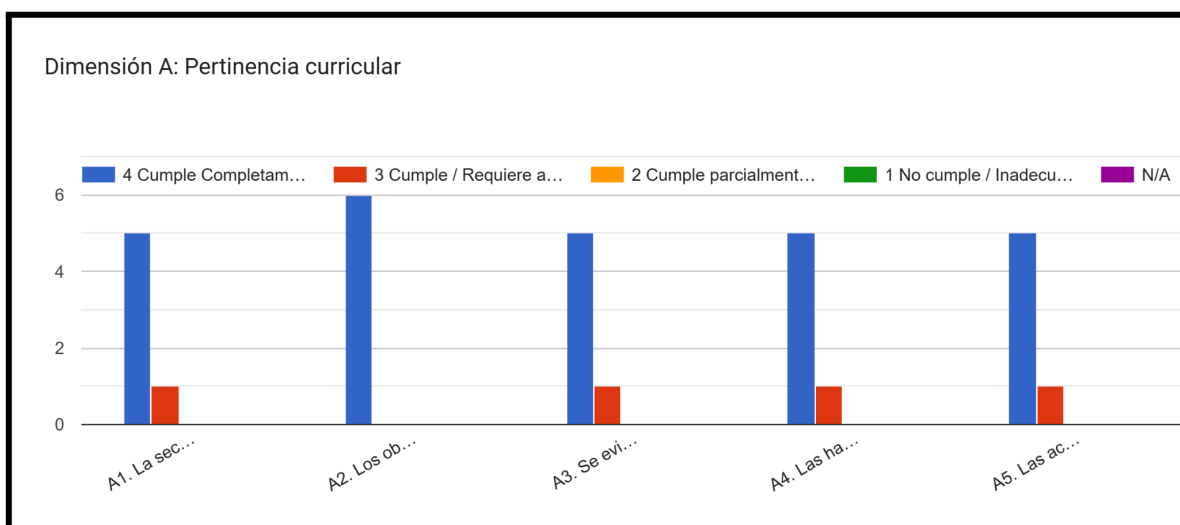


Gráfico 3 Rigor Conceptual

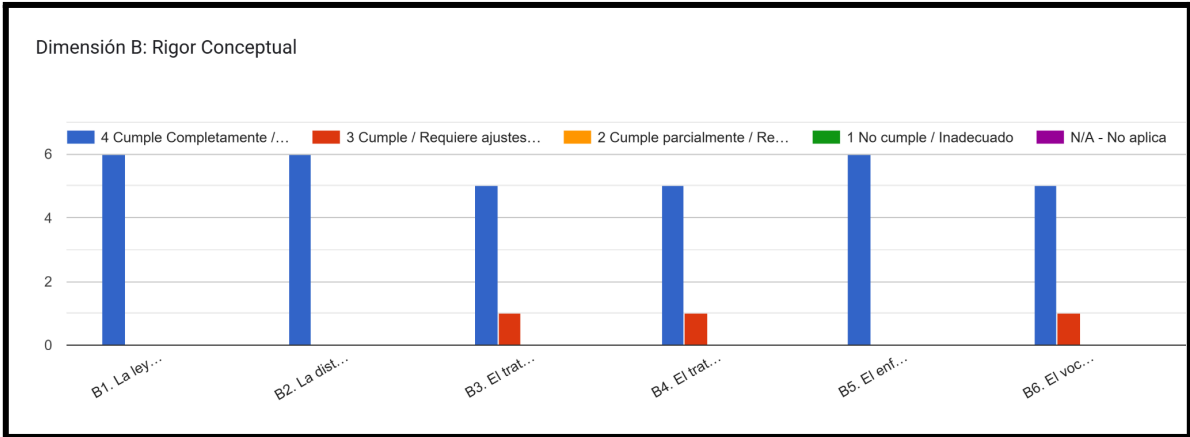


Gráfico 4. Diseño Didáctico

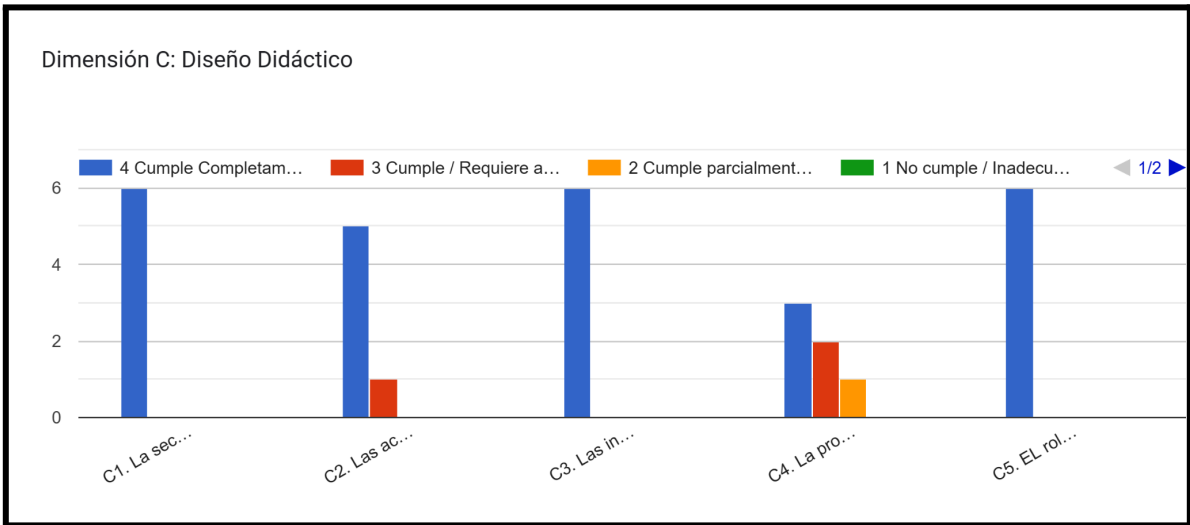


Gráfico 5. Calidad de Materiales

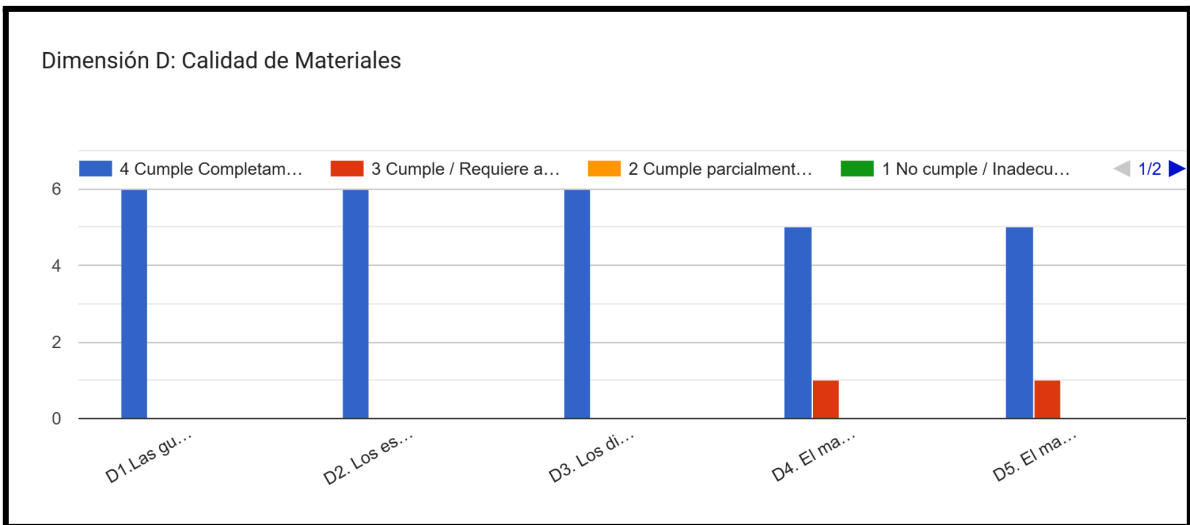


Gráfico 6. Viabilidad

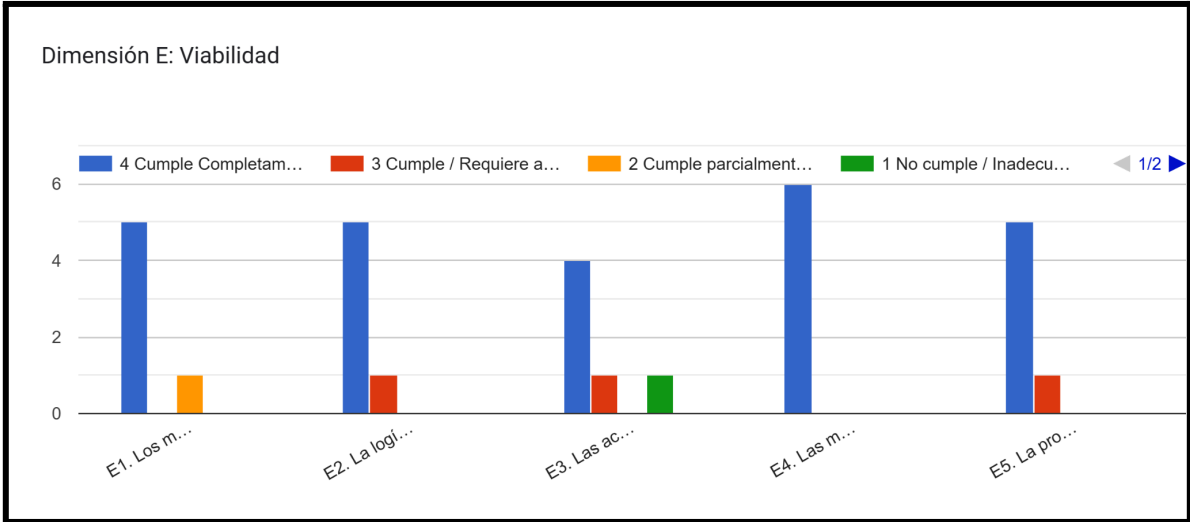


Gráfico 7. Seguridad

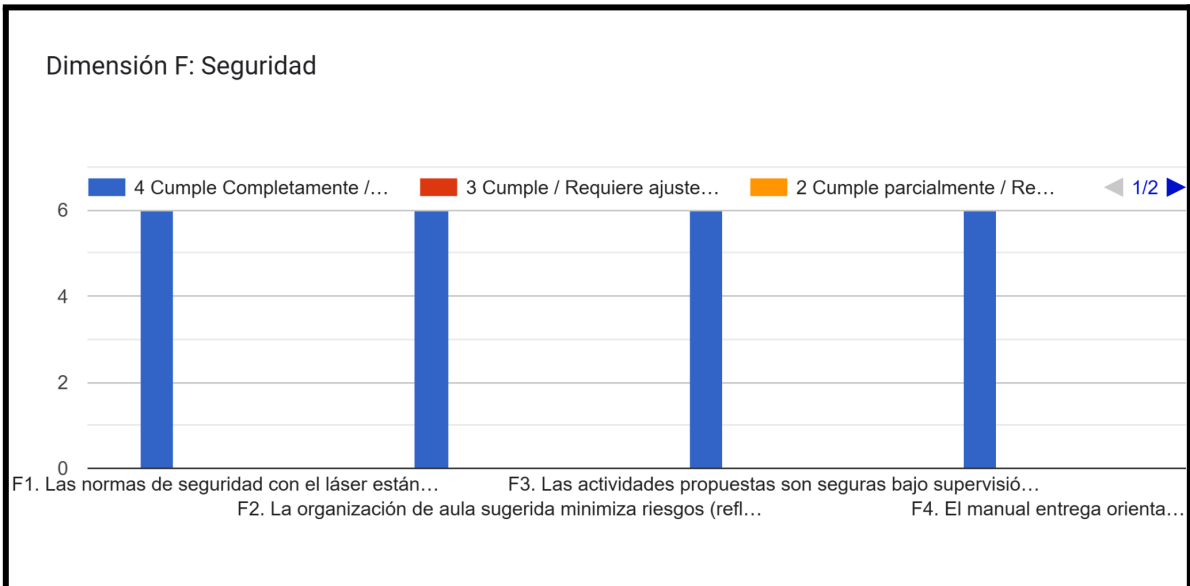


Gráfico 8. Evaluación

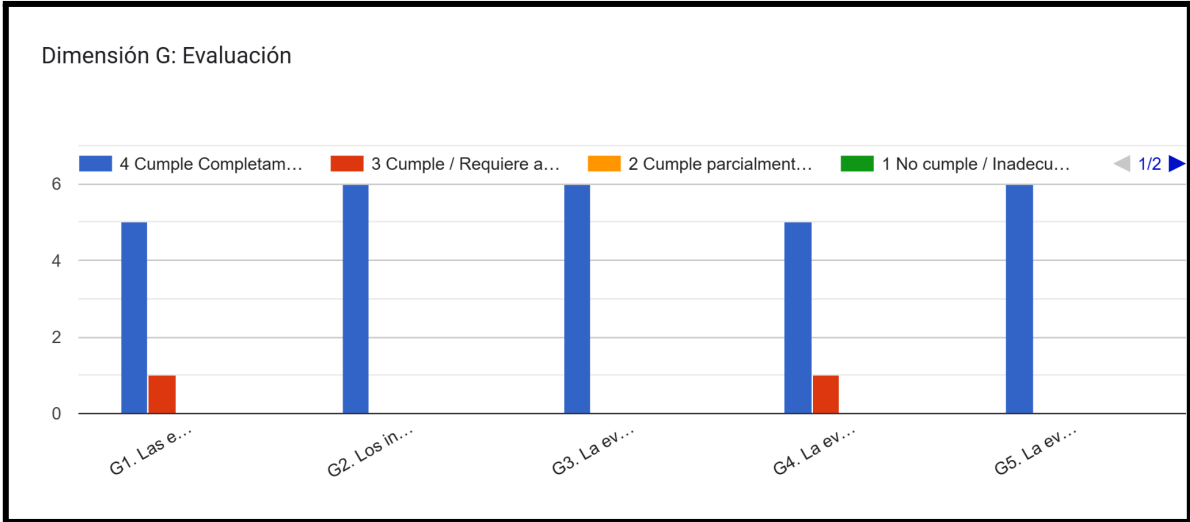


Gráfico 9. Valoración global de la propuesta

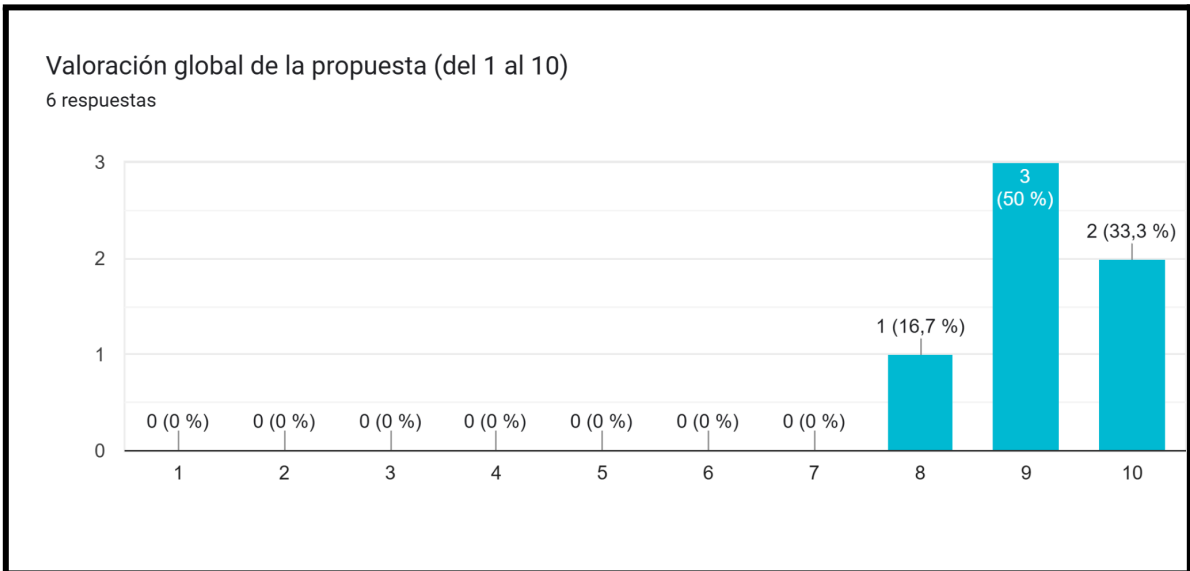


Gráfico 10. Posible implementación

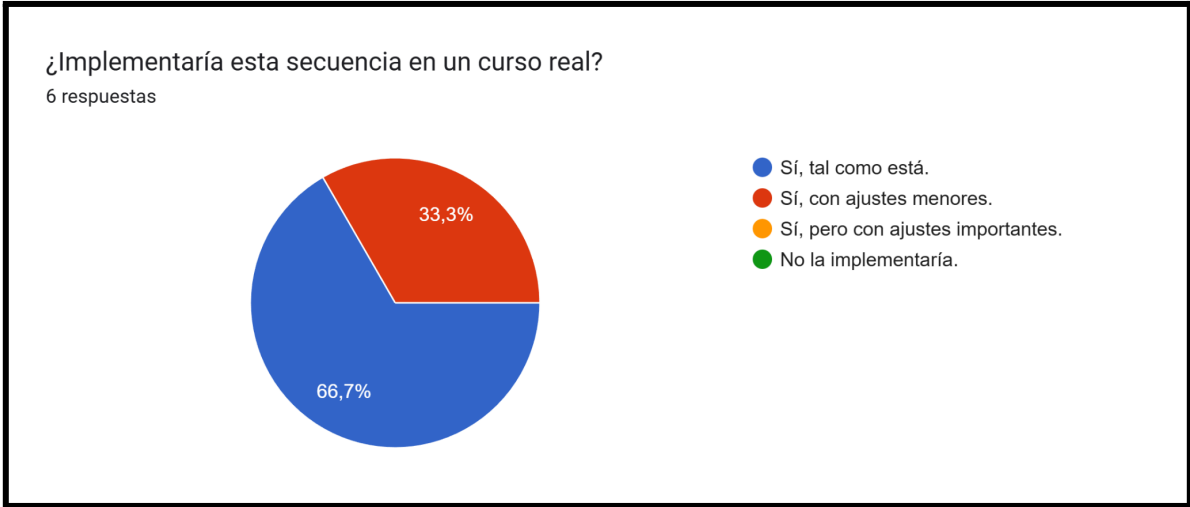
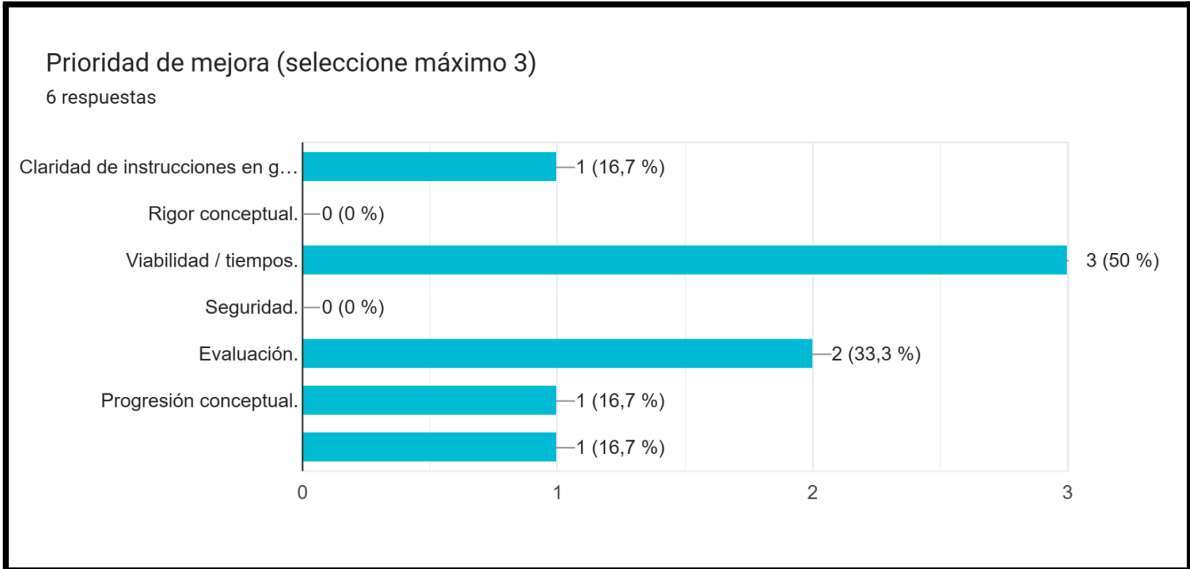


Gráfico 11. Prioridad de mejora



Encuesta de Interés y Motivación de Estudiantes de Primero Medio hacia la Óptica tras Sesión Experimental en Museo de Ciencia y Tecnología

Instrumento diseñado para evaluar el interés y la motivación que los estudiantes tienen hacia el aprendizaje de la óptica geométrica, tras participar en las demostraciones experimentales.

Instrucciones: Responde cada ítem utilizando una escala del 1 al 3, donde:

- 1 = De acuerdo
- 2 = Neutro

- 3 = No estoy de acuerdo

Marca con una X la casilla del número que mejor te representa según cada criterio.

| Criterio | 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|---|
| 1. Interés por la óptica: Las demostraciones experimentales despertaron mi interés por aprender más sobre fenómenos naturales relacionados a la óptica. | | | |
| 2. Comprensión a través de la práctica: Los experimentos realizados, me ayudaron a entender mejor los conceptos básicos de los fenómenos de reflexión y refracción, en comparación con sólo leer sobre ellos. | | | |
| 3. Aplicación en la vida diaria: Ahora veo la óptica como un tema útil que puedo aplicar para entender situaciones de la vida cotidiana, como el uso de espejos o lentes. | | | |
| 4. Motivación para aprender ciencias: Participar en estas actividades me motivó a aprender más sobre otros temas relacionados a la física. | | | |
| 5. Disposición a repetir la experiencia: Me gustaría participar en actividades experimentales similares a futuro al aprender ciencias. | | | |
| 6. Relevancia de los temas: Considero que los temas tratados en los experimentos son relevantes y aplicables a mi aprendizaje. | | | |
| 7. Preferencia: Prefiero aprender sobre física a través de instancias experimentales en lugar de solo clases teóricas. | | | |
| 8. Inspiración: Los experimentos me inspiraron a investigar y explorar más sobre la óptica y la luz. | | | |
| 9. Confianza en mi aprendizaje: Los experimentos me hicieron sentir más seguro/a de mi capacidad para entender y aplicar conceptos de óptica geométrica. | | | |

Preguntas abiertas:

1. ¿Qué fue lo que más te gustó de las actividades experimentales?

2. ¿Qué mejorarías de las actividades experimentales para hacerlas más interesantes o comprensibles?
