

Física **Ciencias Naturales**

Programa de Estudio
Primer Año Medio



Ministerio de Educación
REPÚBLICA DE CHILE

Física / Ciencias Naturales
Programa de Estudio, Primer Año Medio, Formación General
Educación Media, Unidad de Currículum y Evaluación
ISBN 000-0000-00-0
Registro de Propiedad Intelectual N° 00.000
Ministerio de Educación, República de Chile
Alameda 1371, Santiago
Noviembre de 1998

Santiago, noviembre de 1998

Estimados docentes:

EL PRESENTE PROGRAMA DE ESTUDIO para Primer Año Medio ha sido elaborado por la Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación y aprobado por el Consejo Superior de Educación, para ser puesto en práctica en el año escolar de 1999. En sus objetivos, contenidos y actividades, procura responder a un doble propósito: articular a lo largo de un año una experiencia de aprendizaje acorde con las ambiciones formativas de la reforma en curso y ofrecer la más efectiva herramienta de apoyo al profesor o profesora que hará posible su puesta en práctica.

Los nuevos programas para Primer Año Medio establecen objetivos de aprendizaje de mayor nivel que los del pasado, porque mayores son los requerimientos formativos que plantea la vida futura a nuestros alumnos y alumnas. A la vez, ofrecen descripciones detalladas de los caminos pedagógicos para llegar a estas metas más altas. Así, una de las novedades de estos programas es la inclusión de numerosas actividades y ejemplos de trabajo con alumnos y alumnas, es decir, de las experiencias concretas y realizables que contribuirán a lograr los aprendizajes esperados. Su multiplicidad busca enriquecer y abrir posibilidades, no recargar y rigidizar; en múltiples puntos requieren que la profesora o el profesor discierna y opte por lo que es más adecuado al contexto, momento y características de sus alumnos.

Como en una obra musical, donde el efecto final no sólo depende de la partitura sino también de la pericia y espíritu de sus ejecutantes, los nuevos programas son una invitación a los docentes de Primer Año Medio para ejecutar una nueva obra, que sin su concurso no es realizable. Los nuevos programas demandan un cambio sustantivo en las prácticas docentes. Esto constituye un desafío grande, de preparación y estudio, de fe en la vocación formadora, y de rigor en la gradual puesta en práctica de lo nuevo. Como sistema, nos tomará algunos años el llegar a implementarlos como soñamos; lo que importa en el momento de su puesta en marcha es la aceptación del desafío y la confianza en los resultados del trabajo bien hecho.



José Pablo Arellano M.
Ministro de Educación

Presentación	9
Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa	13
Objetivos Fundamentales Primer Año Medio	15
Cuadro sinóptico: Unidades, contenidos y distribución temporal	15
Unidad 1: El sonido	16
1. Vibraciones y sonido	19
2. Ondas y sonido	31
3. Composición del sonido	42
Ejemplos de preguntas y problemas para la evaluación	48
Unidad 2: La luz	52
1. Propagación de la luz	54
2. Naturaleza ondulatoria de la luz	75
Ejemplos de actividades y problemas para la evaluación	90
Unidad 3: La electricidad	94
1. Carga y corriente eléctrica	97
2. Magnetismo y la fuerza magnética	115
3. La energía eléctrica	126
Ejemplos de preguntas y problemas para la evaluación	133
Anexo A: Equipo de laboratorio	137
Anexo B: Evaluación	141
Anexo C: Unidades y símbolos	143
Anexo D: Bibliografía	145
Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios	
Primer a Cuarto Año Medio	149

Presentación

LA FÍSICA ha tenido un impacto fundamental sobre la cultura de los últimos tiempos y la tecnología derivada de ella ha influenciado determinantemente nuestra forma de vida. Su conocimiento es necesario para integrarse al mundo actual, y su dominio es una herramienta valiosa para la comprensión del fenómeno natural y el manejo práctico y creativo del entorno tecnológico.

El programa de Física para el Primer Año de Educación Media introduce tres de los temas más cercanos a la experiencia diaria de toda persona: el sonido, la luz y la electricidad. Los primeros dos son los medios principales de comunicación que se usan y el tercero es la base desde donde surge la mayoría de los objetos tecnológicos que apoyan nuestra existencia. Comprender los fenómenos asociados a estas materias ayuda a entender el mundo que nos rodea, a respetarlo y a hacer más armónica nuestra relación con él.

Aún cuando traten de experiencias habituales, estos temas pueden ser percibidos por el estudiante como materias arduas e inalcanzables si no se les introduce fenomenológicamente. El punto de partida de una relación conceptual con la naturaleza es siempre la observación, y lo que más sorprende y entusiasma es lo inesperado en medio de lo cotidiano. La presentación que se hace en este documento se inspira en este principio, buscando en todo momento que se motive e interese al estudiante, llamándole la atención hacia los múltiples aspectos fascinantes e intrigantes que pueblan su experiencia diaria, de los cuales quizás no está siquiera consciente.

Para que las materias de que trata este programa se integren bien al conocimiento del es-

tudiante es necesario que éste asuma un papel protagónico en el proceso de aprendizaje. El texto incluye sugerencias orientadas a este fin, esperando que el docente se ayude con ellas para orientar al estudiante y estimularlo a llevar a cabo sus propias experiencias en los temas que sean de su interés. Esta actitud se funda en el hecho de que todo lo que sabemos en física lo alcanzaron seres concretos, observando, midiendo, pensando, y los estudiantes sólo podrán conocer cabalmente estas materias a través del mismo método. Ellos deben observar, ellos deben medir, ellos deben inferir, ellos deben calcular, ellos deben concluir.

Siendo de por sí extenso, para desarrollar este programa en el plazo de un año el énfasis deberá estar en los aspectos más básicos de la materia, ilustrándolos de diversas maneras, iluminándolos desde muchos ángulos, insistiendo sobre ellos a través de múltiples aplicaciones. Estas deben incluir el uso de relaciones cuantitativas, siempre recurriendo a la herramienta matemática que el estudiante ya posee, sin intentar enseñar matemáticas a través de la física.

En este orden cuantitativo se espera que alumnos y alumnas alcancen un dominio de las fórmulas más básicas y se familiaricen con las unidades y órdenes de magnitud de mayor relevancia. Para ello deben resolver en forma individual una multitud de problemas sencillos pero variados, que vayan poco a poco afirmando su conocimiento y convirtiendo en hábito el uso de los conceptos adquiridos y el pensar cuantitativo. Es importante que el contexto físico de cada ejercicio sea comprendido y apreciado, evitando siempre la rutina de aplicar fórmulas sin pensar.

Finalmente, como el programa pone el énfasis en la comprensión de los fenómenos de la vida diaria, las demostraciones prácticas que se sugieren están basadas en objetos y materiales habituales y simples, muchas veces ya disponibles o de fácil adquisición.

Organización del programa

Este programa está organizado en tres unidades:

- Unidad 1 El sonido
- Unidad 2 La luz
- Unidad 3 La electricidad

Cada unidad considera los siguientes puntos:

- Contenidos
- Aprendizajes esperados
- Orientaciones didácticas
- Tópico y detalle de contenidos
- Actividades para el aprendizaje complementadas con ejemplos
- Indicaciones para el docente
- Sugerencias de actividades de evaluación

Contenidos

Son los correspondientes al marco curricular de Primer Año Medio.

Aprendizajes esperados

Constituyen un faro que orienta el quehacer pedagógico en la sala de clases. Son una síntesis entre los Objetivos Fundamentales para el aprendizaje de Física en Primer Año Medio y los Contenidos Mínimos Obligatorios.

Orientaciones didácticas

Son propuestas específicas considerando el tema de la unidad, las condiciones para su aprendizaje y comentarios pedagógicos.

Tópico y detalle de contenidos

Son especificaciones del alcance de los contenidos, y de ellos se deriva el nivel de logro esperado.

Actividades para el aprendizaje

Están destinadas a que el alumnado logre los aprendizajes deseados. De ellas el profesor o la profesora tomará aquellas que mejor se acomoden, por una parte, al grupo de estudiantes con que trabajará y, por otra, a los medios didácticos con que cuente. La lectura de las actividades aquí propuestas orientan en relación al nivel y la profundidad que deben tener los aprendizajes esperados. Aquellas que están marcadas con un punto color verde (●) son las fundamentales; las otras tienen carácter optativo.

Los propios alumnos y alumnas son protagonistas principales de las actividades. Deben ser quienes observen, formulen hipótesis, midan, descubran relaciones, infieran, concluyan, etc. El papel del docente es facilitar las condiciones para que ello ocurra y dar las orientaciones necesarias para que el hacer de los estudiantes los conduzca finalmente a alcanzar los aprendizajes necesarios.

Para sacarle el máximo de provecho a las actividades experimentales es recomendable que el profesor o profesora confeccione, en forma previa a la clase o laboratorio, guías de observaciones que orienten a los estudiantes sobre los aspectos esenciales en los que deben centrar su atención.

El quehacer principal de alumnas y alumnos debe estar centrado en la observación y en la experimentación. La existencia de un laboratorio tradicional incompleto, o su no existencia, no justifica el que dichas actividades no se realicen. Por laboratorio no se entiende necesariamente una sala llena de aparatos e instrumentos sofisticados; debe serlo, principalmente,

te, la propia naturaleza y el mundo ordinario que rodea al joven.

Para diversas actividades se sugieren e ilustran algunas ideas para construir dispositivos en el propio establecimiento, con los que se pueden obtener resultados ampliamente probados. Esta construcción requiere, en la mayoría de los casos, de materiales muy simples, de costos bajos, y demanda relativamente poco trabajo y herramientas. Puede ser llevado a cabo por el propio docente o, incluso, si son bien guiados, por los propios estudiantes.

Indicaciones al docente

Son sugerencias para que el profesor o la profesora se ayuden con ellas para orientar al estudiante y estimularlo a llevar a cabo sus propias experiencias en los temas que sean de su interés. Aquellas que están precedidas por un cuadrado gris (■) son muy importantes.

El aprendizaje de la física se basa en procesos de observación, medición, reflexión, experimentación, registro y análisis de resultados que los estudiantes deberán vivir en sus clases. Es indispensable que, cada vez que sea posible, se reemplace la pizarra y el discurso del docente por demostraciones prácticas, con elementos que ilustren con meridiana claridad los conceptos. Se recomienda, además, el uso de diapositivas, transparencias, videos y software educacional.

Existen variados videos educacionales que exhiben y analizan muchos de los fenómenos que aquí se sugieren como actividades. Al respecto es importante precisar que es recomendable que ellos sean usados sólo con el propósito de reforzar los aprendizajes, que no han de reemplazar la observación directa de los fenómenos, ni menos dejar de lado las actividades que impliquen mediciones experimentales. Recuérdese que la filosofía que inspira este programa tiene por base el que sea el estudiante el

que observe y descubra. Debe evitarse entregar los resultados y conclusiones ya elaborados.

Sugerencias de actividades de evaluación

La evaluación de los aprendizajes planteados en este programa debe realizarse de un modo permanente y sistemático, utilizando variadas estrategias y atendiendo a la diversidad de los jóvenes. Al final de cada unidad se dan sugerencias, ejemplos de preguntas y orientaciones que pueden resultar útiles para facilitar este proceso.

Deberá ser el profesor o profesora quien decida cuándo y cómo aplicar las evaluaciones: durante la clase, en tareas, pruebas, exámenes, interrogaciones orales, etc. En todo caso, se recomiendan dos evaluaciones formales para cada unidad.

Si bien las evaluaciones suelen formularse en torno a los Contenidos Mínimos, no debe perderse de vista los Objetivos Fundamentales del subsector para este nivel. La evaluación y la posterior calificación de los estudiantes debe reflejar aprendizajes significativos, es decir, medir la capacidad de análisis en base a lo aprendido, la comprensión de los fenómenos observados, etc. En ningún caso, cuantificar la capacidad de memorizar de los jóvenes, ni tampoco sus habilidades matemáticas.

Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa

Los Objetivos Fundamentales Transversales (OFT) definen finalidades generales de la educación referidas al desarrollo personal y la formación ética e intelectual de alumnos y alumnas. Su realización trasciende a un sector o subsector específico del currículum y tiene lugar en múltiples ámbitos o dimensiones de la experiencia educativa, que son responsabilidad del conjunto de la institución escolar, incluyendo, entre otros, el proyecto educativo y el tipo de disciplina que caracteriza a cada establecimiento, los estilos y tipos de prácticas docentes, las actividades ceremoniales y el ejemplo cotidiano de profesores y profesoras, administrativos y los propios estudiantes. Sin embargo, el ámbito privilegiado de realización de los OFT se encuentra en los contextos y actividades de aprendizaje que organiza cada sector y subsector, en función del logro de los aprendizajes esperados de cada una de sus unidades.

Desde la perspectiva referida, cada sector o subsector de aprendizaje, en su propósito de contribuir a la formación para la vida, conjuga en un todo integrado e indisoluble el desarrollo intelectual con la formación ético social de alumnos y alumnas. De esta forma se busca superar la separación que en ocasiones se establece entre la dimensión formativa y la instructiva. Los programas están contruidos sobre la base de contenidos programáticos significativos que tienen una carga formativa muy importante, ya que en el proceso de adquisición de estos conocimientos y habilidades los estudiantes establecen jerarquías valóricas, formulan juicios morales, asumen posturas éticas y desarrollan compromisos sociales.

Los Objetivos Fundamentales Transversales definidos en el marco curricular nacional (Decreto N°220), corresponden a una explicitación ordenada de los propósitos formativos de la Educación Media en cuatro ámbitos, - *Crecimiento y Autoafirmación Personal, Desarrollo del Pensamiento, Formación Ética, Persona y Entorno*- ; su realización, como se dijo, es responsabilidad de la institución escolar y la experiencia de aprendizaje y de vida que ésta ofrece en su conjunto a alumnos y alumnas. Desde la perspectiva de cada sector y subsector, esto significa que no hay límites respecto a qué OFT trabajar en el contexto específico de cada disciplina; las posibilidades formativas de todo contenido conceptual o actividad debieran considerarse abiertas a cualquier aspecto o dimensión de los OFT.

Junto a lo señalado, es necesario destacar que hay una relación de afinidad y consistencia en términos de objeto temático, preguntas o problemas, entre cada sector y subsector, por un lado, y determinados OFT, por otro. El presente programa de estudio ha sido definido incluyendo ('verticalizando'), los objetivos transversales más afines con su objeto, los que han sido incorporados tanto a sus objetivos y contenidos, como a sus metodologías, actividades y sugerencias de evaluación. De este modo, los conceptos (o conocimientos), habilidades y actitudes que este programa se propone trabajar integran explícitamente gran parte de los OFT definidos en el marco curricular de la Educación Media.

En el programa de Física de Primer Año Medio, tienen explícita presencia y oportunidad de desarrollo:

- Los OFT del ámbito *crecimiento y autoafirmación personal* referidos a la formación y desarrollo del interés y capacidad de conocer la realidad y utilizar el conocimiento y la información.
 - Todos los OFT del ámbito *desarrollo del pensamiento*. En este marco, tienen especial énfasis las habilidades de investigación y el desarrollo de formas de observación, razonamiento y de proceder características del método científico, así como las de exposición y comunicación de resultados de actividades experimentales o de indagación. Adicionalmente, en las múltiples actividades experimentales que el programa plantea, se destaca en especial la formación de hábitos de rigurosidad en el trabajo de observación y medición, y de flexibilidad y creatividad en la formulación de preguntas e hipótesis.
 - El OFT del ámbito *persona y su entorno* referido a la protección del entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano. El programa plantea el conocimiento de la Física como una herramienta valiosa para la comprensión del ambiente natural y el medio tecnológico, ofreciendo bases de conocimiento para la formación de actitudes de seguridad, cuidado por la vida y manejo práctico y creativo del entorno cotidiano.
- Junto a lo señalado, el programa, a través de las sugerencias al docente que explicita, invita a prácticas pedagógicas que realizan los valores y orientaciones éticas de los OFT, así como sus definiciones sobre habilidades intelectuales y comunicativas.

Objetivos Fundamentales

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Observar críticamente fenómenos cotidianos asociados a la luz, el sonido y la electricidad; comprenderlos sobre la base de conceptos físicos y relaciones matemáticas elementales.
2. Apreciar la importancia de formular hipótesis en la búsqueda de una explicación a los fenómenos que se observan.
3. Aplicar el conocimiento adquirido con fines prácticos en lo cotidiano; dominar relaciones sencillas entre magnitudes físicas y apreciar la cualidad cuantitativa de la física.
4. Apreciar la importancia del conocimiento científico para la cultura y la tecnología; entender su historicidad, su carácter provisorio y sus límites para el conocimiento integral de la realidad.
5. Pensar con rigor; analizar críticamente y comunicar información científica relevante.

Unidades, contenidos y distribución temporal

Cuadro sinóptico

Unidades		
1. El sonido	2. La luz	3. La electricidad
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> • Vibraciones y sonido • Ondas y sonido • Composición del sonido 	<ul style="list-style-type: none"> • Propagación de la luz • Naturaleza de la luz 	<ul style="list-style-type: none"> • Carga y corriente eléctrica • Magnetismo y fuerza magnética • Energía eléctrica
Distribución temporal		
Tiempo estimado: 23 a 30 horas	Tiempo estimado: 16 a 21 horas	Tiempo estimado: 28 a 35 horas



Unidad 1

El sonido

Contenidos

1. Vibraciones y sonido
 - a. Objetos en vibración introducidos fenomenológicamente: cuerdas, láminas, cavidades, superficie del agua. Relación entre frecuencia de la vibración y altura del sonido, entre amplitud de la vibración e intensidad del sonido.
 - b. Comparación entre las propiedades de reflexión, transmisión y absorción en diferentes medios como la madera, la piedra, la tela, etc.
 - c. Descripción de la fisiología del oído en relación con la audición. Rangos de audición: el decibel.
2. Ondas y sonido
 - a. La cuerda vibrante. Relación entre longitud y tensión con su frecuencia. Resonancia.
 - b. Distinción entre ondas longitudinales y transversales, ondas estacionarias y ondas viajeras. Longitud de onda y su relación con la frecuencia y velocidad de propagación. Reconocimiento del efecto Doppler en situaciones de la vida diaria. Su explicación cualitativa en términos de la propagación de ondas.
 - c. El espectro sonoro: infrasonido, sonido y ultrasonido. Aplicaciones del ultrasonido en medicina y otros ámbitos.
3. Composición del sonido
 - a. Relación entre superposición de ondas y timbre de un sonido. Pulsaciones entre dos tonos de frecuencia similar.
 - b. Construcción de instrumentos musicales simples: de percusión, cuerdas o viento.
 - c. Elaboración de un informe sobre un tema integrador, como podría ser las causas y consecuencias de la contaminación acústica, la acústica de una sala, etc., que contemple la revisión de distintas fuentes, incluyendo recursos informáticos.

Aprendizajes esperados

Al completar la unidad, alumnos y alumnas:

- reconocen que el comportamiento de objetos muy diversos (cuerdas, láminas, aire en cavidades, los diferentes instrumentos musicales) puede tener un origen común (la vibración);
- manejan magnitudes básicas utilizando relaciones matemáticas elementales para obtener, ya sea sus órdenes de magnitud en determinadas circunstancias, o sus valores exactos (por ejemplo, relación entre velocidad, frecuencia y longitud de onda);
- reconocen que en algunas circunstancias un fenómeno se puede comprender como la suma de componentes (por ejemplo, el tono de una nota musical);
- reconocen que la comprensión de fenómenos naturales (como la naturaleza del sonido) es el origen de muchas tecnologías (por ejemplo, aplicaciones del ultrasonido en medicina);
- relacionan conocimientos abstractos con el comportamiento de objetos (por ejemplo, parlantes o instrumentos musicales).

Orientaciones didácticas

Esta unidad está organizada en torno a tres núcleos temáticos. En el primero de ellos, *Vibraciones y sonido*, es conveniente enfocar las actividades de modo que los estudiantes reconozcan que en el origen de cada sonido que escuchan existe algo que vibra; que el sonido asociado depende básicamente de la forma del cuerpo que vibra (cuerda, lamina, cavidad), y del modo en que lo hace (frecuencia, amplitud). Los fenómenos de reflexión, transmisión y absorción del sonido deben ser percibidos por los alumnos y alumnas. Para que se produzcan los aprendizajes esperados en estos aspectos, es necesario conseguir de parte de los estudiantes una actitud de percepción auditiva consciente y crítica.

Las actividades relativas a la anatomía y fisiología del oído humano están enfocadas desde el punto de vista descriptivo y considerando el oído más bien como un instrumento de percepción de sonido. Aun cuando se recomienda señalar el vínculo que en este punto se establece entre física y biología, el énfasis debe ponerse en la función que las distintas partes del oído cumplen en la percepción sonora desde el punto de vista físico, y cómo su estructura determina las limitaciones que posee, tanto en frecuencias como en intensidades de sonido. Se recomienda proporcionar información o hacer que los estudiantes se informen en relación a cómo otros animales perciben los sonidos.

El segundo tema de la unidad, *Ondas y sonido*, se orienta a que los alumnos encuentren en las ondas un esquema conceptual, que les permita modelar el sonido, describir técnicamente sus principales propiedades y comprender otros fenómenos acústicos (por ejemplo, el efecto Doppler). El énfasis debe ponerse en conceptos como los de frecuencia, longitud de onda, velocidad de onda, y la relación entre ellos. Es necesario que los tipos de ondas y sus características se examinen desde el punto de vista fenomenológico. No es conveniente profundizar más de lo necesario en el tema de las ondas; el contenido es fundamentalmente el sonido.

En relación con el tercer tema de la unidad, *Composición del sonido*, se sugiere que a partir del análisis de la experiencia, los estudiantes puedan comprender algunas características del sonido (timbre, tonos, ruido, etc.) y algunos fenómenos ondulatorios importantes como interferencia, pulsaciones, etc. El principio de superposición, característico de las ondas, constituye el eje que permite la comprensión de los aspectos anteriores.

La realización de un trabajo de investigación sobre algún tema relevante de acústica y la redacción de un informe integrador tienen como finalidad principal que los estudiantes busquen, organicen y presenten información científica.

1. Vibraciones y sonido

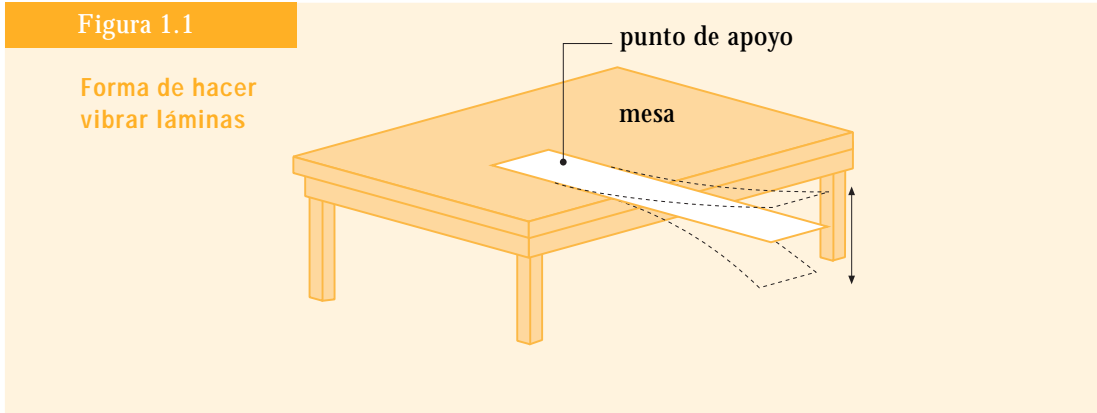
Tópico	Detalle de contenidos
CUERDAS	Cuerdas tirantes sujetas en ambos extremos vibran al ser perturbadas. En ellas se basan algunos instrumentos musicales, como la guitarra, el violín y el piano.
LÁMINAS	Láminas de material sólido (metal, madera, vidrio, etc.) o flexible (cuero, plástico, etc.) vibran al ser golpeadas. El sonido que emiten depende de su forma (campanas, platillos, tambores, etc.)
CAVIDADES	El aire atrapado en cavidades es capaz de vibrar y generar tonos determinados, que dependen de la forma y tamaño de la cavidad.
VIBRACIÓN Y SONIDO AUDIBLE	Una lámina transmite con eficiencia su vibración al aire circundante, el que a su vez vibra y eventualmente excita el oído.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan experiencias relativas a vibraciones de cuerdas tensas, láminas y aire en cavidades. Analizan, en cada caso, los sonidos asociados a ellas en función de los materiales, condiciones físicas a que se encuentren sometidas las cuerdas, formas de las superficies y cavidades. Comparan la eficiencia con que cada una de estas vibraciones es transmitida al aire circundante. Comparan algunos instrumentos musicales y el sistema emisor de voz con los sistemas vibrantes considerados.

- Experimentar y registrar los cambios que se perciben al pulsar las cuerdas de una guitarra u otro instrumento musical.
- Tensar entre sus extremos una cuerda larga cualquiera (pitilla, nylon, hilo de acero, elástico, cuerda de instrumento musical, etc.) y hacerla vibrar observando el desplazamiento transversal y percibiéndolo con la yema de los dedos.

3. ● Hacer vibrar algunas láminas como la superficie de una mesa, reglas de plástico fijadas en uno de sus extremos (ver figura 1.1), planchas de latas o acero, ciertos cartones y cartulinas. Comparar la eficiencia con que transmiten su vibración al aire (el sonido) las cuerdas y las láminas (consideradas de distintas formas y materiales). Ilustrar con un tambor musical, una campana, un platillo, etc.
4. ● Para percibir las vibraciones y describirlas, colocar la mano delante de un parlante cuando está funcionando o, también, de un papel colocado delante de la boca cuando hablamos.



5. ● Al tocar una flauta y/o guitarra, percibir el sonido producido por la vibración del aire en sus cavidades. Explicar cómo se transmite la vibración en ambos casos para llegar al tímpano en el oído.

En el caso de la guitarra, la cuerda está en contacto con una caja de resonancia a la cual transmite su vibración mediante una pieza de madera (el puente); la vibración del aire en la caja se transmite a su vez al aire en su entorno.

6. ● Soplar transversalmente la entrada de un tubo de ensayo y escuchar el sonido que se produce. Repetir esta prueba agregando distintos niveles de agua dentro del tubo. Probar con otros tubos o botellas de distintas dimensiones, formas y materiales. Buscar explicaciones al fenómeno observado.

7. Hacer sonar un diapasón con y sin caja de resonancia. Analizar las diferencias.
8. ● Escuchar el sonido ambiental y el de su propia voz con la mano en el oído. Registrar y describir los cambios que se perciben al remplazar la mano por un tarro de lata, un vaso de plástico, una concha marina, etc. Colocar la mano en la garganta cuando se canta.
9. Realizar una búsqueda bibliográfica sobre los sonidos característicos de ciertos animales e insectos (grillos, zancudos, moscardones, loros, etc.).
10. Unir una aguja de coser a una caja de fósforos o tarro de lata y deslizar la punta de la aguja, sin tocarla directamente con la mano, por el surco de un disco fonográfico en desuso, a la vez que se pone el oído cerca de la abertura de la caja o tarro. Describir lo que se escucha y formular hipótesis que expliquen el fenómeno.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Por medio de preguntas e intervenciones, orientar e inducir a los estudiantes a la reflexión sobre las experiencias vividas, a atreverse a formular hipótesis, a opinar, a argumentar razonadamente, a pensar ordenadamente.
- A través de dibujos, videos u otros medios, mostrar la anatomía y explicar el funcionamiento de las cuerdas vocales y sistemas asociados a la emisión de la voz. Describir las enfermedades más comunes asociadas a la voz. Coordinar esta actividad con un profesor o profesora del subsector Artes Musicales y de Biología.

Tópico	Detalle de contenidos
SUPERFICIE DEL AGUA	La superficie del agua entra en vibración cuando se la perturba por acción de un cuerpo que cae, el viento, etc.
FRECUENCIA	Las vibraciones ordinariamente son periódicas. Concepto de período y de frecuencia y su relación. La unidad Hertz y sus múltiplos.
AMPLITUD	La amplitud con que vibra un objeto es mayor si se le excita con mayor violencia. A mayor amplitud, mayor intensidad del sonido cuando éste se percibe.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan y diseñan experimentos para visualizar y caracterizar las vibraciones; distinguir frecuencia, período y amplitud. Constatan que frecuencia y período son magnitudes inversamente proporcionales.

1. Observar, registrar y discutir las siguientes experiencias:
 - a) Colocar en el centro de un recipiente con agua un objeto que flote (por ejemplo, un corcho) y hacerlo vibrar. Observar las vibraciones en la superficie del agua. Agregar otro objeto que flote (segundo corcho), a cierta distancia del primero.

Llamar la atención en relación a que el primer corcho que oscila mediante una excitación externa es un emisor de vibraciones; el segundo es un receptor, que repite la vibración del emisor, pero retrasada en el tiempo; y que el agua es el medio por el que se propaga la vibración. (Ver Anexo A)

- b) Hacer vibrar, simultáneamente y de modo distinto, unos tres osciladores verticales diferentes (resortes y/o elásticos) cuya constante de elasticidad sea pequeña (menores que 0,2 N/cm) con una masa del orden de unos 300 ó 600 gramos en el extremo inferior.

Registrar las observaciones en una tabla de valores.

Instar a los estudiantes a que describan comparativamente sus observaciones empleando las palabras adecuadas. Ello permitirá introducir los conceptos de período, frecuencia y amplitud. Comentar acerca de la importancia de medir y ser honestos al hacerlo e informarlo.

2. Medir las amplitudes de vibración, los períodos y las frecuencias de dos o más osciladores verticales (como los descritos en 1.b). Usar para ello reglas y relojes de pulsera o cronómetros. Buscar y describir métodos de medición exactos. Registrar los datos obtenidos en cuadros como el siguiente:

Oscilador N°		
Amplitud	Período	Frecuencia

Métodos de medición
Amplitud
Período
Frecuencia

Graficar la amplitud de la oscilación en función del tiempo y explicar el amortiguamiento que se observa en las oscilaciones. Utilizar opcionalmente un software de gráficos.

3. ● Observar, trabajando con diapasones o instrumentos musicales, la relación entre frecuencia y altura de un sonido. Por ejemplo, con la yema de los dedos sobre la cuerda de una guitarra.

4. ● Hacer sonar un trozo de cartulina pasando por él los dientes de una peinetilla con diferentes velocidades. Determinar en qué caso la frecuencia con que vibra la cartulina es mayor y en qué caso el sonido que se produce resulta agudo y en cuál grave.

5. ● Con la mano, fijar un extremo de una varilla flexible (preferentemente de acero, como una hoja de sierra) a una mesa y con la otra hacer vibrar el otro extremo, primero en forma suave y después con mayor amplitud. Comparar el sonido que se produce en ambos casos (ver figura 1.1).

6. Golpear un objeto sólido (una barra de acero, un bloque de madera, un vaso de vidrio, etc.) con un lápiz, varilla, martillo, etc., y observar que lo que golpea se detiene mientras su energía de movimiento se transfiere al cuerpo en forma de vibración. Constatar que en estos casos se percibe claramente el sonido, aunque no se ven las vibraciones del aire. Formular hipótesis que expliquen algunos de estos sonidos.

7. Golpear un objeto cada vez con más fuerza y observar que el sonido aumenta en intensidad. Inferir que la intensidad del sonido crece junto con la amplitud de la vibración y la energía.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Ilustrar mediante instrumentos musicales de cuerdas la relación entre fuerza de ataque e intensidad de un sonido.
- Mostrar, mediante ejemplos numéricos y situaciones de la vida diaria, que período y frecuencia están, por razones lógicas, en relación inversa; es decir, verificar la expresión:

$$\text{frecuencia(Hz)} = \frac{1}{\text{período(s)}}$$

Introducir la denominación “vibraciones por segundo”. Introducir y comentar el origen histórico de la unidad Hertz. Recordar o explicar el significado de los prefijos “kilo”, “mega”. Destacar la importancia de convenir y usar unidades para medir.

Tópico	Detalle de contenidos
REFLEXIÓN	El sonido se refleja en superficies sólidas, en forma más eficiente mientras más denso sea el medio reflectante. En superficies planas el ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales.
TRANSMISIÓN	Los sonidos se transmiten a través de diferentes medios, haciéndolo con mayor eficacia en general en medios más densos y para frecuencias más bajas.
ABSORCIÓN	El sonido es absorbido por el medio en que se propaga, con mayor eficacia para las frecuencias más altas y en materiales blandos como la tela.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Experimentan, analizan y aplican las propiedades relativas a la reflexión, transmisión y absorción del sonido en situaciones cotidianas y experimentos sencillos.

1. ● Construir el típico intercomunicador de juguete con dos cajas o tarros unidos por un cordel o alambre tirante y comunicarse a través de él. Proponer hipótesis que puedan explicar el funcionamiento de este “teléfono”.

Hacer ver que el sonido se propaga por el cordel o alambre mejor que por el aire.

-
2. ● Colocar el oído en la pizarra (o en un mesón), de espaldas a una persona que roza muy suavemente un trozo de tiza o un lápiz contra ella, y comparar su sonido con el que se transmite a través del aire. Explicar escenas típicas de películas del oeste norteamericano: el poner el oído en el suelo para escuchar el trote de los caballos o el colocarlo en la línea del tren, para saber si éste se acerca.

-
3. Experimentar el eco en un ambiente adecuado y explicarlo en base a la reflexión del sonido en las paredes. Generar un pulso en un extremo de una cuerda larga (o resorte para ondas) y describir lo que ocurre con él cuando llega al otro extremo.

Conviene que los estudiantes comparen lo que se observa con el eco y recuerden que el sonido es una vibración que se propaga.

-
4. Sentir o describir la reverberación en una sala cerrada. Explicarla como las múltiples reflexiones del sonido en las paredes.

-
5. ● Describir cómo se escucha un mismo sonido (por ejemplo, la voz, un instrumento musical, etc.) al aire libre, en una habitación de madera, en una habitación de ladrillo (vacía y con muebles, cortinas, alfombras, personas, etc.), en un templo. Investigar sobre la importancia de la acústica en el diseño arquitectónico.

-
6. ● Discutir qué debe tener o cómo debe ser el muro que separa las habitaciones, para oír en mejores condiciones o, alternativamente, escuchar lo menos posible los sonidos que se emiten al otro lado de él.

Indicar que los sonidos se propagan en sólidos, líquidos y gases y, que lo hacen mejor en los medios más densos. Usar ejemplos.

-
7. ● Investigar por qué en las salas en las que graban o ensayan grupos de rock se cubren las murallas con 'cajas de huevos'.

Explicar y analizar que para aislar acústicamente una pieza ésta debe estar herméticamente cerrada, sin rendijas que dejen pasar el aire. Describir y analizar la mejor aislación que producen los materiales densos, los vidrios gruesos y las ventanas de doble vidrio, siempre que sean completamente herméticas.

-
8. Observar que el tiempo de reverberación en una sala (tiempo en que decae el sonido hasta que ya no es audible) depende de la absorción en las paredes, asientos, personas presentes, etc. En una sala vacía con muros de ladrillo el tiempo es más largo que si éstos están cubiertos por cortinajes o la sala está llena de gente.

Señalar que a 500 Hz un suelo de baldosas alfombrado absorbe hasta quince veces más que sin alfombra. Mencionar que en una sala de teatro la voz humana se escucha nítida si el tiempo de reverberación es algo menor que 1 segundo, mientras en una sala de música conviene que se aproxime a 2 segundos.

-
9. ● Colocar una alarma (reloj despertador sonando) dentro de una caja (por ejemplo, de zapatos) bien cerrada, previamente recubierta con plumavit, lana o paños de género en su interior. Luego hacerlo en la caja sin recubrimiento interior. Percibir el sonido que en ambos casos sale de la caja y explicar la diferencia.

-
10. Investigar y describir:
- a) cómo funciona un sonar y un radar, señalando las similitudes y diferencias entre ellos. Mencionar y analizar aplicaciones del sonar como la detección de cardúmenes en la pesca, de submarinos y torpedos en la guerra, del relieve y profundidad del fondo submarino en investigaciones oceanográficas, en la búsqueda de restos de naufragios, etc.; y en la detección de aviones, en el caso del radar. Señalar también el hecho de que el radar no es efectivo bajo el mar;
 - b) el funcionamiento del estetoscopio y sus aplicaciones, en la auscultación del pecho de un paciente por los médicos, y de los motores de automóviles por los mecánicos.

11. Generar un pulso en el extremo de una cuerda (o resorte para ondas, ver Anexo A) que se encuentra unida a otra diferente. Describir lo que sucede con el pulso después de llegar al punto que une ambas cuerdas. Repetir la observación generando el pulso en sentido opuesto.

Indicar otros ejemplos de situaciones en que el fenómeno descrito ocurra con el sonido.

12. En una cubeta de ondas (ver Anexo A) o en cualquier recipiente con un poco de agua, introducir un objeto sólido que haga la función de superficie reflectora; luego introducir una esponja, malla o playera que haga las funciones de superficie absorbente. Generar pulsos sobre la superficie del agua y describir, en cada uno de los casos, lo que ocurre con ellos al llegar a estos objetos.

Dar ejemplos de situaciones en que el fenómeno observado ocurra también con el sonido.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Tanto durante las actividades de experimentación como en las propias exposiciones es importante:

- comentar que el trueno se escucha más agudo mientras más cerca uno se encuentre, debido a que las frecuencias más altas se pierden con la distancia. Explicar también que, por la misma razón, cuando escuchamos desde lejos un concierto al aire libre resaltan más los sonidos graves y los agudos se aminoran;
- mencionar y discutir con los estudiantes por qué el murciélago “ve” en la oscuridad;
- resaltar que la contaminación acústica en los océanos de nuestro planeta se debe a los barcos a motor y que tiene un impacto ecológico sobre la fauna marina, especialmente en ballenas y delfines.

Tópico	Detalle de contenidos
CUERDA VIBRANTE	Una cuerda tensa fija en sus extremos puede sustentar ondas estacionarias cuando es perturbada. Nodos y antinodos. Si se modifica su longitud o la tensión entre sus extremos, cambia el número de nodos y antinodos.

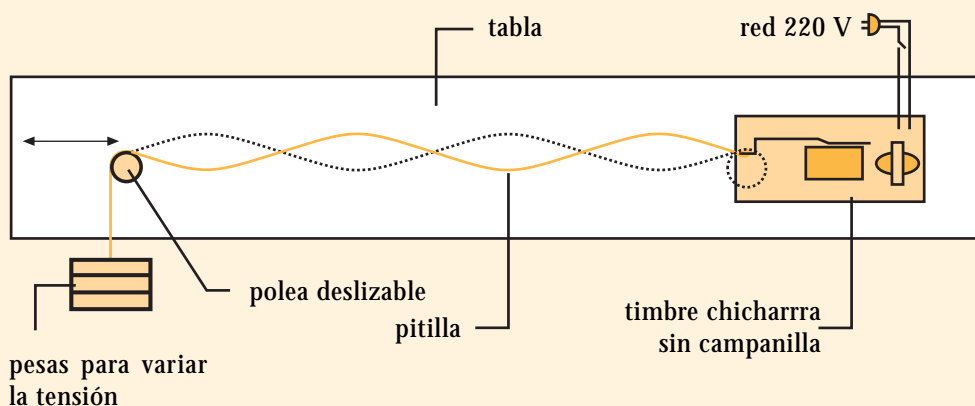
Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

A partir de experiencias con cuerdas vibrantes, describen los modos de oscilación y perciben los cambios en los sonidos producidos al modificarlos. Identifican nodos y antinodos y señalan los factores de los cuales depende que una cuerda vibre en un modo u otro.

1. ● Usando una guitarra, observar que la presión de un dedo sobre la cuerda produce un nodo y comprobar que como consecuencia de ello la frecuencia (altura del sonido) sube. Comprobar que al tensar más la cuerda con la clavija, sube también la frecuencia (base de la afinación de los instrumentos de cuerda).
2. ● Utilizando un equipo como el que se describe en la figura 1.2, realizar lo siguiente:

Figura 1.2

Sistema para experimentar con la cuerda vibrante



- a) hacer vibrar una cuerda simple (una pitilla) y describir lo que se observa en la cuerda;
- b) variar la tensión de la cuerda, manteniendo fija su longitud y la frecuencia del vibrador. Variar la longitud de la cuerda manteniendo la frecuencia del vibrador y la tensión de la cuerda. Describir lo que ocurre en cada caso. Si al vibrador se le puede variar la frecuencia, modificarla y observar lo que sucede con la cuerda manteniendo fija su longitud y tensión. Describir el movimiento de las diferentes zonas de la cuerda.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Destacar cuándo se forma la onda estacionaria e identificar nodos y antinodos.

Resulta conveniente mostrar que las ondas estacionarias no ocurren sólo en las cuerdas. Observarlas en la superficie del agua y en la membrana de, por ejemplo, un tambor. Esparcir sobre ésta polvo de talco o arena fina y ver que vibra más en algunos lugares que en otros cuando se golpea, mostrando así los nodos y antinodos.

Si trabaja con el sistema para estudiar la cuerda vibrante descrito en la figura 1.2, hacer ver a los estudiantes que el extremo de la cuerda que se encuentra unido al timbre no corresponde exactamente a un nodo.

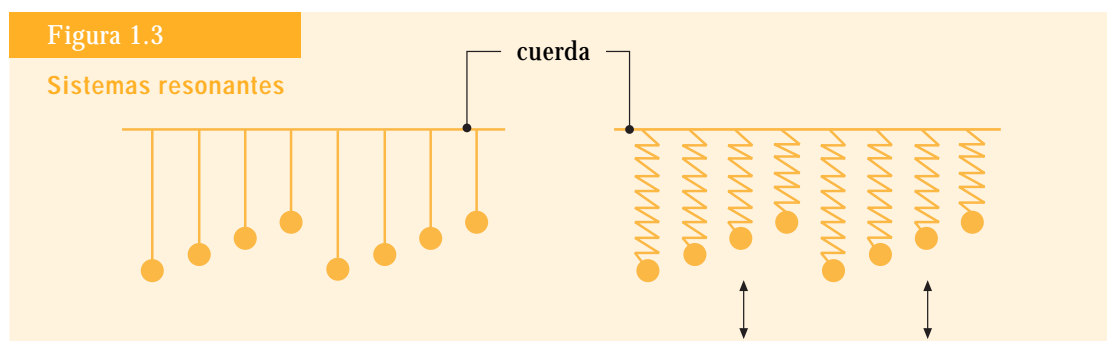
- En este momento es adecuado centrar la atención del estudiante en el fenómeno (onda estacionaria) más que en la explicación detallada de él, cuestión que se recomienda analizar después de conocer las ondas periódicas y el principio de superposición.
- Definir el modo fundamental y los armónicos de una vibración. Ilustrarlos con la ayuda de una guitarra, un violín u otro instrumento musical. Comentar que, debido a los armónicos que se excitan, el sonido depende del material, la forma y las dimensiones del objeto vibrante.

Tópico	Detalle de contenidos
RESONANCIA	Al vibrar un cuerpo, otro -que posea su misma frecuencia y se encuentre vinculado de algún modo con él- también entrará en vibración. La energía es traspasada del primero al segundo.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Observan, describen y explican fenómenos en los que un cuerpo entra en resonancia con otro y las circunstancias en que ello ocurre.

1. Construir un conjunto de pares de péndulos de distintas longitudes (por ejemplo, dos de 20 cm, dos de 32 cm, etc.) pero con masas iguales. Atarlos a una misma cuerda horizontal. Partiendo siempre con todos los péndulos en reposo, hacer oscilar uno de ellos transversalmente a la cuerda, luego otro y así sucesivamente. Observar y describir lo que ocurre, en cada caso, con los restantes péndulos del sistema. También pueden emplearse elásticos o resortes y hacer vibrar verticalmente los osciladores (véase figura 1.3)



-
2. ● Colocar frente a frente las cavidades de las cajas de resonancia de dos diapasones de igual frecuencia y golpear uno de ellos haciéndolo sonar. Después de un breve tiempo, detener su vibración con la mano. Observar y escuchar al otro diapasón, reconociendo que también vibra y emite sonido.

-
3. ● Analizar el caso de un niño que logra darse vuelo por sí solo en un columpio. Comentar el modo más eficiente con que un padre puede mantener, por un tiempo prolongado, el vuelo de su hijo o hija en un columpio. Describir cualitativamente el traspaso de energía del que empuja al columpio.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar, analizar y, si es posible, mostrar en video el caso del puente de Tacoma, en USA.

- Comentar que en un terremoto las estructuras cuyos modos normales coinciden con la frecuencia de la onda, entran en resonancia y se caen. Destacar la importancia de tener esto presente en la construcción de edificios de altura.
- Enfatizar que una cavidad resuena siempre que la frecuencia del sonido coincida con uno de sus modos normales de vibrar. La forma peculiar de la caja de una guitarra, violín, piano o de un parlante se explica por sus modos normales de vibración.
- Dejar claro que un oscilador puede mantener una gran amplitud si se le entrega energía en pequeñas cantidades, pero con la frecuencia adecuada: la frecuencia de resonancia.

2. Ondas y sonido

Tópico	Detalle de contenidos
PULSO Y ONDA	Un pulso es una perturbación breve que se propaga, mientras que una onda es una perturbación que se repite a intervalos iguales en el tiempo.
ONDAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES	La onda es transversal cuando las vibraciones son perpendiculares a la dirección de propagación, y longitudinal cuando la vibración es en la misma dirección. El sonido se propaga como una onda longitudinal.
ONDAS ESTACIONARIAS Y ONDAS VIAJERAS	Descripción cualitativa de la onda viajera armónica. Otras formas de onda viajera. Las ondas estacionarias como suma de ondas viajeras que se propagan en direcciones opuestas, generando nodos y antinodos.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Observan, describen y diferencian un pulso de una onda viajera, una onda viajera de una onda estacionaria, una onda transversal de una longitudinal, y constatan que pulsos y ondas pueden tener distintas formas.

1. Describir los pulsos que se generan,
 - a) moviendo con la mano de diferentes maneras el extremo libre de una cuerda amarrada a un poste (o resorte para ondas como el sugerido en el Anexo A). Ensayar distintos movimientos para la mano y observar la forma que adquiere el pulso.
 - b) en una segunda secuencia de observaciones, al mover la mano en forma periódica y regular, describir la perturbación que se propaga en la cuerda o resorte para ondas. Denominarla “onda viajera”.
2. A mano alzada, dibujar los gráficos que representen la posición de un “punto” de la cuerda (o resorte) en función del tiempo, comentando la forma de los pulsos.

-
3. ● Caracterizar la onda viajera generada en una cuerda o resorte muy largo antes que llegue a su extremo; hacer otro tanto con una onda en el agua o el sonido de una flauta. Analizar ondas estacionarias como las que se producen en la cuerda de una guitarra o la cuerda vibrante de la figura 1.2 en uno de sus modos de vibración.

Destacar la importancia de los extremos fijos de la cuerda en este último caso, y el hecho de que la onda reflejada se invierte respecto de la incidente. Mencionar las ondas estacionarias en la columna de aire en el interior de una flauta. En este caso, un extremo es un nodo; el otro, un antinodo.

-
4. Analizar el complejo fenómeno de una ola del mar. Debatir en qué instancias puede corresponder a un fenómeno ondulatorio y en cuáles no. Analizar si las ondas asociadas a ellas son longitudinales o transversales. Discutir qué implica, para las ondas que la componen, la variación de profundidad del mar, etc.

-
5. ● Observar y describir la propagación de un pulso en:
- a) una cuerda de tres metros o más, fija en un extremo. Producir, en el otro extremo, un rápido movimiento de la mano hacia arriba y regresarla a su posición original cuando la cuerda esté en reposo;
 - b) el extremo de un resorte para ondas (ver Anexo A) amarrado a un poste. Si sus espiras están juntas, estirarlo de modo que se separen unos 4 o 5 mm. Sosteniendo el extremo libre con una mano, comprimir, con la otra mano, una sección de unos 20 centímetros. Cuando todo esté en reposo, soltar la sección comprimida del resorte.
 - c) Repetir la actividad anterior después de haber amarrado una cinta de color amarillo al centro de la cuerda o resorte que se emplee. Para describir el movimiento observado, trazar, a mano alzada, gráficos que representen el movimiento de las cintas de color (o anillo) en función del tiempo, para pulsos transversales y longitudinales.

INDICACIONES AL DOCENTE:

■ Señalar hechos y situaciones en relación a los movimientos sísmicos que prueben su carácter ondulatorio y expliquen los ruidos de que suelen estar acompañados. Conviene trabajar el tema con el propósito de complementar la operación Deyse que debe llevarse cabo en la escuela.

Si bien lo que se ha denominado pulso tiene tanto derecho a ser llamado onda, la distinción que aquí se hace solamente tiene el propósito de hacer más claro el lenguaje y ajustarse a las convenciones de uso internacional. También a las ondas viajeras se las suele denominar ondas periódicas.

■ Mencionar que, a diferencia del aire, los vidrios, los metales y otros sólidos pueden vibrar longitudinal (ondas acústicas) o transversalmente. Estas últimas son de muy alta frecuencia y fuera del rango de audición.

Existen videos y animaciones computarizadas que muestran muy bien ondas transversales y longitudinales. Ellos pueden emplearse para reforzar los aprendizajes; pero no es aconsejable sustituir la experiencia de observar directamente los fenómenos. En algunos libros de física aparecen también secuencias fotográficas de esta situación.

Destacar que al vibrar el aire se producen minúsculos cambios en la presión, compresiones y refracciones, los que se van propagando como la perturbación que produce una piedra al caer al agua quieta.

Tópico	Detalle de contenidos
VELOCIDAD DEL SONIDO	El sonido, como toda onda, se propaga con una velocidad característica del medio. Valores aproximados son, para el aire 340 m/s, para el agua 1,5 km/s, para el acero 5,1 km/s.
FRECUENCIA, LONGITUD DE ONDA Y VELOCIDAD DE UNA ONDA	La frecuencia (f), longitud de onda (λ) y velocidad (V) de una onda viajera cumplen la relación $V = \lambda \cdot f$

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Describen y aplican, utilizando un modelo matemático, la relación entre longitud de onda, frecuencia y velocidad de una onda viajera y comparan la velocidad con que se propaga el sonido en distintos medios.

- A partir de las observaciones realizadas en ondas viajeras transversales unidimensionales como las generadas en una cuerda o resorte, discutir una definición para el concepto de longitud de onda.
- Generar diferentes ondas viajeras en una cuerda larga (o resorte para onda) y apreciar los órdenes de magnitud (tamaño aproximado) de las diferentes frecuencias y longitudes de ondas.

-
3. ● A partir de datos entregados en una tabla, comparar la velocidad del sonido en el aire con otras velocidades que resulten significativas (la de un velocista, la de un tren, la de la luz, etc.) y también la velocidad del sonido en distintos medios. Utilizar para esto los órdenes de magnitud de las velocidades.

Explicar por qué el sonido se propaga a diferentes velocidades en medios diferentes.

-
4. ● En una cuerda (o resorte para ondas) generar dos pulsos e intentar que el segundo alcance al primero. Generar pulsos similares en cuerdas (o resortes para ondas) diferentes, y apreciar las velocidades distintas con que se propagan.

Orientar a los estudiantes a concluir que la velocidad con que se mueve el pulso por la cuerda depende del medio y no de la forma de generarlo.

-
5. Estimar la velocidad de propagación de un pulso longitudinal en un resorte. Compararla con la de propagación del sonido. Discutir en torno a la diferencia entre un pulso de sonido y uno en un resorte.

-
6. Imaginar y describir cómo se escucharía la música de una orquesta en un teatro, si cada nota emitida por los instrumentos viajara con una velocidad diferente.

-
7. Explicar por qué en una tormenta eléctrica el rayo y el trueno se detectan a destiempo. Calcular la razón entre las velocidades de la luz y del sonido. Proponer una metodología que permita determinar la distancia a que se encuentra la tormenta.

Hacer ejemplos numéricos para estimar esa distancia.

-
8. Hacer un dibujo o esquema que represente a dos personas hablando por teléfono. Hacer un dibujo que represente al locutor de una radio emisora y a una persona que lo está escuchando. Describir, en ambos casos, el proceso de comunicación. Indicar en qué etapas de estos procesos de comunicación está presente el sonido y en cuáles hay ondas electromagnéticas. Indicar también la función que cumplen los micrófonos y parlantes, transmisores y receptores, así como las antenas y los cables que conectan los sistemas.
-
9. Generar ondas superficiales en una cubeta de ondas (ver Anexo A). Comparar sus velocidades de propagación para diferentes niveles de agua (desde 1 mm a unos 3 cm) y constatar que distintos niveles de agua constituyen condiciones diferentes para el medio.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Acordar una simbología para los conceptos asociados a las ondas, por ejemplo: “ λ ” para la longitud de onda, “ V ” para su velocidad de propagación, y “ f ” para su frecuencia. Señalar que tales conceptos se reconocen en cualquier onda viajera, sin importar cuál sea su tipo, forma o medio por el que se propague.
- Es importante deducir la expresión para la velocidad de una onda viajera en función de su longitud de onda y su frecuencia, a partir de las experiencias que se han realizado y de otros ejemplos pertinentes.

Si se dispone de un generador de audiofrecuencia y de un osciloscopio (o de un software que los simule), es ilustrativo efectuar las mediciones de frecuencias, longitudes de ondas y amplitudes de diferentes sonidos puros. A falta de un generador de audiofrecuencia, tener presente que los silbidos o notas de una flauta corresponden a sonidos bastante puros.

- Proponer a los estudiantes una guía de ejercicios que los familiaricen con la fórmula $V = \lambda f$. Poner énfasis en el uso de unidades (m y s) y en la estimación de órdenes de magnitud en forma mental o escrita. Usar para ello situaciones de la vida diaria como, por ejemplo, el cálculo de longitudes de onda de sonidos musicales de determinada frecuencia que se propagan en el aire, el agua, o en acero.

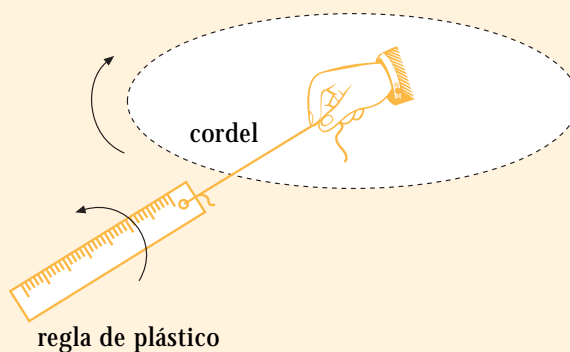
Tópico	Detalle de contenidos
EFFECTO DOPPLER	La frecuencia con que se percibe un sonido depende de la velocidad relativa entre quien lo emite y quien lo escucha. El análisis del cambio de frecuencia permite deducir si un objeto que emite sonido se acerca, se aleja y con qué rapidez.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Experimentan y describen situaciones en que se aprecie el efecto Doppler y analizan sus aplicaciones.

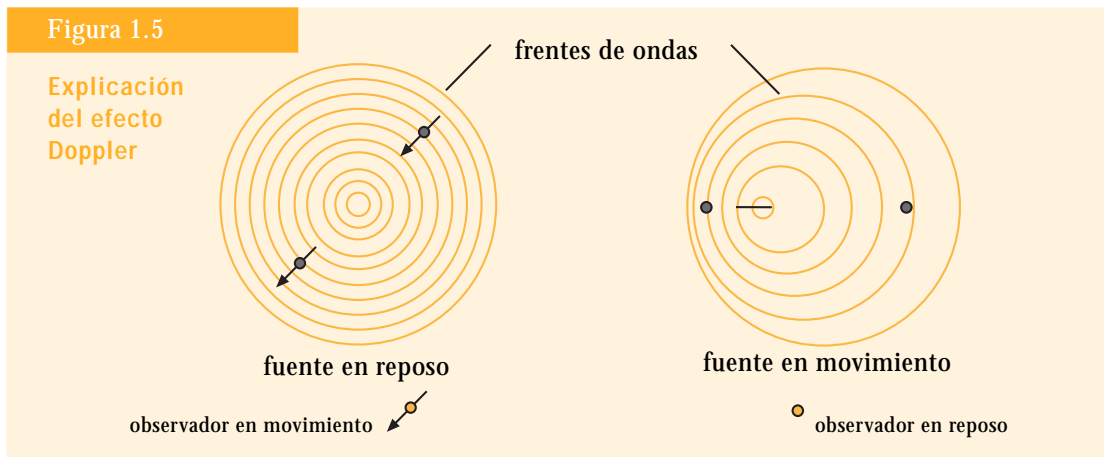
- Escuchar una motocicleta o cualquier vehículo que pasa rápidamente tocando la bocina; escuchar en una grabación el ruido emitido por los motores de automóviles de carrera o el silbato de un tren en movimiento. Describir el efecto sonoro que se percibe.
- Hacer girar con la mano una regla atada a un hilo por un extremo, de modo que pueda rotar además sobre su eje longitudinal (ver figura 1.4). Escuchar el sonido que emite, desde distintos ángulos en relación al plano de giro. Comparar los efectos sonoros que se perciben.

Figura 1.4



La regla debe estar trasladándose (como efecto del movimiento de la mano) y, a la vez, rotando a lo largo de su eje longitudinal.

3. Observar (o imaginar) y dibujar los frentes de ondas circulares generados por un remo que toca periódicamente el agua de un tranquilo lago; primero con el bote en reposo (figura 1.5.a) y luego con el bote en movimiento (figura 1.5 b). Indicar, en cada caso, cómo son las frecuencias con que llegan los frentes de ondas a observadores situados delante y detrás del bote, tanto cuando éste está en reposo como cuando está en movimiento.



4. Aplicar el modelo anterior al caso de las ondas de sonido.

Se recomienda limitarse a tratar el caso en que la fuente emisora se mueve a una velocidad inferior a la de la onda.

5. Analizar el caso de un avión que viaja a la velocidad del sonido, o "Mach 1". Comentar y analizar el estampido sónico que produce el paso de un avión que vuela a velocidad supersónica.
6. Explicar el funcionamiento de un sonar para medir las velocidades de los objetos detectados por ellos. Describir, paso a paso, el método a seguir para determinar, por ejemplo desde un barco, la velocidad con que se acerca o aleja un pez, un submarino o un torpedo.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar diferentes aplicaciones del radar basadas en el efecto Doppler (por ejemplo, determinar la velocidad con que se acerca o aleja un avión en relación a otro o a la torre de control de un aeropuerto).

Comentar la aplicación del efecto Doppler en la astronomía: la medición de la velocidad radial de estrellas y galaxias (Ley de Hubble) y las bases de la teoría de la expansión del universo.

Hacer notar que no sólo el sonido se propaga como onda sino también la luz, y aun la materia microscópica como electrones y neutrones.

■ Enumerar aplicaciones prácticas que, a lo largo de la historia, se han inventado para transmitir información en base a las ondas. Comentar los distintos medios de comunicación que se han inventado e indicar el papel que en ellos juegan los fenómenos ondulatorios.

Reflexionar en relación a cómo sería el Universo del que formamos parte y cómo podríamos conocerlo si no existieran las ondas.

Tópico	Detalle de contenidos
EL OÍDO	Anatomía del oído humano. La oreja, el tímpano, los huesos conductores, la cóclea, la membrana basilar, las terminaciones nerviosas. La sordera.
LA AUDICIÓN	La audición El proceso de audición. Función de las partes del oído en la transmisión de las fluctuaciones de presión en el aire hasta las terminaciones nerviosas.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan actividades diversas que permitan describir la anatomía del oído y relacionarla con el proceso de la audición.

1. ● Nombrar y describir las partes del oído y la función de cada una de ellas. Ayudarse de un modelo desarmable del oído para explicar cómo funciona cada una de sus partes.
2. Desarmar un micrófono en desuso (el de un auricular de un teléfono), distinguir sus partes principales y explicar, de un modo general, su funcionamiento. Comparar con el oído humano, destacando la perfección de este último.

INDICACIONES AL DOCENTE:

■ De acuerdo con el profesor o profesora de Biología, mostrar la anatomía del oído humano utilizando láminas, transparencias o videos. Tener presente que en enciclopedias de multimedia existen excelentes animaciones que muestran las partes del oído humano y el modo en que se produce la percepción auditiva.

- Comentar que si bien las partes del oído cumplen funciones de carácter físico, el sonido es procesado por el sistema nervioso, por lo que el tema crea un puente entre la física y la biología. Esto se presta para destacar la perfección y eficacia del oído humano, así como los daños de la contaminación acústica ambiental.
- Explicar las principales causas de la sordera: defectos congénitos, rotura del tímpano, rigidez (por edad u otras causas) de la cóclea, etc. Destacar el problema que esto crea y la importancia de ayudar a quienes lo sufren. Lenguaje para sordos (usando las manos).
- Mencionar que por “acústica” se entiende la disciplina que engloba todo lo que se sabe acerca del sonido y de la audición.

Tópico	Detalle de contenidos
RANGOS DE AUDICIÓN	El oído percibe sonidos de frecuencias entre 16 y 20.000 Hz, y cubre un rango de un millón de millones de unidades en intensidad. Los sonidos imperceptibles para un oído humano normal, por debajo de los 16 Hz, se denominan infrasonidos, y los que están por encima de los 20 kHz, se denominan ultrasonidos.
EL DECIBEL	La intensidad de los sonidos se mide en decibeles. Valores de sonidos de la vida diaria.
APLICACIONES DE LOS ULTRASONIDOS	Los ultrasonidos son aplicados con éxito en diferentes áreas, principalmente en medicina y en la industria. Ellos permiten “ver” el interior de ciertos materiales o “romper” objetos con gran precisión. En el mundo natural hay especies que hacen uso de los ultrasonidos.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan las características del espectro acústico desde el punto de vista de las frecuencias que percibimos, distinguiendo infrasonidos, sonidos y ultrasonidos. Describen algunas aplicaciones de los ultrasonidos. Comparan intensidades de sonidos cotidianos medidos en decibeles.

1. Realizar búsqueda bibliográfica acerca del aparato auditivo de diversos animales, utilizando artículos y revistas de divulgación científica y, si es posible, la red Internet. Describir cómo funcionan los espanta-insectos y los espanta-ratones, eléctricos.

-
2. ● Analizar un cuadro que señale algunos sonidos conocidos y la cantidad de decibeles que les corresponden.

Señalar también en dicho cuadro los niveles en que se produce dolor de oídos, ruptura del tímpano, etc., para sonidos de ciertas frecuencias.

-
3. Con un decibelímetro o un probador eléctrico (tester) que posea escala de decibeles, medir la intensidad de diferentes sonidos a la salida de un equipo de radio, amplificador o generador de audio frecuencia, o con un amplificador de audio o equipo de sonido doméstico que posea un decibelímetro.

Hacer ver la no linealidad de la escala de decibeles (un sonido de 10 decibeles es 100 veces más intenso que uno de 1 decibel). Describir la reducción de la intensidad del sonido con la distancia y la necesidad de comparar las intensidades de sonidos emitidas por fuentes distintas a distancias iguales.

-
4. Buscar información respecto de los daños fisiológicos y psicológicos producidos por la contaminación acústica en las grandes ciudades, en industrias y algunos trabajos, en revistas de divulgación científica y, de ser posible, en la red Internet.

-
5. ● Analizar un cuadro que muestre la relación entre los sonidos que percibimos y sus frecuencias, en el que se pueda apreciar el lugar que ocupan en el espectro acústico algunos sonidos conocidos y las zonas de infrasonidos y ultrasonidos.

Con un generador de audiofrecuencia es posible realizar algunas pruebas auditivas con los estudiantes.

-
6. ● Recoger y analizar antecedentes en relación con:
 - a) el principio bajo el cual funciona la ecografía y analizar sus ventajas en relación a los rayos X;
 - b) las técnicas destinadas a destruir cálculos renales o biliares y sus ventajas frente a las operaciones tradicionales;

- c) los tratamientos de kinesiterapia con ultrasonido;
- d) los murciélagos, los delfines y otros seres vivos que se valen de los ultrasonidos para desplazarse sin chocar con objetos y para comunicarse, del mismo modo que nosotros usamos nuestros sentidos para subsistir.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Explicar por qué los límites de audición en el ser humano están determinados por la estructura física de su oído.
- Destacar que hay un umbral de audición y un límite de dolor, que varían de persona a persona. Los sonidos muy fuertes, además, dañan el oído.
- Comentar acerca de la contaminación acústica en la industria y las grandes ciudades. Enfatizar que el daño que ésta produce puede llegar en algunos casos a la pérdida permanente de la audición.
- Mencionar los problemas que podemos tener al permanecer durante mucho tiempo sometidos a niveles de ruidos muy intensos (ambiente laboral, equipos personales de música, discotecas, etc.).
- Comentar que con suficiente energía se puede quebrar un vaso usando ultrasonido. Hay software computacional y videos que muestran esta experiencia.
- Puede organizarse una actividad en conjunto con los profesores o profesoras del subsector Biología para tratar el tema y/o invitar a un médico a dar una charla al respecto. Referirse al teléfono submarino y al sonar activo, los cuales generalmente operan con ultrasonidos, y a las técnicas de limpiezas de piezas metálicas (por ejemplo, relojes a cuerdas).

3. Composición del sonido

Tópico	Detalle de contenidos
MODOS DE VIBRACIÓN	Una cuerda puede vibrar de diversos modos. Los modos normales, el modo fundamental y los armónicos.
PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN	Ondas que se propagan por el mismo medio se superponen en cada punto generando una onda compuesta. La onda resultante se obtiene sumando algebraicamente las elongaciones (principio de superposición).
ONDA ESTACIONARIA	Los modos normales de vibración de una cuerda están dados por la relación $\text{longitud de onda} = \frac{2 \cdot \text{longitud de la cuerda}}{n}$ <p>donde n es un entero positivo. Modo fundamental (n = 1) y armónicos (n = 2, 3, ...)</p>
TIMBRE	El timbre de un sonido depende de las frecuencias que lo componen, y sus respectivas amplitudes. La diferencia en la composición de un tono emitido por diferentes instrumentos explica su diferente timbre.
PULSACIONES	La superposición de dos tonos de frecuencia similar pero no idéntica produce una pulsación, percibiéndose máximos y mínimos de intensidad. La frecuencia f de la pulsación es igual a la diferencia de las frecuencias superpuestas f_1 y f_2 $f = f_1 - f_2 $
TONOS MUSICALES Y RUIDO	Los tonos musicales están asociados con una frecuencia fundamental que define su altura y sus armónicos. Cuando se mezclan numerosas frecuencias que no son múltiplos enteros unas de otras, se obtiene lo que se llama ruido.
CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO MUSICAL	Los instrumentos musicales se basan en principios simples de acústica. El refinamiento de su construcción es considerado, sin embargo, un verdadero arte.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan observaciones y experiencias que permitan explicar y aplicar el principio de superposición en el análisis del fenómeno de la interferencia y del timbre del sonido, utilizándolo además para comprender la riqueza de los sonidos que producen los instrumentos musicales y la voz.

1. Graficar dos ondas transversales y aplicar el principio de superposición para encontrar la onda resultante. Extrapolar el concepto a ondas longitudinales como la del sonido.

En base a ejemplos, introducir los términos “interferencia constructiva” e “interferencia destructiva”. Describir las características que deben poseer dos pulsos para interferir dando origen a un nodo. Justificar la formación de nodos y antinodos en la onda estacionaria en la cuerda vibrante y cuando una misma onda de sonido se refleja perpendicularmente en una pared. Destacar la relación entre la rigidez del muro y su capacidad de vibrar, formándose allí un nodo. Comentar que ello produce zonas de mejor o peor audición en ciertos ambientes cerrados.

2. Con una regla, medir las longitudes de ondas (λ) para dos o tres modos de oscilación diferentes de la cuerda vibrante (cuando está sustentando una onda estacionaria), teniendo presente que ella corresponde a la distancia entre tres nodos consecutivos.

Si se conoce la frecuencia del generador de ondas (50 Hz si es un timbre de chicharra), calcular las velocidades con que se propagan las ondas que dan origen a la onda estacionaria. Pedir a los estudiantes que intenten probar que si “L” es la longitud de la cuerda, “ λ ” la longitud de onda y “n” un entero positivo, entonces los modos de vibración de la cuerda están dados por:

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

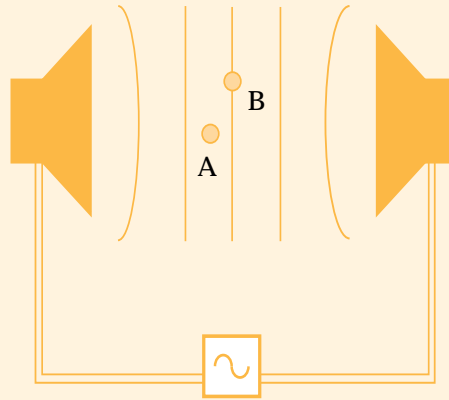
en que con $n = 1$ se tiene el modo fundamental, y con $n = 2, 3, \dots$ los armónicos. Considerando, además que $V = \lambda \cdot f$, hacer ver que la frecuencia de los armónicos son múltiplos enteros de la frecuencia del modo fundamental. Desarrollar ejemplos numéricos variados.

3. Diseñar un experimento como el de la figura 1.6, usando sonido y en el que sea posible producir interferencia. Realizarlo a la intemperie y sobre pasto para reducir las reflexiones.

Figura 1.6

Interferencia con sonido

Las dos bocinas o parlantes emiten con igualdad de fase el mismo sonido puro cuya longitud de onda es, por ejemplo, $1/3$ de la distancia que los separa. En el punto A, un oído (o mejor aún, un micrófono) detectará el sonido de ambos parlantes (interferencia constructiva) y B silencio (interferencia destructiva).



- Analizar qué se esperaría que percibiera un oído colocado en las zonas nodales.
 - Analizar las dificultades prácticas de realizar el experimento o las condiciones que debiera cumplir para que la presencia de nodos y antinodos sea detectable (uno de los parlantes puede ser reemplazado por un muro que refleje bien el sonido).
 - Inspeccionar auditivamente la zona entre los parlantes.
 - Analizar el proceso de diseño del experimento: ¿qué frecuencia de sonido utilizar? ¿a qué distancia colocar los parlantes? ¿dónde se encontrarán las zonas nodales? etc., son algunas de las preguntas que podrán responderse y comprobar luego en la práctica.
4. ● Reconocer el sonido de diferentes instrumentos musicales que emiten la misma nota musical, sonidos naturales del ambiente, la voz de un cantante popular, sonidos de máquinas. De ser posible, ayudarse con un sintetizador electrónico (o teclado electrónico) u otras grabaciones.

-
5. ● Identificar sonidos diversos, sin ver la fuente que los produce.

En un diagrama de amplitudes versus número de armónicos mostrar gráficamente la “receta” de armónicos de un tono de voz humana, flauta, clarinete, etc. Destacar que cada tono emitido por un instrumento musical tiene varios armónicos presentes, con diversas amplitudes cada uno. Conocer estas amplitudes permite imitarlos en un órgano electrónico.

Interesa que los estudiantes se den cuenta de que los sonidos ordinarios contienen más de una onda armónica. En efecto, ellos constituyen una mezcla que produce sensaciones auditivas extraordinariamente distintas a los sonidos puros.

Comentar por qué los animales se pueden identificar con facilidad por los sonidos que emiten. Enciclopedias de multimedia permitirán recordar los sonidos típicos de animales y también el de variados instrumentos musicales.

-
6. Por medio de un osciloscopio o software computacional, observar la representación de un mismo tono generado por fuentes diferentes. Compararla luego con la de un sonido puro de igual frecuencia.

-
7. ● Hacer vibrar simultáneamente dos diapasones de frecuencias iguales y escuchar la superposición de las ondas. Repetir la acción anterior pero habiendo rodeado esta vez uno de los brazos de uno de los diapasones con un pedazo de plasticina. Describir comparativamente la percepción del sonido que se escucha en ambos casos.

Se recomienda al profesor o profesora variar la ubicación de la plasticina con el propósito de obtener un efecto óptimo antes que los estudiantes realicen esta actividad y explicar su función en el experimento. Existe software de multimedia que muestra esta experiencia. La actividad se puede realizar también usando cuerdas de guitarra.

Explicar el origen de las pulsaciones. Aplicar la fórmula

$$f = |f_1 - f_2|$$

que permite determinar la frecuencia f_2 del vibrador con plasticina si f_1 es la frecuencia del vibrador original y f la frecuencia con que se perciben las pulsaciones. Justificarla.

Destacar que, para hacer su trabajo, los afinadores de instrumentos musicales como el piano y el órgano, comparan dos tonos emitidos simultáneamente y escuchan las pulsaciones entre ellos.

-
8. Escuchar una misma nota emitida por un instrumento musical y por alguien “de buena voz” que la canta; compararlas entre sí y con el ruido que emite un motor, por ejemplo. En forma cualitativa comparar gráficamente la composición de frecuencias del sonido que emite un motor con el de una flauta o guitarra.

Mencionar que un sonido que mezcla numerosas frecuencias que no son múltiplos enteros unas de otras produce la sensación de “ruido”.

Guiar una discusión en relación a la distinción entre tono musical y ruido. Relacionarlo con el tema de contaminación acústica.

Establecer con claridad la diferencia entre altura y timbre de los sonidos.

-
9. ● A modo de proyecto, construir instrumentos musicales empleando elementos simples del entorno. Motivar a los estudiantes, realizando actividades tales como las siguientes:
- Pulsar un elástico tirante y escuchar el sonido que genera. Luego, repetir la operación colocando el elástico en la abertura de un tarro o de una caja. Ensayar la mejor forma de colocar el elástico en la caja para obtener buenos resultados. Comparar el sonido logrado con el de una guitarra.
 - Golpear con una varilla una serie de vasos o botellas de vidrio con agua hasta distintos niveles, para generar las notas de una escala.
 - Soplar por la apertura de tubos de metal, plástico, madera, cortados de diferentes longitudes, para producir tonos musicales.

Este proyecto puede ser realizado por el curso a lo largo de todo el desarrollo del tema del sonido, o como un proyecto específico al final. Demostrar en la sala y comentar con los alumnos y alumnas los instrumentos contruidos.

La mejor forma de apreciar los fundamentos acústicos de la música es observando y construyendo diferentes instrumentos musicales. El estudiante debe darse cuenta que tanto los elementos que se utilicen como la forma en que se dispongan, influyen en la calidad del sonido de los instrumentos musicales.

INDICACIONES AL DOCENTE:

■ Encomendar a los estudiantes la realización de un informe sobre un tema integrador que sea del interés de ellos. Exponer a los estudiantes un abanico de temas posibles, como los que se sugieren a continuación, para ser investigados. Por ejemplo: Causas y consecuencias de la contaminación acústica, que puede ser subdividido en: contaminación acústica en las ciudades, contaminación acústica en las industrias, contaminación acústica en los océanos. Otros temas pueden ser:

El sonido como medio de comunicación

La sordera

La barrera del sonido

El sonar y sus aplicaciones

Los grandes órganos de iglesias

Biografía de alguno de los famosos fabricantes de instrumentos musicales

Se recomienda especificar con mucha claridad las características que deberá poseer este trabajo. El tema ha de estar perfectamente acotado y claramente especificadas las características que debe tener el informe final, el plazo de entrega y el modo en que será evaluado.

Si se opta por el trabajo grupal, lo que es recomendable, será conveniente reforzar valores como la necesaria colaboración, intercambio de información significativa y respeto por la opinión de los miembros del grupo.

Se recomienda dar a esta actividad el carácter de proyecto y orientar permanentemente a los estudiantes en las distintas etapas del trabajo.

Es aconsejable que los estudiantes escriban el informe con un procesador de textos.

Indicar qué aspectos de la investigación se tendrán en cuenta en el momento de calificarla y la ponderación de la nota (coeficiente uno o dos).

Las actividades anteriores pueden coordinarse con las profesoras o profesores de Artes Musicales.

Aprovechar el Principio de Superposición para comentar que un “principio” en física es una afirmación no demostrada, que surge directamente de la observación de la naturaleza y que tiene gran generalidad. A diferencia de las “leyes”, no se expresa a través de una ecuación.

Mencionar al técnico y al ingeniero de sonido. Referirse a las carreras que ellos estudian y a los correspondientes campos laborales.

Ejemplos de preguntas y problemas para la evaluación

1. Describa en forma breve un método para medir la amplitud y la frecuencia de un cuerpo que oscila verticalmente al estar atado a un resorte o elástico.

a) Amplitud	b) Frecuencia

2. De acuerdo con las observaciones que ha realizado y de la experiencia que posee, indique dos situaciones en que se manifiesten claramente los fenómenos de reflexión, transmisión y absorción del sonido.

Reflexión del sonido	a)
	b)
Transmisión del sonido	a)
	b)
Absorción del sonido	a)
	b)

3. Dos astronautas posados sobre la superficie de la Luna, con sus típicos trajes, se comunican a través de ondas radiales (cada uno lleva consigo un transmisor y un receptor). ¿Podrían comunicarse por medio de sonidos si sus equipos electrónicos fallaran?

4. ¿Qué elementos son necesarios para convertir una pieza común en estudio de grabación de buena calidad?

5. Explique la razón de por qué no reconocemos nuestra voz al oírla en una grabación magnetofónica, por muy buena que sea la calidad de dicha grabación, y sí reconocemos las de otras personas.

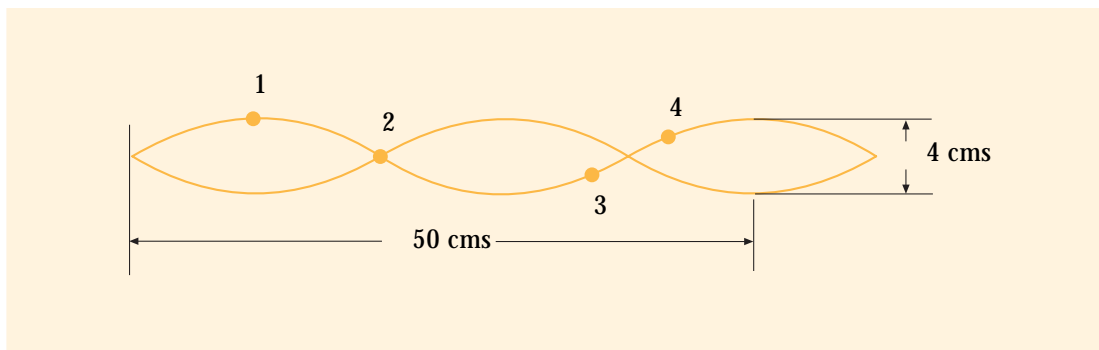
6. Indique el rango de longitudes de ondas de los sonidos que percibe un oído humano normal.

7. Indique un ejemplo de fenómeno que corresponda a cada uno los siguientes tipos de ondas:

Tipo de onda	Ejemplo de fenómeno
Pulso	
Viajera o periódica	
Transversal	
Estacionaria	

8. Hay dos diapasones emitiendo su sonido característico, uno de 240 Hz y el otro de 242 Hz.
¿Con qué período se escuchan las pulsaciones?

9. La figura siguiente representa un fragmento de un cuerda fija en sus extremos, que sus-
tenta una onda estacionaria. Los puntos 1, 2, 3 y 4 son parte de la cuerda.



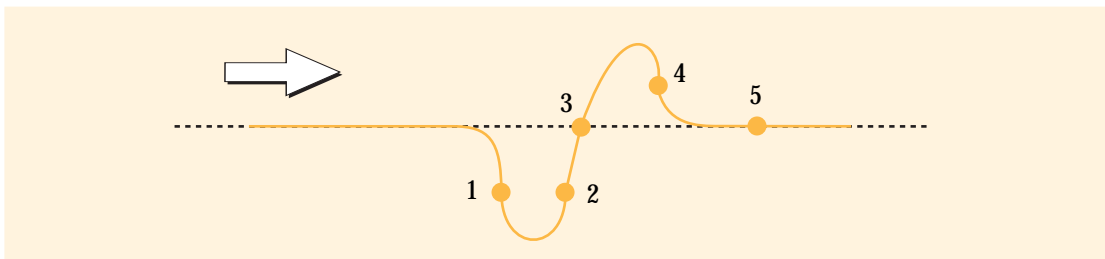
a) ¿Cuál de los puntos vibra con mayor amplitud?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) Falta información para determinarlo

- b) ¿Qué punto se encuentra en reposo?
- A) 1
 - B) 2
 - C) 3
 - D) 4
 - E) Ninguno, todos están en movimiento.
- c) ¿Cuáles de los puntos señalados vibran con igual frecuencia?
- A) Ninguno
 - B) Sólo 1 y 2
 - C) Sólo 2 y 4
 - D) Sólo 1, 3 y 4
 - E) Todos
- d) ¿Cuál es la longitud de onda de las ondas que dan origen a la onda estacionaria?
- A) 20 cm
 - B) 30 cm
 - C) 40 cm
 - D) 50 cm
 - E) 60 cm
- e) ¿Cuál es el máximo desplazamiento respecto de la posición de equilibrio que puede tener una partícula de esta cuerda?
- A) 1 cm
 - B) 2 cm
 - C) 4 cm
 - D) 50 cm
 - E) Falta información para determinarla
- f) Como en la figura sólo se representa el fragmento de la cuerda, a partir de la información dada no se puede determinar la longitud de la cuerda, de la cual sabemos que posee sus extremos fijos. Sin embargo, la información permite descubrir que una de las siguientes longitudes NO ES POSIBLE para esta cuerda. ¿Cuál es ella?
- A) 80 cm
 - B) 100 cm
 - C) 120 cm
 - D) 130 cm
 - E) 140 cm

10. La figura siguiente representa la forma que posee, en un instante dado, una cuerda por la que viaja un pulso en la dirección indicada por la flecha.

- a) En el recuadro adjunto dibuje una flecha (ver ejemplo) que represente la dirección en que se deben estar moviendo las partículas 1, 2, 3, 4 y 5 en dicho instante debido al pulso. La línea de puntos representa la posición de equilibrio de la cuerda. Si la partícula se encuentra en reposo, en vez de flecha, dibuje una cruz (X).



Ejemplo:

partícula	flecha
1	
2	
3	
4	
5	

partícula	flecha
1	↖
2	X
3	
4	
5	

- b) En relación a la rapidez de cada una de las partículas destacadas: 1, 2, 3, 4 y 5, se puede afirmar que en el instante representado:
- A) Todas poseen la misma velocidad puesto que la onda viaja con rapidez constante
 - B) 1 tiene mayor velocidad que 2
 - C) 5 tiene mayor velocidad que todas las demás
 - D) 3 posee mayor velocidad que todas las demás
 - E) Falta información para comparar las velocidades de las partículas



Unidad 2

La luz

Contenidos

1. Propagación de la luz
 - a. Observación fenomenológica del hecho que la luz se refleja, transmite y absorbe, al igual que el sonido. Distinción entre la propagación de una onda en un medio (sonido) y en el vacío (luz). Historia del debate entre la hipótesis corpuscular y la hipótesis ondulatoria, para explicar estos fenómenos.
 - b. Derivación geométrica de la ley de reflexión, a partir del principio de Fermat. Distinción cualitativa del comportamiento de la luz reflejada por espejos convergentes y divergentes. Espejos parabólicos.
 - c. Distinción cualitativa entre lentes convergentes y divergentes. La óptica del ojo humano. Defectos de la visión y su corrección mediante diversos tipos de lentes.
 - d. El telescopio y su impacto en nuestra concepción del Universo a través de la historia.

2. Naturaleza de la luz
 - a. Demostración fenomenológica de la descomposición de la luz blanca en un prisma. El arco iris: debate acerca de diversas hipótesis explicativas de su origen.
 - b. La luz como una onda. Observación y discusión de esta característica a través de la difracción en bordes y fenómenos de interferencia.
 - c. Distinción entre luz visible, radiación infrarroja y ultravioleta, rayos X, microondas, ondas de radio. El radar. El rayo láser como fuente de luz coherente y monocromática.
 - d. La luz como una forma de energía. Descripción del espectro de radiación del Sol y su carácter de principal fuente de energía para la vida en la Tierra.

Aprendizajes esperados de la unidad

Al completar la unidad, alumnos y alumnas:

- son más sensibles a la diversidad de la materia en cuanto a la forma en que se propaga la luz en diferentes medios;
- reconocen el valor de formular un principio y de realizar razonamientos geométricos para comprender fenómenos naturales (principio de Fermat);
- relacionan fenómenos muy diversos como el sonido y la luz a través de conceptos unificadores como el de onda;
- reconocen que el conocimiento científico se ha logrado paso a paso a lo largo de la historia (por ejemplo, en astronomía), a veces luego de dilatadas controversias (por ejemplo, la naturaleza ondulatoria o corpuscular de la luz).

Orientaciones didácticas

Esta unidad se organiza en torno a dos temas: propagación de la luz y naturaleza de la luz.

Las actividades de aprendizaje que se proponen resultan adecuadas para favorecer la observación crítica de fenómenos del entorno inmediato. La gran cantidad de situaciones habituales en que se produce reflexión, refracción y absorción de la luz permite que los estudiantes los analicen comparativamente sin dificultades y extraigan conclusiones sobre estos fenómenos u otros como la dispersión cromática y el arcoiris, la difracción y la interferencia.

Otra habilidad que interesa desarrollar es la formulación de hipótesis por parte del alumnado. Las experiencias y la búsqueda de explicaciones relativas a espejos planos y curvos, prismas y lentes, rendijas, etc. abren espacio para inducir a los estudiantes a plantearse preguntas sobre distintos aspectos y aventurar respuestas o soluciones que posteriormente les será posible constatar.

Un tercer aspecto relativo a esta unidad se refiere a la reflexión sobre la historia de la ciencia y el modo en que ella evoluciona y se relaciona con la tecnología. El debate sobre las hipótesis corpuscular y ondulatoria de la luz; los descubrimientos astronómicos de Galileo con su telescopio y los grandes observatorios que existen en la actualidad; las aplicaciones a la tecnología como el radar y las aplicaciones de láser, ilustran muy bien esta perspectiva.

Es recomendable aprovechar la amplia gama de actividades relativas a observar, formular hipótesis, verificar experimentalmente, etc., que los estudiantes pueden realizar en sus hogares, permitiendo una mejor utilización de las horas de clases. Se puede apoyar su trabajo en la casa con una guía de observaciones.

La propagación de la luz no es un tema adecuado para apreciar el carácter cuantitativo de la física. Es recomendable desarrollarlo con ayuda de la geometría, lo que no implica falta de rigor.

El tema naturaleza de la luz, pone el énfasis en que los alumnos y alumnas comprendan la naturaleza ondulatoria de ésta comparando y apoyándose en lo aprendido sobre ondas en la primera unidad. La aplicación de una relación como $c = \lambda f$, ilustra de un modo simple pero significativo la utilidad de las matemáticas en esta ciencia.

1. Propagación de la luz

Tópico	Detalle de contenidos
REFLEXIÓN DE LA LUZ	Como el sonido, la luz se refleja al incidir sobre una superficie, en algunos casos se refleja en forma especular y en otros en forma difusa.
TRANSMISIÓN	La luz es capaz de atravesar diversos objetos, algunos con mayor eficacia que otros. El concepto de refracción.
ABSORCIÓN	La luz que traspasa un objeto es en parte absorbida por él, en una proporción que depende del material de que está hecho el objeto.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Observan fenómenos relacionados con la propagación de la luz. Analizan situaciones que muestren que la luz se refleja, que es capaz de atravesar diferentes medios, que en parte es absorbida por ellos y que, al refractarse, cierta proporción de luz es reflejada.

- Observar la reflexión que se produce en las superficies planas de varios objetos distantes: un trozo de vidrio, una baldosa, un trozo de plástico, la tapa o una hoja de un cuaderno, y comentar acerca de la diversa eficacia de esos medios para reflejar la luz.

Observar un trozo de espejo doméstico y describir, de un modo general, lo que ocurre en él con la luz. Señalar qué función cumple el vidrio, la película de plata y la película de pintura por detrás del espejo.

Establecer una comparación entre el fenómeno de reflexión de la luz y el de reflexión del sonido.

-
2. ● Con los ojos cerrados deslizar las yemas de los dedos por la superficie de diferentes objetos y decidir, sólo en base al sentido del tacto, en cuáles se produce reflexión especular y en cuales reflexión difusa. Verificar sus decisiones.

El estudiante suele asociar “reflexión de la luz” exclusivamente con superficies bien pulidas, es decir, sólo con reflexión estrictamente especular. Aclarar que podemos ver los objetos ordinarios cuando existe una fuente de luz, debido a que ellos reflejan la luz. Comentar la relación entre calidad de la superficie y reflexión especular.

Establecer las diferencias entre la reflexión difusa y la reflexión especular.

-
3. ● Señalar y observar situaciones que muestren que la luz se propaga a través de distintos medios con diferente eficacia. Comparar el vidrio con el metal.

Dar ejemplos en que tal cosa se produzca en sólidos, líquidos y gases.

-
4. ● Usando objetos que transmitan la luz, mostrar que parte de ella se refleja. Describir lo que sucede en los vidrios de las ventanas cuando la habitación en que nos encontramos está bien iluminada y afuera reina la oscuridad de la noche; y lo que ocurre con los vidrios de algunos edificios que durante el día se comportan como espejos. Analizar el modo en que funcionan los espejos-ventanas de las piezas en que es posible ver hacia el interior pero no se puede ver hacia afuera de la pieza.

-
5. ● Observar desde diferentes ángulos una varilla (o un lápiz) introducida parcialmente en un vaso con agua. Describir la observación y formular hipótesis acerca de lo que ocurre.

Comentar que el lápiz aparentemente se quiebra en la superficie y asociar dicho fenómeno a una de las características de la refracción.

-
6. ● Colocar entre los ojos y una fuente de luz como el Sol o una ampollita potente, diversos objetos (un papel, un trozo de género, un objeto plástico o nuestra propia mano). Observar que ellos dejan pasar sólo una fracción de la luz.

Comentar que parte de la luz es reflejada en la superficie en que incide, parte absorbida y parte es transmitida.

7. Formular algunas hipótesis que expliquen por qué algunos materiales resultan opacos y otros transparentes para la luz visible.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Mencionar que hay absorción en los materiales, que ésta depende de la longitud de onda de la luz y que la explicación de esta selectividad radica en la naturaleza y disposición de los átomos que componen el material.
- Este es el momento oportuno para indicar por qué es peligroso para nuestros ojos el observar directamente el Sol y la luz emitida por soldadores eléctricos al arco, y la necesidad de usar, en ambas situaciones, filtros ópticos especiales y no cualquier lente oscuro ni tampoco vidrios ahumados.

Tópico	Detalle de contenidos
PROPAGACIÓN RECTILÍNEA DE LA LUZ	En medios homogéneos la luz se propaga en línea recta. El concepto de rayo de luz permite describir muchos fenómenos ópticos por medio de la geometría.
LA VELOCIDAD DE LA LUZ Y SU PROPAGACIÓN EN EL VACÍO	A diferencia del sonido que necesita de un medio material para sustentarse, la luz se propaga en el vacío y lo hace aproximadamente a la velocidad de 300.000 km/s.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan, observan y analizan experiencias orientadas a visualizar la propagación rectilínea de la luz y aplican el conocimiento de la velocidad de la luz en la resolución de problemas.

1. ● Describir el procedimiento que se suele seguir para verificar, por medio de la visión, si el borde de una regla o una varilla es recto.

Mostrar diversas situaciones que permitan observar que la luz se propaga en línea recta. Definir el concepto de “rayo de luz” destacando la asociación entre el mundo físico y el de la geometría, es decir, entre el mundo real y el mundo de las ideas.

-
2. ● Analizar el fenómeno de luz y sombra producido cuando la luz proveniente de una fuente puntual o de una extensa se encuentra con un objeto opaco.

Indicar también las situaciones en que se producen los eclipses de Sol y Luna y describirlas.

-
3. ● Observar la imagen del filamento de una ampolleta que se proyecta en un muro o telón cuando la luz pasa a través de un pequeño agujero practicado en una cartulina o cartón, o la que se forma si reemplazamos el cartón perforado por un vidrio o acetato en el que hay un punto opaco. Analizar ambas situaciones, reconociendo que las imágenes que se producen son una consecuencia de la propagación rectilínea de la luz.

-
4. ● Comparar la propagación de la luz con la del sonido; observar que éste requiere de un medio donde propagarse mientras que la luz lo hace en el vacío. Experimentar con un tubo de vidrio al vacío, bien sellado, en cuyo interior se ha introducido una campanilla.

Si no se cuenta con una bomba de vacío y los accesorios necesarios para esta demostración, será aconsejable explicar dicho experimento. Se puede recurrir a las imágenes de diversos libros que ilustran su montaje experimental o, de preferencia, a videos educativos que muestran el experimento.

Aludir al hecho de que gracias a que la luz se propaga en el vacío es posible que nos llegue la luz del Sol, de la Luna y de las estrellas, es decir, que podamos conocer el universo de los astros. Anotar que el “ruido” del Sol no lo escuchamos por el espacio vacío entre este astro y la atmósfera terrestre.

Referirse a la velocidad de la luz en el vacío y en algunos otros medios refringentes y compararla con las velocidades que el sonido posee en algunos medios. Referirse al caso del rayo y el trueno. Hacer ejemplos numéricos.

-
5. ● A partir de tablas de valores, comparar la velocidad de la luz con velocidades habituales en nuestro entorno y con las grandes velocidades que han alcanzado los vehículos espaciales.

-
6. ● Realizar ejercicios de cálculo con la relación “distancia recorrida = velocidad de la luz x tiempo transcurrido” en situaciones tales como:
- a) sabiendo que la luz tarda ocho minutos en llegar del Sol, calcular, en kilómetros, la distancia de este astro a la Tierra;
 - b) sabiendo que la estrella más cercana después del Sol se encuentra a 4,3 años luz de distancia, calcular el tiempo que demoraríamos en viajar hasta ella a 30.000 km/hora, la velocidad característica de los vehículos espaciales;
 - c) calcular el tiempo que un rayo de luz tarda en atravesar el vidrio de una ventana;
 - d) calcular el retraso que puede existir en una conversación radial con astronautas que se encuentren en la Luna.
-
7. Analizar la conveniencia de la unidad “año luz” en astronomía. Calcular su magnitud en kilómetros. Averiguar algunas distancias astronómicas en unidades de “tiempo luz”, como la distancia hasta la Luna, hasta el Sol, hasta la estrella Alfa de la constelación de Centauro y otras estrellas, el diámetro de la Galaxia, etc.

Hacer ver que cuando en la noche contemplamos los astros a simple vista o con telescopio, lo que vemos es el pasado del Universo. Comentar el hecho de que la luz fue emitida antes, a veces miles de millones de años atrás si se trata de galaxias muy lejanas o quásares.

INDICACIONES AL DOCENTE

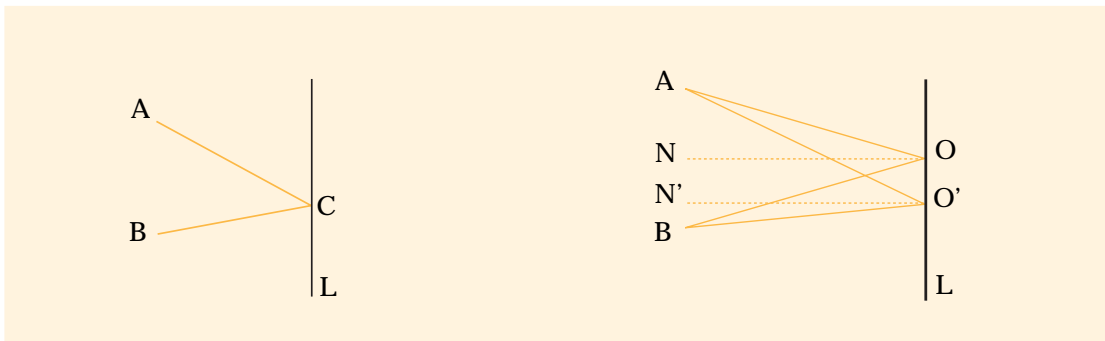
- Señalar por qué la velocidad de la luz no puede ser alcanzada por los objetos que tienen masa, ni menos, superada.
- Destacar que la velocidad de la luz en el vacío es una constante universal, válida en todos los rincones del Universo. Este hecho se ha usado, por ejemplo, para medir con extraordinaria precisión la distancia entre la Luna y la Tierra, gracias a un espejo dejado por los astronautas en su superficie.
- Es importante hacer referencias históricas a la ciencia de la luz, desde la época de los griegos, que discutían la instantaneidad de su propagación, hasta hoy, pasando por los intentos de Galileo Galilei por medir experimentalmente la velocidad de la luz.

Tópico	Detalle de contenidos
EL PRINCIPIO DE FERMAT Y LA LEY DE REFLEXIÓN	El principio de Fermat establece que, de todos los caminos posibles que puede seguir la luz, ella adopta el que le toma menor tiempo. Derivación de la ley de reflexión.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan, analizan y explican experiencias relativas a la reflexión de la luz utilizando el Principio de Fermat.

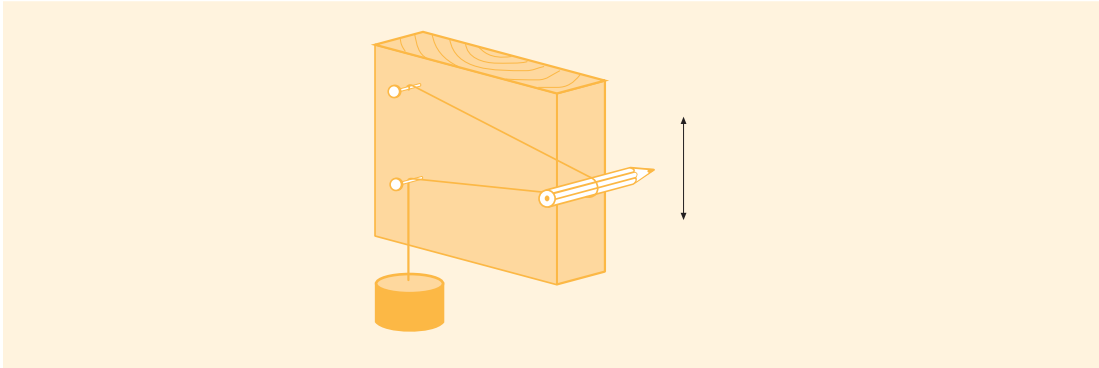
- Dibujar una recta que represente un espejo plano (L). Trazar, desde dos punto A y B rectas que toquen al espejo en un punto C cualquiera. Variando la posición de este punto discutir cuál de todas las trayectorias posibles ACB es la más corta.



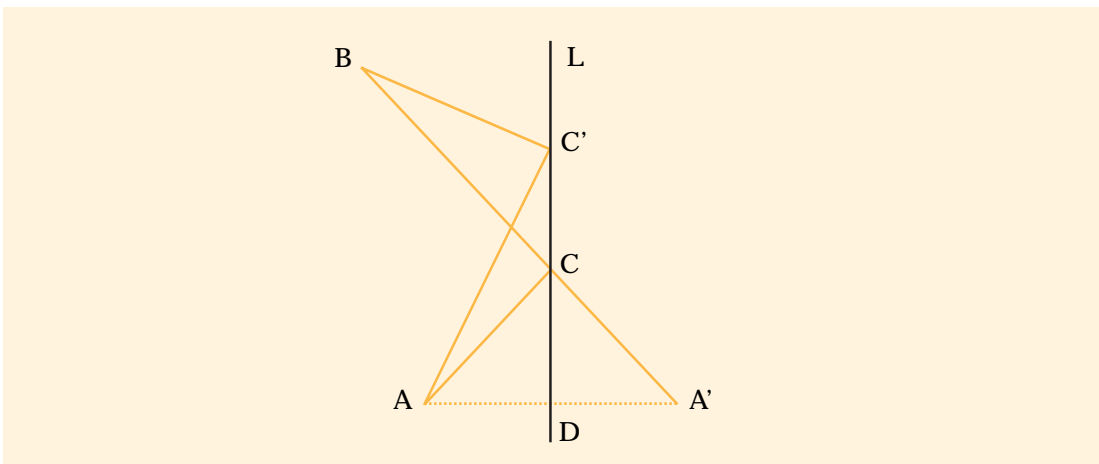
Hacer pensar en la trayectoria más conveniente a seguir por una persona que debe correr desde A a B tocando un muro (L), de modo que le tome, con una rapidez dada, un mínimo de tiempo.

- Una vez que en la actividad anterior se ha encontrado cualitativamente el punto C que satisface el principio de Fermat, realizar en forma cuidadosa la construcción que se indica en la figura siguiente, en que el punto O satisface el principio, Con una regla medir las distancias necesarias para obtener las longitudes $\overline{AO} + \overline{OB}$ y $\overline{AO'} + \overline{O'B}$, y compararlas luego entre sí cuando O' es un punto cualquiera de L.
- Continuando con la actividad anterior, medir, con un transportador, los ángulos AON y BON, verificando que son iguales.

Para mostrar lo que ocurre se puede usar un montaje como el que se ilustra en la figura siguiente, en el que se requiere de un trozo de madera, un par de clavos y un hilo. Al deslizar el lápiz por el borde de la madera (el espejo), se ve que la longitud más corta del hilo (medida de un clavo al otro) se obtiene cuando la masa que cuelga alcanza la posición más baja.



Para demostrar geoméricamente el principio de Fermat se sugiere el siguiente procedimiento: Primero establecer que, a velocidad constante, el tiempo más breve corresponde al camino más corto recorrido por la luz (ver figura siguiente). Se requiere luego conocer la distancia mínima para recorrer dicha longitud. Ubicar la imagen especular del punto A, que llamaremos A', al otro lado del espejo de modo que $\overline{AD} = \overline{A'D}$. Unir A' con B trazando una recta que intersecta al espejo en el punto C. Teniendo presente que $\overline{AC} = \overline{A'C}$ se puede ver qué otras formas de unir A' con B generan una trayectoria de mayor longitud.



3. ● Enunciar la ley de reflexión de la luz en base a los ángulos de incidencia y reflexión.
4. ● Por medio de un espejo plano, una lámpara o una linterna que proporcione un haz de luz más o menos colimado y un goniómetro, verificar que la ley de reflexión se cumple para distintos ángulos de incidencia.

Tópico	Detalle de contenidos
ESPEJOS PLANOS	En los espejos planos se forman imágenes virtuales del mismo tamaño y orientación del objeto emisor de luz. Ello es una consecuencia de la ley de reflexión.
ESPEJOS CURVOS	En los espejos curvos la luz se refleja formando imágenes cuyo tipo, tamaño y posición dependen de la curvatura del espejo y de la posición del objeto emisor de luz en relación al espejo.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

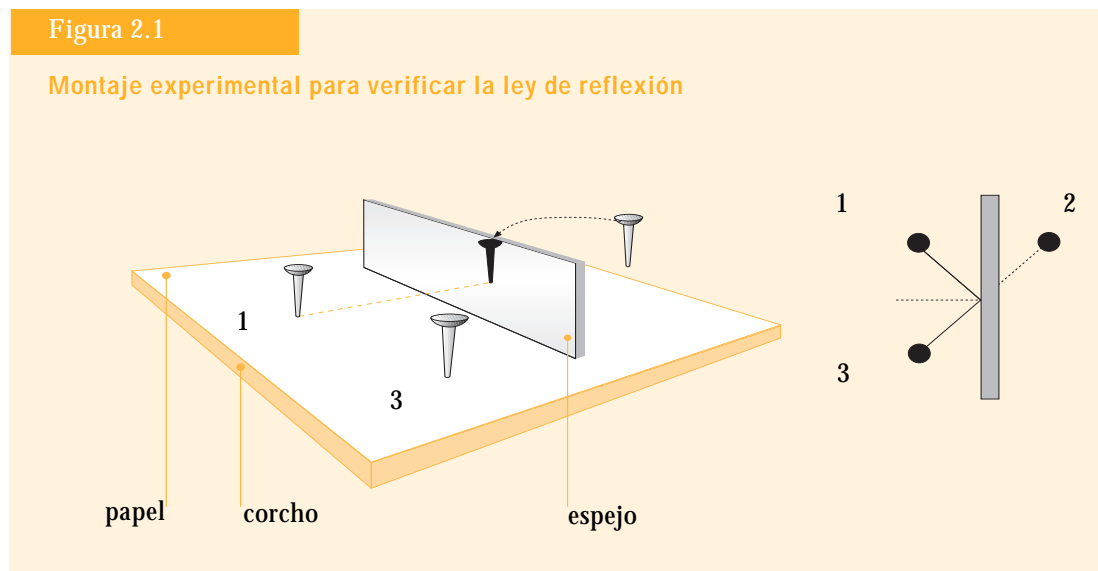
Realizan experiencias y resuelven problemas que permitan analizar el fenómeno de la reflexión de la luz y la formación de imágenes en espejos planos y curvos.

1. Colocar sobre una mesa una lámina de corcho (o plumavit) y sobre él una hoja de papel. Fijar con alfileres, al centro del papel, un pequeño espejo (figura 2.1). Clavar un alfiler (1) en un punto cualquiera del corcho. Clavar un segundo alfiler (2), del otro lado del espejo, a igual distancia de éste según la perpendicular. Clavar, por último, un tercer alfiler (3) del mismo lado del espejo que el primero. Usando luz colimada hacer que el rayo directo pase hacia el espejo por el primer alfiler, y reflejándose, pase por el tercer alfiler. Dibujar sobre el papel este camino óptico, trazar una normal al espejo en el punto en que se reflejó la luz incidente, medir los ángulos de incidencia y reflexión y compararlos entre sí. Luego, com-

probar que el rayo reflejado se encuentra sobre la línea que une los alfileres 2 y 3. En (2) se encuentra la "imagen virtual" del alfiler (1).

Figura 2.1

Montaje experimental para verificar la ley de reflexión



Debido a que posiblemente los estudiantes en la actividad anterior no tomarán en cuenta el espesor del vidrio o que supondrán que la reflexión se produce en la superficie delantera del vidrio, la posición de la imagen no coincidirá con su predicción y tal vez se vean tentados a forzar la situación para que la coincidencia se obtenga. Este será un momento apropiado para referirse a la importancia de la honestidad rigurosa en el trabajo con datos obtenidos de la observación.

2. ● Indicar las características de las imágenes que se observan en los espejos planos. Tamaño y posición respecto del espejo y del objeto a partir de una experiencia como la siguiente:

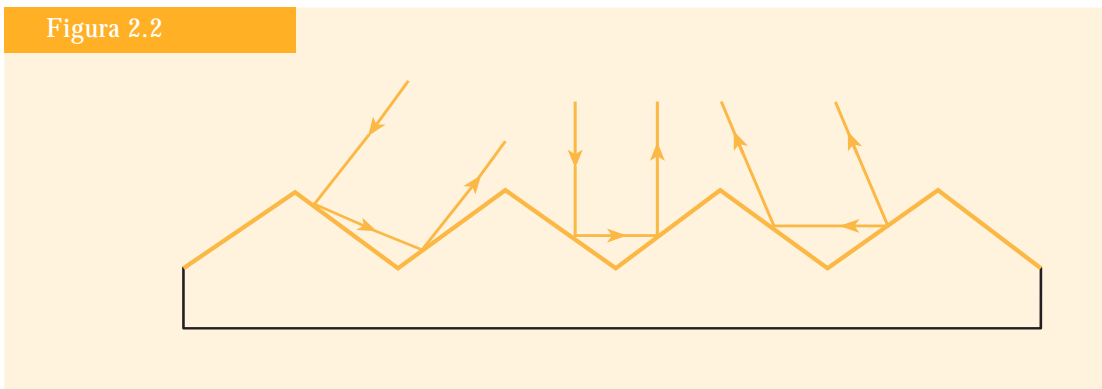
Si en la escuela hay un ventanal en el que un estudiante se pueda ver reflejado, pedirle a otro estudiante que se sitúe en la posición tal que el primero vea su imagen superpuesta a la de su compañero. Medir y comparar las distancias entre ellos y el ventanal.

3. Aplicar la ley de reflexión de la luz en los espejos planos para explicarse la posición y el número de imágenes que el estudiante puede ver de sí mismo (o de otra persona) cuando se encuentra entre dos espejos, ya paralelos, ya perpendiculares o que formen otros ángulos.

Estas son situaciones que se prestan para realizar investigaciones en la casa.

4. Aplicando la ley de reflexión, establecer dónde debe el alumno o alumna colocar su ojo para ver cierto objeto a través de un espejo plano. Especificar las dimensiones que debe poseer el espejo para ver el objeto en su totalidad. Por ejemplo, determinar cuál es la altura mínima que debe poseer un espejo plano situado en un muro vertical para verse a sí mismo de pies a cabeza. Indicar a qué altura debe encontrarse dicho espejo. Reconocer que las respuestas anteriores no dependen de la distancia de la persona al espejo.
5. En un diagrama que ilustre el interior de un vehículo, la cabeza del chofer y la ventana trasera, indicar cuál debe ser el mínimo tamaño de un espejo plano que sirva como retrovisor interno.
6. En base a la ley de reflexión de la luz, predecir cómo se comporta un conjunto de rayos que inciden paralelamente sobre un sistema de pequeños espejos planos, distribuidos sobre una superficie plana de modo que formen entre sí ángulos de 90° (ver figura 2.2). Indicar qué ocurre con el haz de rayos reflejados al hacer incidir los rayos en distintos ángulos en relación a la superficie en que se encuentran los pequeños espejos.

Figura 2.2



Al discutir con el curso esta experiencia, mencionar algunas aplicaciones y ejemplos del sistema de espejos descrito en la actividad: el espejo dejado en la Luna por los astronautas, los sistemas reflectantes de los focos traseros de los vehículos, etc. Diferenciar este fenómeno del de la fluorescencia (pinturas reflectantes usadas en letreros publicitarios en las carreteras, y demarcaciones de caminos) y el de la fosforescencia (punteros de relojes despertadores).

Si se dispone de un computador, puede ser conveniente utilizar algunos simuladores de laboratorios de óptica geométrica, con el propósito de reforzar las observaciones de reflexión de la luz en espejos planos.

-
7. Imaginar y predecir cómo se debe comportar la luz al llegar a espejos con diferentes curvaturas.

En base a la ley de reflexión de la luz, inducir a los estudiantes a analizar el comportamiento de los rayos que inciden sobre un espejo curvo. Sugiriéndoles considerar, por ejemplo, los espejos curvos como constituidos por pequeños espejos planos. Trazar una curva que represente un espejo, trazar las tangentes en algunos puntos de ella y hacer ver que se cumple la ley de reflexión en cada punto.

Al final de la actividad se espera que se concluya que hay tres comportamientos posibles cuando un conjunto de rayos incide sobre diferentes espejos: si inciden paralelamente sobre un espejo plano, se reflejan también paralelamente; divergen si inciden sobre un espejo convexo y convergen si lo hacen sobre un espejo cóncavo. Sistematizar estas conclusiones y señalar los nombres dados a ambos tipos de espejos curvos. También será necesario buscar la manera en que los estudiantes puedan verificar experimentalmente estas propiedades de los espejos.

Para demostrar las propiedades de espejos curvos puede utilizarse, por ejemplo, una lámina de acero inoxidable como espejo (ver figura 3 en Anexo A) y como fuente de luz, una ampolleta o la luz del Sol. Mostrar el modo en que se reflejan los rayos que inciden sobre estos espejos, proyectándolos sobre un muro. Una buena alternativa son los espejos cóncavos de tocador, los sistemas reflectores de los focos de automóviles y los espejos convexos usados como retrovisores en los vehículos.

-
8. ● Confeccionar una lista de situaciones en que se aproveche la propiedad de convergencia y divergencia de las radiaciones, como por ejemplo, el sistema reflector de los focos de automóviles, los de algunas estufas, las antenas parabólicas, el telescopio reflector, radiotelescopios, etc. Verificar experimentalmente las propiedades ópticas de los espejos parabólicos cóncavos y convexos.

Comentar que rayos paralelos que inciden sobre un espejo parabólico cóncavo se concentran en un punto llamado “foco”.

Comentar que hay luz que no se ve, pues el ojo sólo es sensible a un rango estrecho de frecuencias.

Comentar la extrema eficiencia que tiene una pantalla parabólica para reflejar ondas de cualquier naturaleza. Una demostración impactante se puede lograr ubicándose en el foco de un entorno parabólico reflectante y hablarle suavemente a alguien situado a distancia en un entorno similar enfrenteado al primero. Estas situaciones suelen encontrarse en museos de ciencia.

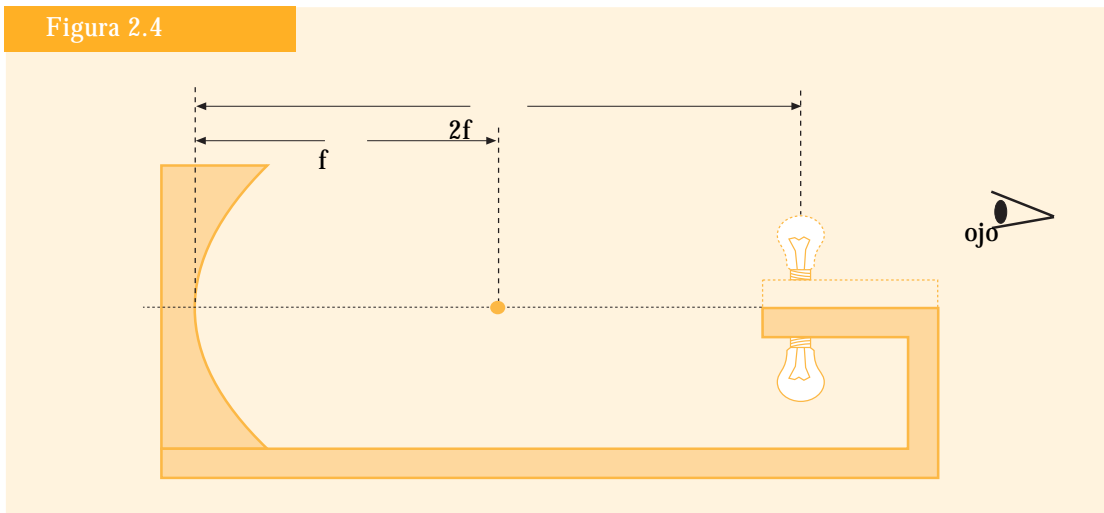
9. ● Observar la imagen de un objeto, por ejemplo, en un espejo parabólico cóncavo, un espejo de tocador o en una lámina de acero inoxidable bien limpia. Describir lo que ocurre con la imagen al alejar o acercar el objeto al espejo. Indicar, en forma aproximada, dónde debe encontrarse el foco del espejo.

Si se dispone de espejos cilíndricos como los de la figura 3 del Anexo A, hechos con cintas de acero inoxidable, realizar experimentos al igual que se hizo para estudiar los espejos planos (figura 2.1). Señalar las diferencias entre las imágenes virtuales y reales, dando ejemplos de cada una de ellas.

10. En una habitación oscurecida, colocar cerca del eje óptico de un espejo parabólico cóncavo una pequeña ampolleta (de linterna) o una vela, a una distancia de 1,5 veces la distancia focal del espejo. Con un papel blanco a modo de pantalla, buscar la imagen de la fuente luminosa. Describir esta imagen comparándola con la pequeña ampolleta o vela: tamaño y orientación. Alejar y aproximar la ampolleta al espejo y observar qué ocurre con su imagen.

Si se dispone de un buen espejo parabólico cóncavo, se puede realizar el montaje que se indica en la figura 2.4. Un ojo situado en el lugar que se indica en la figura podrá ver una espectacular imagen de la ampolleta.

Figura 2.4



11. ● Observar la imagen de un objeto en un espejo parabólico convexo. Desplazar dicho objeto a lo largo del eje óptico del espejo y describir lo que ocurre con su imagen: tamaño y orientación.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Si se dispone de un computador y de un software que simule un laboratorio de óptica geométrica, resultará ventajoso que los estudiantes repitan en él las actividades que involucran espejos planos y curvos (parabólicos cóncavos y convexos).

Tópico	Detalle de contenidos
PRISMAS DE CARAS PARALELAS	Un rayo de luz que incide sobre un prisma de caras paralelas, modifica la dirección de propagación en ambas refracciones, de modo tal que el rayo que emerge es paralelo al incidente.

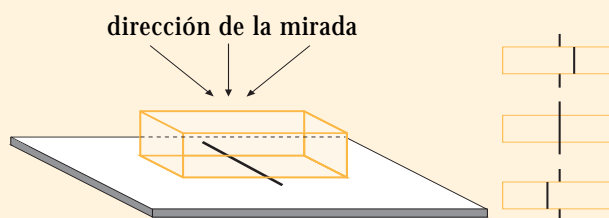
Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Observan y describen situaciones en que se produce el fenómeno de la refracción de la luz y experimentan utilizando prismas.

1. ● Observar un objeto recto a través de un vidrio (o acrílico) de caras paralelas. Colocar primero el vidrio de modo que sus caras estén perpendiculares a la visual y luego girarlas a otro ángulo. Para los diferentes ángulos describir lo que ocurre con los rayos de luz que van del objeto al ojo pasando por el vidrio.
2. ● Colocar un prisma rectangular sobre una recta dibujada en un papel (figura 2.5). Observar la línea a través de dicho prisma. Discutir el resultado de la observación.

Figura 2.5

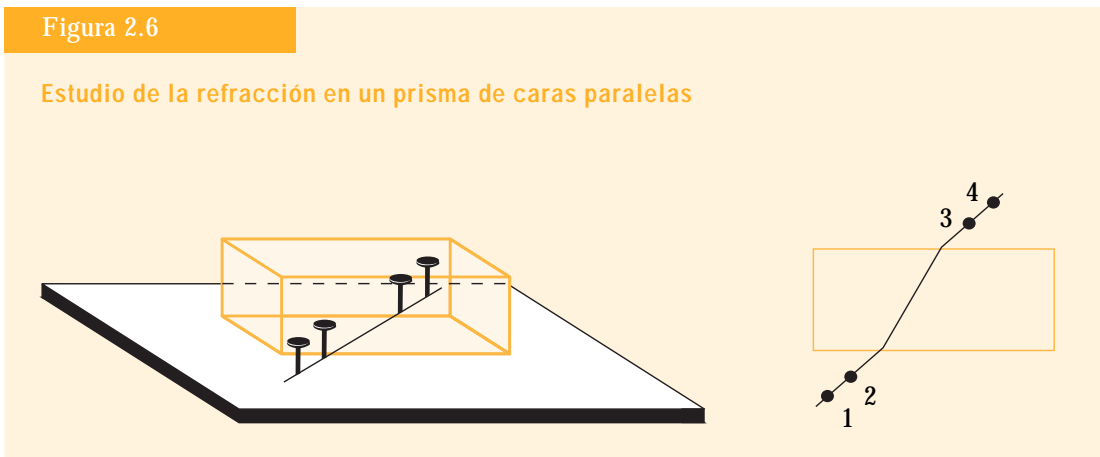
Prisma para el estudio de la refracción



3. Colocar una lámina de corcho (o plumavit) sobre una mesa y, sobre ella, un papel. En su centro colocar un prisma de vidrio o acrílico de caras paralelas (ver figura 2.6). Marcar con un lápiz las caras del prisma. Clavar un par de alfileres (1 y 2). Con uno de los ojos mirar dichos alfileres a través del prisma, de modo que queden alineados y clavar dos alfileres más (3 y 4), de modo que los cuatro alfileres (dos de cada lado del prisma) se encuentren alineados según la visual. Retirar el prisma y observar la alineación de los alfileres. Trazar en el papel los rayos que describen el camino seguido por la luz desde el alfiler más alejado hasta el ojo del observador.

Figura 2.6

Estudio de la refracción en un prisma de caras paralelas



Destacar que, debido a la desviación experimentada por la luz durante las refracciones, muchas de las cosas que observamos con nuestros ojos no están realmente allí donde las vemos. Por ejemplo, el fondo de una piscina con agua, un lápiz sumergido en un vaso con agua, el paisaje que vemos a través del vidrio de una ventana, las cumbres de las montañas; las estrellas, el Sol y la Luna, observados a través de la atmósfera terrestre, etc.

4. ● Describir lo que ocurre con los ángulos cuando la luz pasa, por ejemplo, del aire al vidrio o viceversa.

Definir ángulo de incidencia y de refracción. Describir cualitativamente lo que ocurre con el ángulo de refracción al modificar el ángulo de incidencia, demostrando experimentalmente (como es sugerido en la figura 2.10) y, si se dispone de los medios, mostrarlo utilizando algún software computacional de óptica geométrica.

-
5. ● Buscar y discutir explicaciones del movimiento que se observa en objetos alejados cuando el pavimento está caliente, o cuando los observamos por encima de una fogata.
-
6. ● Explicar el titilar que se observa en las estrellas, y el cambio aparente en la forma y tamaño del Sol y la Luna cuando se encuentran cerca del horizonte en relación a cuando se encuentran cerca del cenit.
-
7. Colocar un objeto muy cerca de un espejo doméstico; luego mirarlo cuidadosamente y desde muy de cerca, a través del espejo, hasta descubrir una segunda imagen, la producida por el vidrio y otra por la película metálica. Analizar la situación y discutir el número de imágenes que sería posible observar.

Tópico

Detalle de contenidos

LAS LENTES

Las lentes desvían la luz produciendo imágenes cuyo tipo, tamaño y posición dependen de la curvatura de la lente y de la posición del objeto emisor de luz en relación a la lente.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

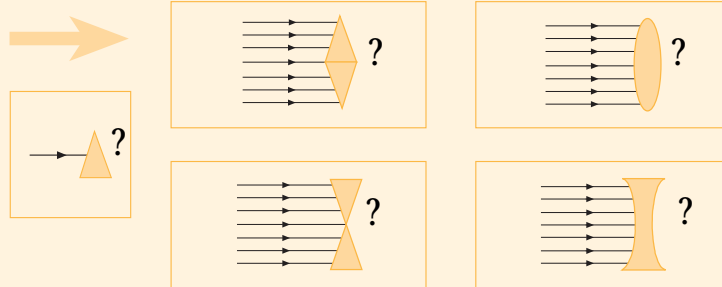
Observan y describen experiencias relativas al fenómeno de la refracción de la luz y de las imágenes que producen las lentes.

-
1. ● Predecir, y luego confirmar experimentalmente, lo que ocurre con un haz de luz que incide sobre un trozo de vidrio o acrílico cuyas caras son curvas.

La figura 2.7 sugiere una metodología que ayudará a los jóvenes a inferir el comportamiento de las lentes convergentes y divergentes.

Figura 2.7

Secuencia posible para ayudar a los estudiantes a inferir el comportamiento de las lentes convergentes y divergentes



Definir lente óptica. Clasificarlas según su forma y comportamiento en relación a la luz. Definir eje óptico, foco, distancia focal, etc. Mostrar el camino seguido, tanto para lentes convergentes y divergentes, por rayos que inciden a las lentes paralelos al eje óptico, los que pasan por el foco y los que llegan al vértice.

Por medio de una lámpara que genere rayos paralelos, mostrar el camino seguido por rayos que inciden sobre lentes convergentes y divergentes.

Si se dispone de computadoras y un simulador de laboratorio de óptica geométrica, reforzar las ideas anteriores.

2. ● En base a lo ya estudiado con espejos planos y curvos, predecir el tipo de imágenes que se forman en las lentes convergentes y divergentes: primero, de un punto que emite luz y, luego, de un objeto. Indicar las características de dichas imágenes en relación a la posición del punto y objeto respecto de la lente.
3. ● Observar distintos objetos con una lupa simple y realizar el correspondiente esquema geométrico de los rayos de luz que explique lo que se ve.
4. ● En una habitación semi oscurificada, enfocar en un muro o papel blanco la imagen de la ventana o de una ampollita por medio de una lupa simple. Analizar algún dispositivo que use lentes, como una máquina fotográfica o un proyector de diapositivas. Señalar sus principales componentes y el modo en que están dispuestos. Construir un proyector de diapositivas por medio de una lupa simple. Indicar las posiciones adecuadas de la fuente de luz, la diapositiva, la lente y el telón, e indicar la función del ventilador.

-
5. ● Observar distintos objetos a través de una lente divergente y dibujar el esquema geométrico de los rayos de luz que representa lo que se ve.

-
6. ● Comparar las lentes convergentes y divergentes desde el punto de vista de las imágenes que se pueden producir con ellas, y en función de la posición del objeto emisor de luz. Discriminar el tipo de imagen (real o virtual), su tamaño y orientación en relación al objeto.

Explicar cómo funcionan los anteojos ordinarios y un proyector cinematográfico. Diversos software de multimedia, libros y enciclopedias ilustradas describen bastante bien su funcionamiento, razón por la cual el tema se presta para que los estudiantes realicen una búsqueda bibliográfica al respecto.

Describir, de un modo general, cómo se forma la imagen en una pantalla de televisión o monitor de computadora, e indicar las semejanzas y diferencias ópticas con las imágenes producidas por un proyector de diapositivas y un proyector cinematográfico.

Tópico	Detalle de contenidos
EL OJO	El ojo contiene una lente interna, el cristalino. Para una correcta visión la imagen debe formarse en el fondo del ojo, la retina. Cuando esto no ocurre el defecto se corrige con ayuda de lentes de cristal (anteojos).

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan y describen el proceso de la visión, el efecto corrector de las lentes y su uso en instrumentos ópticos.

-
1. ● Disponer de una caja de cartón de unos 20 ó 30 centímetros de arista. Reemplazar una de sus caras con papel mantequilla o diamante y, en el centro de la cara opuesta, realizar una perforación del diámetro de un lápiz. Colocar la caja en un lugar oscuro y dirigir la perforación practicada en ella hacia un lugar bien iluminado como, por ejemplo, el paisaje exterior a pleno sol. Describir y explicar lo que se ve en el papel mantequilla. Discutir, y luego comprobar, lo que ocurre al aumentar o reducir el diámetro de la perforación practicada. Si se dispone de una lente convergente, como una lupa simple, ajustar la distancia entre el papel y la cara opuesta a la distancia focal de dicha lente. Después que se ha observado la imagen que se forma en el papel mantequilla, anteponer la lente a la perforación y explicar el efecto que produce.

Describir la forma en que funciona una cámara fotográfica simple. Si se dispone de los medios para revelar fotografías, puede ser instructivo convertir la caja descrita en el punto anterior en una cámara fotográfica y obtener con ella el negativo de un paisaje y revelarlo.

Si en la escuela existe un taller de fotografía y/o los profesores de Artes Visuales se interesan en el tema, se pueden planificar actividades en conjunto.

Por medio de esquemas, láminas, transparencias, videos o software educacional, mostrar la estructura del ojo humano. Nombrar cada una de sus partes y su función en el proceso de visión. Si es posible, esta actividad puede organizarse en conjunto con la profesora o profesor de Biología, y en ella incluir la disección de un ojo de buey.

-
2. Simular un ojo que sufra de miopía y de hipermetropía. Emplear para ello una lente convergente (por ejemplo, una lupa que haga las veces de cristalino) y un papel blanco (que haga las veces de retina). Proyectar en el papel la imagen de un objeto (ventana o lámpara) según cada una de las enfermedades, e intentar corregirla por medio de una segunda lente. Si hay en la clase estudiantes que usen lentes, analizar experimentalmente sus características y determinar qué defecto visual tienen quienes los usan.

Puede ser un momento propicio para describir las principales enfermedades que afectan a la visión de las personas, poniendo énfasis a las que se deben a problemas de enfoque de la imagen en la retina: miopía (imagen delante de la retina), hipermetropía (imagen detrás), astigmatismo y cataratas. Corrección de estos defectos. Señalar que la visión generalmente se reduce con la edad de las personas (presbicia).

En base a las propiedades de las lentes convergentes y divergentes, indicar y justificar qué tipo de lente se emplea para corregir la miopía y la hipermetropía.

-
3. En una hoja de papel blanco hacer dos pequeños círculos, de unos 2 milímetros de diámetro, bien ennegrecidos y a unos 5 centímetros el uno del otro. Con un ojo tapado, mirar fijamente uno de los círculos, mientras se acerca o aleja lentamente el papel a la cara. Describir y explicar lo que ocurre con la visión del otro círculo.

-
4. Dibujar, con mucha exactitud, dos trazos de igual longitud que formen la letra "T". Realizar una encuesta preguntando cuál de los dos trazos es más largo que el otro. Comentar el resultado.

5. Observar los movimientos de los ojos de una persona que mira fijamente la punta de un lápiz cuando éste se acerca o aleja de su cara. Indicar la importancia que tiene la visión por medio de dos ojos situados en el rostro. Mencionar a los pájaros y los caballos, que tienen un ojo a cada lado. Inducir a una discusión acerca de la conveniencia para ellos de esta circunstancia. Encargar a los estudiantes una investigación bibliográfica sobre el sistema de visión de algunos animales, especialmente el de algunos insectos.

Explicar la razón por la cual nos resulta más fácil leer una escritura en negro sobre fondo amarillo o blanco, que sobre fondo azul o verde.

Referirse a la importancia de la protección ocular necesaria en la playa y la nieve (significado del signo UV en algunos lentes).

Describir los defectos de la visión de un ojo normal: por ejemplo, el punto ciego, el hecho de que no percibe iguales las longitudes verticales y las horizontales, etc. Señalar también que la sensibilidad del ojo es distinta para los diferentes colores, el encandilamiento que se produce cuando la intensidad lumínica es muy grande, etc. Señalar la importancia de la visión binocular.

Mencionar al oftalmólogo, los estudios que debe realizar y los campos ocupacionales en que se puede desempeñar.

Tópico	Detalle de contenidos
LA ÓPTICA DEL TELESCOPIO	Descripción cualitativa del telescopio reflector (espejo curvo y lente) y del telescopio refractor (combinación de lentes). Importancia de Galileo Galilei e Isaac Newton en la invención de estos instrumentos. Descripción de los observatorios astronómicos que se encuentran en el territorio nacional.

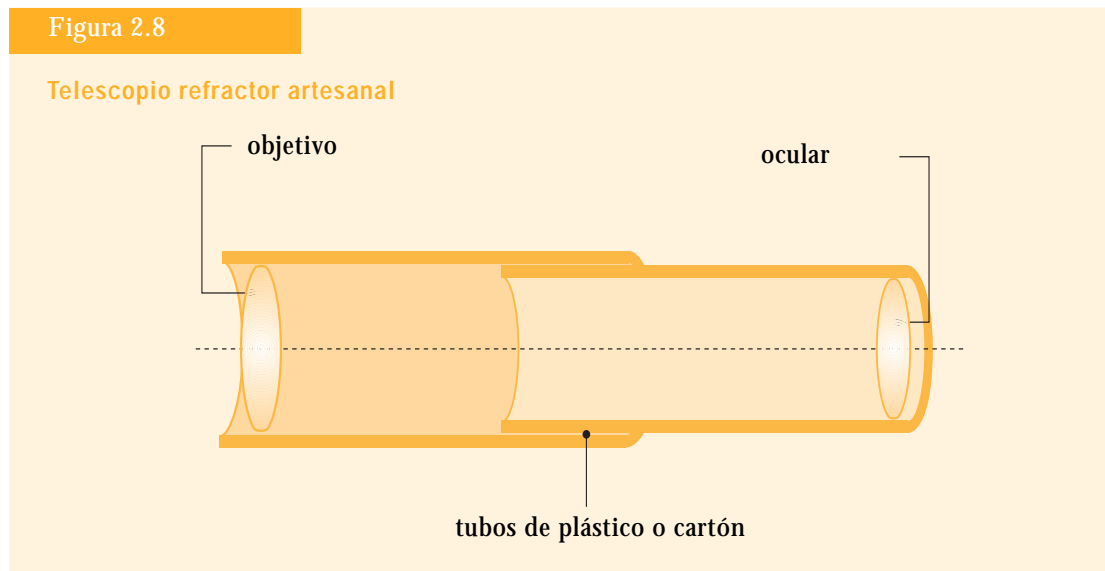
Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan los telescopios ópticos, describen la función de los espejos, y de las lentes en su diseño.

1. ● Centrar la atención en un objeto que se encuentre a unos 4 metros o más (por ejemplo, un detalle de la pizarra, un árbol o edificio que pueda verse a través de la ventana, etc.). Sosteniendo firmemente dos lentes, una con cada mano, alinear sus ejes ópticos con la visual del objeto seleccionado de modo que una de las lentes quede muy cerca del ojo y la

otra, a una distancia similar a su distancia focal de la primera. Deslizar cuidadosamente esta última lente y describir lo que se ve cuando la lente que está cerca del ojo es divergente y cuando es convergente.

Si resulta difícil mantener la alineación de las lentes, ayudarse de tubos de plástico o cartón (ver figura 2.8).

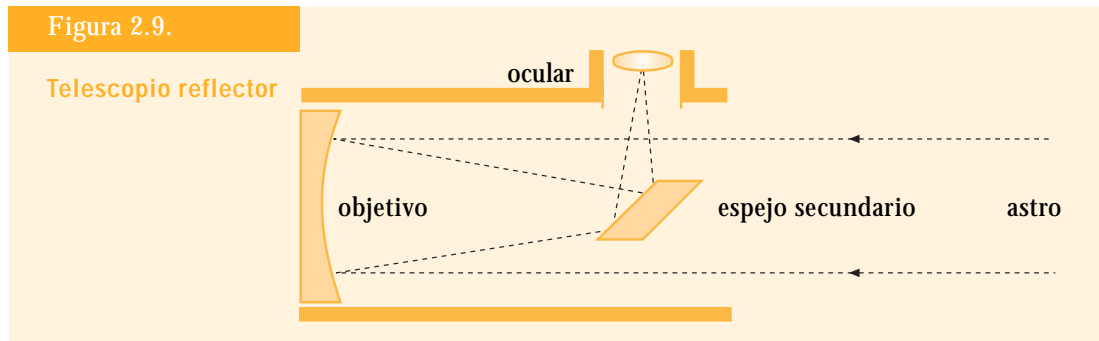


2. ● Para cada una de las situaciones observadas en la actividad anterior, confeccionar un diagrama que muestre los rayos, las imágenes que se forman y lo que observa el ojo. Comparar, para cada caso, la orientación y tamaño del objeto observado con la de la imagen que ve el ojo. Formular hipótesis destinadas a sugerir modificaciones en el sistema óptico que permitan aumentar la eficiencia del instrumento. Intentar verificarlas experimentalmente.

Para aumentar la eficiencia de un telescopio artesanal, da buen resultado usar como ocular el de un microscopio.

Resumir los resultados de las actividades anteriores; es decir, indicar las principales características ópticas del telescopio refractor y dar nombre a sus partes: ocular, objetivo, sistema de enfoque, etc. Si se posee un telescopio refractor, mostrar sus partes y realizar algunas observaciones con él. Señalar el tipo de aberraciones ópticas (esférica, cromática) que se producen en los telescopios artesanales e indicar que éstas pueden ser corregidas por medio de sistemas de lentes.

3. ● Describir las partes de un telescopio reflector: espejo principal (curvo), secundario (plano) y el ocular. Si se dispone de un ejemplar, revisar sus partes (ver figura 2.9) y realizar algunas observaciones simples con él.



4. ● Informarse acerca de los observatorios nacionales e internacionales que hay en nuestro país y su relevancia para el avance de la astronomía. De ser posible, utilizar Internet para obtener esta información.

Relatar la evolución que han experimentado los telescopios ópticos a partir del pequeño instrumento perfeccionado por Galileo hasta los telescopios espaciales actuales. Destacar algunos hitos importantes de este proceso; por ejemplo, la incorporación de la fotografía astronómica de larga exposición, el CCD y la incorporación de sistemas computacionales en la astronomía moderna.

5. Investigar y describir cómo funciona el microscopio óptico y una lupa. Indicar las diferencias entre estos instrumentos: tipos de objetos que se pueden observar con ellos y procedencia de la luz sobre el objeto que se observa. Construirlos en forma simple y observar con ellos algunos objetos pequeños. Establecer las diferencias y semejanzas con el telescopio refractor.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Organizar una observación nocturna del cielo consiguiendo un pequeño telescopio o visitando alguna instalación más profesional. Elegir un horario en que sean visibles la Luna, Júpiter, Saturno. Aprovechar para enseñar a reconocer a simple vista a Venus y Marte.

Relatar las primeras observaciones astronómicas realizadas por Galileo Galilei, destacando las controversias que ellas causaron y el impacto cultural que significaron. Dar a leer a los estudiantes algunos textos escogidos en que se describen estos importantes descubrimientos, extraídos de escritos modernos o, de preferencia, de la época.

Mostrar fotografías astronómicas y videos de planetas, cometas, galaxias, nebulosas, etc. obtenidas con los grandes telescopios actuales. Existe abundante software computacional al respecto y también existe en Internet gran cantidad de fotografías que es aconsejable que el estudiante observe junto a su profesor o profesora.

Indicar cómo, con la disponibilidad de telescopios cada vez más poderosos, las observaciones astronómicas fueron modificando la imagen que el ser humano ha tenido del Universo y de sí mismo: desde el geocentrismo a las concepciones actuales del Universo. Destacar que la confirmación de la existencia de galaxias externas a la Vía Láctea data apenas del trabajo de Edwin Hubble (1889-1953) en 1923.

2. Naturaleza ondulatoria de la luz

Tópico	Detalle de contenidos
LA DISPERSIÓN CROMÁTICA	La luz blanca está formada por la variedad de colores que se observa en el arcoiris.
EL ARCOIRIS	El arcoiris se observa cuando en la atmósfera hay gran cantidad de gotas de agua en suspensión y la luz del Sol incide sobre ellas. Los colores se producen por dispersión cromática en las gotas.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan y analizan experiencias de dispersión cromática de la luz, aplicándolas a la descripción del arcoiris y otros fenómenos.

- A través de un prisma de vidrio o acrílico, observar diversas fuentes de luz como, por ejemplo, una ampolleta o la luz que entra por la ventana.
- Colocar un prisma de modo que pase por él luz proveniente de una fuente poderosa, por ejemplo, la luz directa del Sol o la de un proyector de diapositivas. Buscar el ángulo más adecuado para observar la descomposición de la luz que emerge, proyectándola sobre un papel blanco que haga las veces de pantalla.

-
3. ● Confeccionar un esquema que muestre el orden en que se distribuyen los colores en que se descompone la luz blanca después de pasar por el prisma. Compararlos con el orden con que ocurren en el arcoíris.

■ Comentar que el ángulo de refracción es diferente para cada color y hacer ver cualitativamente, mediante un dibujo, la explicación de la descomposición de la luz por el prisma.

Indicar cómo es posible aumentar la separación de los colores en las observaciones realizadas en las actividades anteriores.

■ Para los estudiantes debe quedar claro que la dispersión cromática se produce cada vez que hay refracción y que, aunque en los vidrios de ventanas y en las lentes ópticas el efecto puede ser poco perceptible, igualmente ocurre. Es decir, los objetos que vemos a través de una ventana, no sólo no están allí donde los vemos, sino que, además, no los vemos exactamente de los mismos colores.

A través de situaciones de la vida diaria indicar casos en que se observe el fenómeno de la dispersión cromática. Por ejemplo, el arcoíris, las burbujas de jabón, los discos compactos (CD). Mencionar que en los últimos dos casos la dispersión ocurre debido a la interferencia y no a la refracción. Otros ejemplos son los hologramas, los bordes de las imágenes de los retroproyectores o proyectoras de diapositivas, las imágenes obtenidas con algunos sistemas ópticos tales como telescopios o microscopios de baja calidad. Referirse brevemente a las aberraciones cromáticas de los sistemas ópticos (proyectores de diapositivas, telescopios, microscopios, etc.).

Preguntar qué ocurre si en vez de hacer llegar luz blanca a un prisma llega luz monocromática. Mostrarlo, usando papeles de celofán de distintos colores o filtros ópticos.

-
4. Hacer llegar a una superficie blanca (papel o muralla) luz proveniente de fuentes de diferentes colores. Para ello basta colocar tres ampollitas de 40 Watts próximas a un muro blanco o telón de modo que cada una de ellas pueda ser encendida independientemente. Envolver cada ampollita con papel celofán de color verde, rojo y azul. Luego, encender una a una las ampollitas observando la iluminación del telón.

Indicar qué ocurre cuando la luz blanca dispersada por un prisma de caras no paralelas llega a un segundo prisma idéntico al primero, invertido en relación a éste.

-
5. Construir un disco, por ejemplo de cartón, de unos 15 centímetros de diámetro. Trazar varios radios y pintar de distintos colores cada sector del disco: rojo, azul, amarillo, verde etc. Hacer girar muy rápidamente el disco por su eje, observando el color que resulta.

Para hacer girar el disco usar un taladro o un ventilador. También se pueden pintar algunos juguetes infantiles que se caracterizan por girar rápidamente.

Indicar que este experimento fue realizado por primera vez por Isaac Newton, razón por la cual se habla del “disco de Newton”, y que a él corresponde el mérito de haber descrito la dispersión cromática en un prisma por primera vez.

Indicar cuáles son los colores primarios y a qué corresponde el blanco y el negro. Distinguir entre la interpretación óptica de los colores y las técnicas que permiten obtener colores diferentes mezclando pinturas.

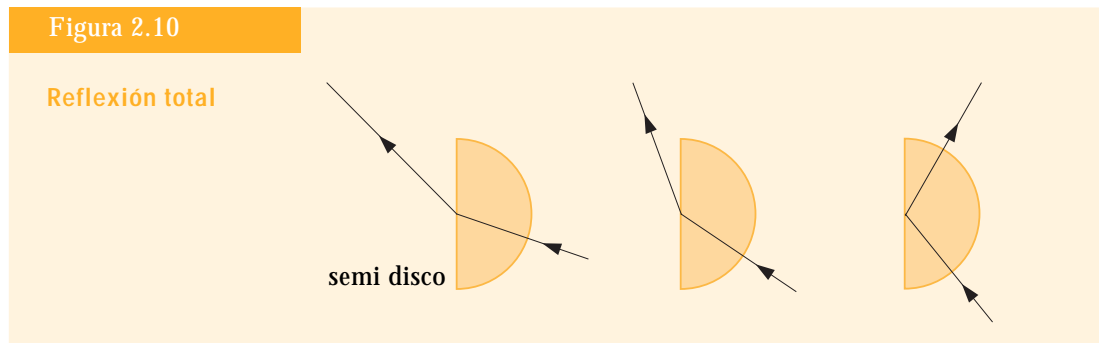
-
6. ● Examinar críticamente la imagen de una pantalla de televisión a color con una lupa o a través de pequeñas gotas de agua en su superficie. Notar que está formada por sólo tres pigmentos: azul, verde y rojo. Comentar que todos los colores se obtienen a partir de ellos.

-
7. ● En relación a los colores, discutir qué ocurre, tanto en la reflexión de la luz por parte de objetos de diferentes colores como en la refracción de la luz en medios refringentes de distintos colores.

Preguntarse de qué color se vería un objeto rojo y azul, si en una pieza oscura se le ilumina con luz monocromática verde. El estudiante deberá comprender que si un objeto se ve, por ejemplo, de color rojo, es porque refleja principalmente luz de este color. Comentar que también refleja luz de los otros colores del espectro óptico, sólo que en menor medida. Asimismo, deberá comprender que otro tanto ocurre con los materiales refringentes de colores. Por ejemplo, un papel celofán rojo deja pasar mayor cantidad de luz roja, pero también transmite los otros colores del espectro, aunque en menor medida.

-
8. Producir un arcoiris lanzando agua muy finamente pulverizada con una manguera de regadío. Observar desde distintos ángulos, discutiendo la trayectoria de la luz cuando se está en la posición en que se observa mejor. Especificar el orden en que se distribuyen los colores en el arcoiris en relación con la posición del Sol.

9. Dirigir un rayo de luz lo más colimado posible, radialmente y hacia el lado curvo de un semi disco de vidrio o acrílico (figura 2.10). Examinar la refracción que se produce en su cara plana cuando la luz pasa del vidrio al aire, para distintos ángulos de incidencia. Medir el ángulo límite para el cual ya no se produce refracción en dicha cara.



10. A través de un prisma de reflexión total observar los objetos que nos rodean, describiendo el camino que sigue la luz.

- Indicar en qué circunstancias se observan generalmente los arcoiris. Destacar la forma que poseen y el modo en que se distribuyen los colores.
- Generar una discusión en torno a la explicación óptica del arcoiris. Analizar en detalle cada hipótesis mediante dibujos u otros medios, discutiendo su eficacia para interpretar el fenómeno. Normalmente habrá que simplificar el problema estudiando lo que ocurre con la luz cuando atraviesa una esfera de agua, como se estudió la descomposición de la luz por un prisma. Guiar con cuidado a los estudiantes, de modo que a través de este ejercicio discutan cómo se trabaja en ciencia.

Se puede aprovechar de describir cómo funcionan los prismáticos y las ventajas que en ellos tiene el uso de los prismas de reflexión total: aumento de la distancia focal en relación al instrumento (que implica mayor aumento) e inversión de la imagen.

Describir cómo se ve desde dentro del agua, por ejemplo en una piscina, cuando se intenta mirar desde escasa profundidad hacia afuera. Esto se puede simular usando un recipiente transparente como por ejemplo una cubeta para ondas (ver Anexo A) o, incluso, con un simple vaso de vidrio lleno con agua.

Si se dispone de un semi disco de vidrio o acrílico y/o un prisma de reflexión total interna, se puede organizar una actividad experimental con una lámina de corcho y alfileres, semejante a las descritas en las actividades de reflexión y refracción de la luz.

Referirse al anillo que algunas veces se forma en torno de la Luna. Indicar bajo qué condiciones atmosféricas se produce, cómo lo ven observadores situados en distintos lugares y compararlo con un arcoiris.

Haciendo uso de simuladores computacionales de óptica pueden reforzarse los conceptos de dispersión cromática y de reflexión total.

La fibra óptica funciona gracias a la reflexión total en sus paredes interiores. Este tema y sus aplicaciones es adecuado para que los estudiantes realicen una búsqueda bibliográfica.

Tópico	Detalle de contenidos
LA DIFRACCIÓN	La luz se desvía al pasar rasante por el borde de un objeto, efecto de pequeña magnitud. Cuando pasa por una rendija muy estrecha el efecto es más notable. Esta propiedad es característica de las ondas y es más notoria si el ancho de la rendija es comparable con la longitud de onda de la luz.
INTERFERENCIA	Las ondas de luz se superponen como las del sonido, formando zonas donde se refuerzan (interferencia constructiva) y zonas donde se anulan (interferencia destructiva). Interferencia debida a una doble rendija.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Realizan y analizan diversas experiencias relativas a los fenómenos de difracción e interferencia en la luz y discuten la naturaleza ondulatoria de la luz.

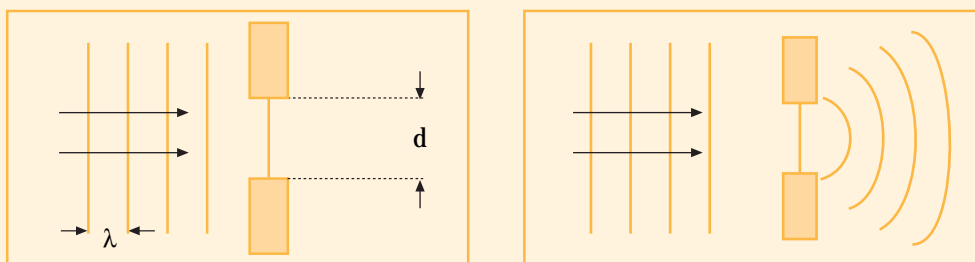
- Describir el comportamiento de una onda al pasar rasante por el borde de un obstáculo, destacando que se forma una sombra y una zona de penumbra. Hacer lo mismo cuando la onda pasa por una rendija.

Denominar difracción a este fenómeno. Compararlo con el comportamiento de pelotas de tenis, en cuyo caso ocurre una sombra de borde nítido, a donde las pelotas no llegan.

2. ● En una cubeta de ondas (ver Anexo A) colocar dos obstáculos de modo que quede una pequeña separación entre ellos. Producir luego una onda que se dirige hacia dicha abertura. Observar y discutir cualitativamente lo que ocurre con la onda después de pasar por ella cuando se varía el espacio entre los obstáculos. Discutir la relación entre la longitud de onda (λ) y el ancho de la abertura (d en la figura 2.11) necesario para que haya difracción.

Figura 2.11

Estudio de la difracción en la cubeta de ondas



En la demostración anterior provocar una discusión en torno a los hechos. Destacar que cuando el tamaño de la abertura es muy grande en relación a la longitud de onda, la difracción es muy poco notoria; cuando el tamaño de la ventana es comparable a la longitud de onda, la difracción es muy acentuada y, cuando el ancho de la ventana es inferior a la longitud de onda, la onda no logra pasar por ella.

3. ● Comparar las longitudes de onda de los sonidos audibles con el ancho de las puertas y ventanas de las habitaciones en que vivimos. Considerando que con las ondas de sonido también ocurre difracción, predecir qué sonidos se difractarán más y cuáles menos al pasar por las aberturas de esas ventanas y puertas.

Indicar situaciones de la vida diaria en que se detecta la difracción de ondas de sonido.

Proporcionar argumentos para definir si el fenómeno de difracción es un fenómeno típicamente ondulatorio.

Mencionar que la luz visible se difracta notablemente al pasar por una rendija no mayor que un millonésimo de metro (micrón) de ancho. Mediante analogías, hacer apreciar cuán chico es ese tamaño. Relacionar esto con la dificultad de observar la difracción de la luz en objetos ordinarios.

4. ● A través de los dedos separados entre sí lo menos posible observar una fuente de luz, de preferencia lineal (un tubo fluorescente o el filamento de una ampolleta). Describir lo observado y reconocer que se produce difracción.

5. Con un alfiler o una aguja hacer un orificio muy pequeño en una lámina delgada de estaño (como las que traen algunos tarros de café en polvo). A través de dicho orificio observar el foco de un poste de alumbrado público distante una o dos cuadras, desde un lugar oscuro durante la noche. Describir lo que se observa y reconocer que se produce difracción.

6. Ennegrecer un trozo de vidrio con la llama de una vela. Una vez que el vidrio se encuentre bien ahumado y no deje pasar nada de luz, practicar en él una línea delgada, con el filo de una hoja de afeitar. Observar a través de dicha ranura diferentes fuentes de luz. Reconocer la difracción de la luz.

De las actividades anteriores se espera concluir que la luz se difracta y que, por tanto, se comporta como una onda. Destacar la importancia de experimentos como los indicados para resolver una controversia como la que se dio en torno a la naturaleza de la luz: si es corpuscular u ondulatoria. Relatar que, si bien hacia el siglo XIX se estableció el comportamiento ondulatorio, en 1905 Albert Einstein resolvió el problema del efecto fotoeléctrico postulando que la luz en ese efecto se comporta como un corpúsculo. Usar este ejemplo para destacar que a la pregunta ¿la luz es onda o corpúsculo?, la evolución del conocimiento sorprendió a todos con la respuesta: frente a algunas circunstancias es onda, frente a otra, partícula.

7. ● Al realizar las observaciones a través de estrechas ranuras, se debe haber notado, además de la difracción, la alternancia de zonas iluminadas y oscuras. Formular hipótesis destinadas a explicar estos hechos.

8. ● Repetir la actividad de ahumar un vidrio con la llama de una vela, pero esta vez trazar dos rayas sobre la superficie con dos hojas de afeitar muy pegadas. Observar a través de la doble ranura que se forman distintas fuentes de luz. Intentar que estas fuentes de luz

sean lineales, como por ejemplo un tubo fluorescente lejano, y alinear la doble ranura con dicha fuente. Reconocer zonas alternativamente oscuras e iluminadas.

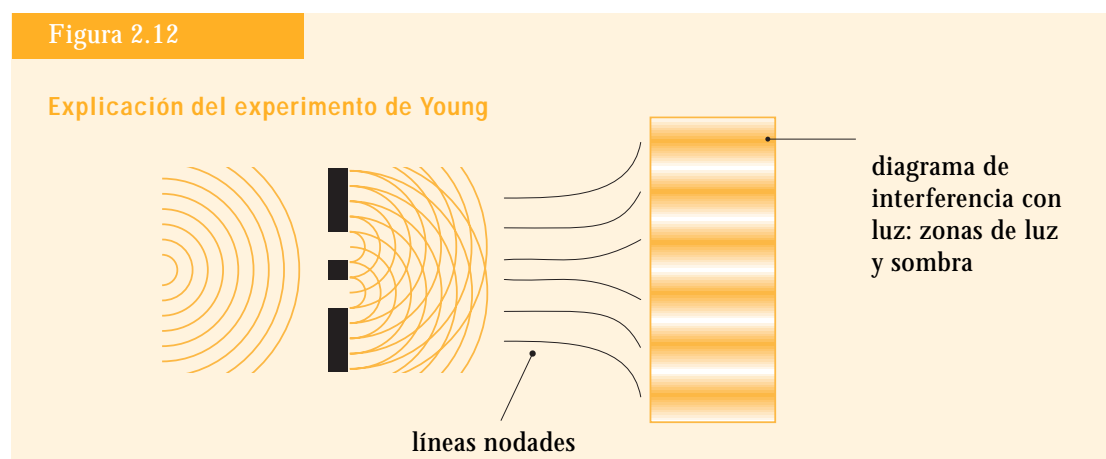
Es conveniente que la experiencia se haga individualmente; en caso que esto no sea posible, hacer circular en la sala el vidrio ahumado para que los alumnos y alumnas observen mientras se desarrolla la discusión acerca de su explicación.

9. ● Formular hipótesis destinadas a explicar la aparición de zonas alternativamente iluminadas y oscuras. Buscar inspiración en las observaciones realizadas en el estudio del sonido.

Recordar que luz y sonido son fenómenos ondulatorios y referirse a zonas donde la suma de las ondas produce una amplitud mayor, y otras en que la amplitud resultante es menor.

Describir de un modo cualitativo y por medio de diagramas o dibujos, el experimento realizado por primera vez en 1801 por el físico inglés Thomas Young, resaltando sólo sus aspectos fundamentales. Es aconsejable compararlo con la interferencia producida en la cubeta de ondas (ver Anexo A) cuando se generan dos ondas periódicas en igual fase (ver figura 2.12) y con las pulsaciones percibidas con dos diapasones. Debe explicarse el hecho de que la doble ranura genera dos fuentes de luz en igual fase y que las zonas de menor intensidad luminosa corresponden a las líneas nodales.

Recordar el debate en torno a los modelos ondulatorios y corpuscular de la luz, y que la observación de interferencia delata sin ambigüedad un comportamiento ondulatorio.



Con la ayuda de un esquema como el de la figura 2.12 indicar, en relación a las longitudes de ondas de la luz, qué diferencia de distancia existe entre cada una de las ranuras y las zonas nodales que se producen en la pantalla. Sugerencia: enumerar las zonas nodales a partir del centro del diagrama de interferencia y hacer el análisis sólo hacia uno de los lados. Notar que el diagrama es simétrico. Indicar cómo debería procederse y qué mediciones deberían realizarse en el experimento de Young para medir las longitudes de ondas de los distintos colores.

Tópico**Detalle de contenidos**

LA HISTORIA DE LAS HIPÓTESIS CORPUSCULAR Y ONDULATORIA **En la historia ha habido un debate acerca de si la luz es una onda o está formada de partículas.**

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Recogen, analizan y discuten información relativa a las hipótesis corpuscular y ondulatoria de la luz.

-
1. Investigar y elaborar un informe sobre las teorías corpusculares y ondulatorias de la luz considerando: las ideas de René Descartes, Isaac Newton, Pierre Fermat y Cristian Huygens, situando cronológica y geográficamente a los científicos mencionados.

Dar a leer a los jóvenes algunos extractos de textos, escogidos por el docente, relativos a este divulgado tema.

-
2. Organizar un debate destinado a analizar los fenómenos estudiados: reflexión, refracción y absorción de la luz desde ambos puntos de vista, es decir, como si la luz estuviera formada por corpúsculos, o bien, si correspondiera a una onda. Proporcionar argumentos en pro y en contra de las hipótesis corpuscular y ondulatoria para la luz.

Tópico	Detalle de contenidos
EL ESPECTRO ÓPTICO Y LOS COLORES	El ojo percibe diferentes longitudes de onda luminosa como diferentes colores. Es sensible al rango entre 0,4 y 0,7 micrones, del color violeta al rojo.
EL ESPECTRO NO VISIBLE	Las longitudes de onda de la luz que distinguimos con la vista forman parte de un continuo que se extiende desde los valores más pequeños de longitud de onda, a los más grandes.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan el espectro óptico (los colores) en el marco de la teoría ondulatoria de la luz.

- Formular hipótesis destinadas a explicar la presencia de colores en el fenómeno de interferencia cuando la fuente es luz blanca. Discutir cómo serían entre sí los diagramas de interferencia en el experimento de Young al realizarlo con luz monocromática roja, verde y azul.

Si se cuenta con los medios, realizar la observación anteponiendo a la doble ranura filtros ópticos contruidos con acrílico de colores o papel celofán. Tener presente que estos filtros ópticos no son muy buenos.

Las ondas viajeras poseen una amplitud de vibración, una frecuencia y una longitud de onda. Recordar las observaciones y contenidos tratados en la unidad 1 (El sonido). Indicar, en el contexto de un modelo ondulatorio para la luz, a cuál o cuáles de estas características corresponden la intensidad de iluminación y los colores que distinguimos en las distintas fuentes de luz. Se espera que los estudiantes reconozcan que diferentes frecuencias y longitudes de ondas se traducen en diferentes colores y que, a mayor amplitud de la vibración, mayor intensidad. Si surge la pregunta acerca de qué es lo que vibra, adelantar que son campos eléctricos y magnéticos que pueden vibrar en el vacío y que forman la onda de luz.

Mostrar un esquema con el espectro óptico, en el cual se muestren los colores, del rojo al violeta, las correspondientes frecuencias asociadas a dichos colores y sus respectivas longitudes de ondas suponiendo que la luz se propaga en el vacío.

-
- Realizar ejercicios destinados a familiarizarse con la relación $c = \lambda f$.

Los problemas pueden estar destinados a calcular una de estas variables dadas las otras dos. Si el curso lo necesita, ejercitar previamente las operaciones de multiplicación y división en notación científica. Sólo usar casos que signifiquen algo en la vida ordinaria de los estudiantes, refiriéndose a colores y asociando valores a situaciones que les resulten familiares y que los hagan reflexionar y apreciar los órdenes de magnitud de sus resultados, sin caer exclusivamente en la operatoria matemática.

-
- Comparar el espectro sonoro y el espectro visible.

INDICACIONES AL DOCENTE

- Señalar el límite superior e inferior de las frecuencias que comprende el espectro óptico, y los colores que corresponden a cada uno. Especular sobre la posible existencia de luz fuera de este rango, los colores que les corresponderían y sobre la posibilidad de observarlos.
- Recordar lo que ocurre con el espectro acústico. Indicar, por ejemplo, que análogamente a lo que ocurre con nuestro sentido de la audición, que no detecta todos los sonidos que pueden producirse en la naturaleza, nuestro sentido de la vista posee una limitación semejante.
- Mostrar un diagrama del espectro electromagnético en que figure el espectro visible, el infrarrojo, el ultravioleta, los rayos X, los rayos gama, las microondas y las ondas radiales. Para el estudiante debe quedar claro que todas estas radiaciones son de la misma naturaleza y que sólo difieren en la frecuencia (o en la longitud de onda). También debe comprender el hecho de que estas radiaciones existen en la naturaleza y están a nuestro alrededor.
- Explicar que el origen de los términos ultravioleta e infrarrojo viene del valor de la frecuencia de la radiación correspondiente.

Señalar ejemplos que prueben que el concepto de opacidad y transparencia de algunos materiales depende del tipo de radiación que intente atravesarlo. En esta actividad se espera que el estudiante advierta que, por ejemplo, la madera, un trozo de plástico e incluso un ladrillo, resultan opacos para la luz visible aunque puedan ser transparentes para los rayos X o las ondas de radio. Es decir, que un mismo material, será atravesado por radiaciones de ciertas longitudes de ondas (o frecuencias) y por otras no.

Tópico	Detalle de contenidos
EL RADAR	El radar es un instrumento que genera y detecta microondas. Aprovechar la reflexión en objetos metálicos de dichas ondas, permite detectar y ubicar objetos, así como determinar la velocidad con que se desplazan, aún en la oscuridad.
EL LÁSER	El láser es una fuente de luz monocromática coherente. Tiene múltiples aplicaciones en medicina, tecnología y ámbito doméstico. Su invención se debe a los avances de física cuántica en el siglo XX

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Describen aplicaciones técnicas que se generan en el comportamiento de la luz.

1. Reflexionar sobre el acto humano ordinario de ver: la luz viene siempre de otra fuente. Comparar con los murciélagos, que emiten ellos mismos ultrasonido y luego de reflejarse éste en los objetos, lo detectan, permitiéndoles “ver” en la oscuridad.

Comentar que el radar (acrónimo de la expresión en inglés radio detecting and ranging) imita, con microondas electromagnéticas, lo que hace el murciélago con ondas de sonido.

Mencionar que típicamente el radar opera en longitudes de onda entre 1 cm (33.000 Mhz) y 1,5 m (200 Mhz), sobre diez mil veces mayor que las longitudes de onda visibles. Sin embargo, también puede operar en el rango de longitudes de onda visibles y otros rangos.

Aprovechando el efecto Doppler, con el radar se puede medir la velocidad con que se aleja o acerca un objeto. Al reflejarse la onda en éste, la luz que emerge lo hace como de una fuente que se mueve y esto cambia la longitud de onda aparente de la onda reflejada. Comparando esta longitud de onda con la de la microonda emitida por el radar se puede entonces obtener la velocidad.

Si se dispone de un radar de policía, demostrar su eficacia para ubicar objetos o medir su velocidad de desplazamiento.

2. Si se dispone de una fuente de luz láser de laboratorio o un puntero láser, realizar las actividades siguientes:
 - a) Comprobar la reflexión de la luz láser en espejos planos y curvos haciendo incidir el rayo en diferentes lugares de ellos y bajo distintos ángulos.

- b) Comprobar la refracción de la luz láser en prismas de caras paralelas, no paralelas y de reflexión total interna.
- c) Comprobar la refracción de la luz láser en lentes convergentes y divergentes, haciendo incidir el rayo en diferentes lugares de las lentes y bajo distintos ángulos.
- d) Comprobar la difracción, haciendo incidir un rayo de luz láser en un cabello o en una delgada ranura. Comprobar la interferencia haciendo incidir el rayo láser en una doble ranura.

■ Es absolutamente necesario que, previamente a la realización de estas actividades, el docente prevenga a los jóvenes del peligro que significa para la vista el recibir la luz directa de un láser, y enfatice la prohibición de dirigir el haz a los ojos de los compañeros de curso.

■ Explicar las características de la luz láser. Para explicar la coherencia y monocromatismo, se puede hacer analogías como la de un coro que canta un sonido puro, o cómo actúa la gente en un estadio de fútbol repleto cuando se convierte un gol (en ninguno de los dos ejemplos el sonido es rigurosamente puro, habiendo más de una frecuencia involucrada).

■ Mencionar el hecho de que un estrecho haz de luz láser prácticamente no se abre o dispersa, aún cuando recorra grandes distancias, propiedad que ha sido usada para conocer la distancia a la Luna midiendo el tiempo que tarda un pulso en ir y volver, como un eco.

■ Explicar en base a un modelo corpuscular de la luz la gran concentración de energía de que es capaz la luz láser, comparándola con la luz normal. Por ejemplo, hacer imaginar a los estudiantes los efectos de millares de pequeños golpecitos que minúsculos cuerpecitos producirán al impactar desordenadamente a un objeto (luz normal) o impactarlo en forma simultánea (luz láser). Discutir qué ocurriría si todos los habitantes del hemisferio sur se ponen de acuerdo para saltar simultáneamente: ¿vibraría la Tierra?

■ Señalar la importancia práctica de la luz láser en la industria, la medicina, la geología, la astronomía, los viajes espaciales.

Señalar que la luz láser, además de poseer todas las propiedades antes indicadas, también experimenta las propiedades generales de la luz; es decir, se refleja, refracta, se difracta e interfiere. La única excepción es la dispersión cromática, debido al hecho de que se trata de luz monocromática.

Describir de un modo general el modo en que se emplean los rayos láser en los lectores ópticos de los discos compactos de música, video y computacionales, señalando la importancia de usar luz láser y no otra.

Tópico	Detalle de contenidos
LA ENERGÍA DE LA LUZ	La luz transporta energía, propiedad que se amplía a toda forma de radiación electromagnética. Esta energía es proporcional a la frecuencia de la luz o radiación.
ESPECTRO DE RADIACIÓN DEL SOL	La energía que nos llega del Sol es máxima en la región visible del espectro electromagnético. La vida vegetal y animal optimiza el aprovechamiento de la luz visible.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan diferentes fenómenos y realizan experiencias para constatar la energía de la luz.

1. ● Confeccionar una lista de experiencias cotidianas que sugieran que la luz transporta energía.

Orientar a los estudiantes para que consideren situaciones como el aumento de temperatura de los objetos situados al Sol, el proceso de fotosíntesis, las calculadoras solares o la energización de las naves espaciales.

Señalar la importancia de la energía solar como fuente de energía calórica y eléctrica y destacar la limpieza ecológica de los métodos de colección de esta forma de energía.

2. ● Empleando una lente convergente (una lupa simple) o un espejo parabólico cóncavo, probar que la luz solar puede ser concentrada al punto de permitir encender una fogata.

Indicar que los restos de botellas de vidrio son peligrosos en las zonas boscosas debido a que constituyen una causa de incendios forestales.

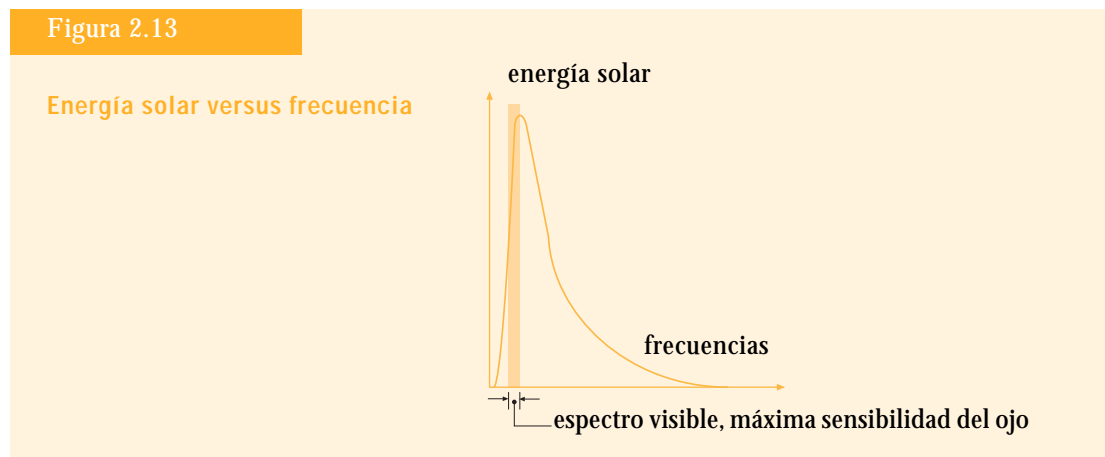
3. Construir con pequeños trozos de espejos planos un concentrador parabólico de energía solar. Diseñar (y construir) una cocina solar, indicando el modo en que debe usarse (especialmente la elección de su orientación más apropiada).

Mencionar que en ciertas circunstancias un haz de luz se comporta como un chorro de partículas o “cuantos” llamados fotones, y que su energía crece con la frecuencia. Referir esta propiedad al espectro visible y al electromagnético en general.

Mencionar que la energía de los fotones obedece a la relación: $E = h f$, donde $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s es la llamada constante de Planck y f es la frecuencia. Dar ejemplos usando esta relación.

4. Interpretar en un gráfico como el de la figura 2.13 la forma aproximada como se distribuye la energía electromagnética que nos llega del Sol.

Figura 2.13



- Destacar que la máxima intensidad de la luz solar está en la zona visible, y que los organismos vivos están adaptados a esta circunstancia. En particular, el ojo ve sólo en esta zona, y la fotosíntesis, que incorpora energía a las plantas a través de sus hojas, también ocurre en esta zona.

Mencionar distintas formas de energía que las personas usamos y señalar su origen. Destacar que la luz es una de ellas. Vincular algunas de estas formas a transformaciones de la energía solar, como por ejemplo: el calor del fuego proviene de la energía química de la leña, que proviene de árboles que crecen gracias a la energía del Sol captada a través de la fotosíntesis. Comentar la cadena alimenticia, el origen del petróleo, el origen de los vientos, etc.

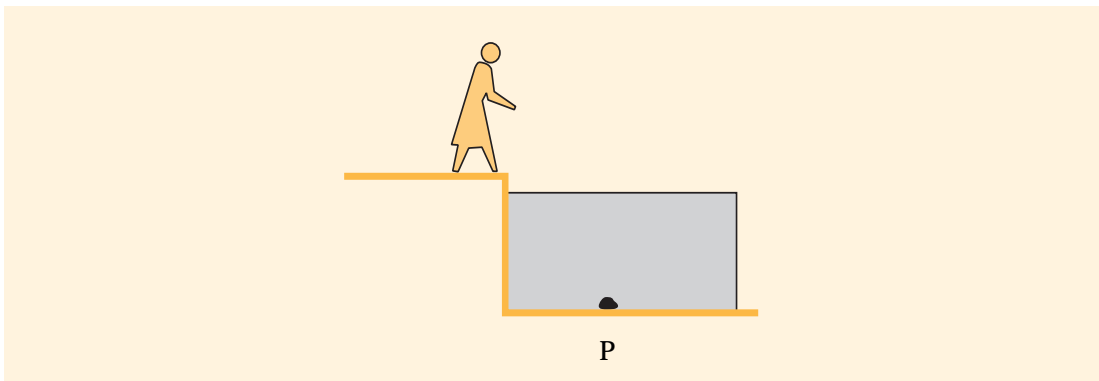
Mencionar que el Sol también emite en el espectro infrarrojo y el ultravioleta, aunque con menor intensidad que en el visible. La radiación ultravioleta, dañina para algunos organismos vivos, es absorbida por la capa de ozono en la atmósfera y llega muy disminuida a la superficie terrestre.

Ejemplos de actividades y problemas para la evaluación

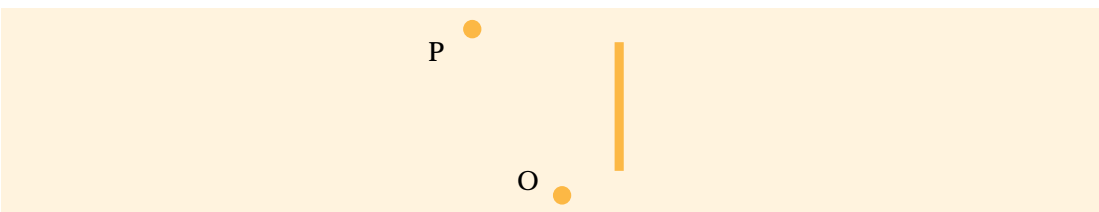
- 1) La lista de situaciones descritas en el cuadro se refieren a fenómenos luminosos. Señale el(los) nombre(s) de los fenómenos involucrados en ellas:

Situación	Fenómeno
Mirarse en un espejo	
Descomponer la luz blanca con un prisma	
Luz blanca que pasa a través de un papel celofán rojo	
Observar el fondo de una piscina	

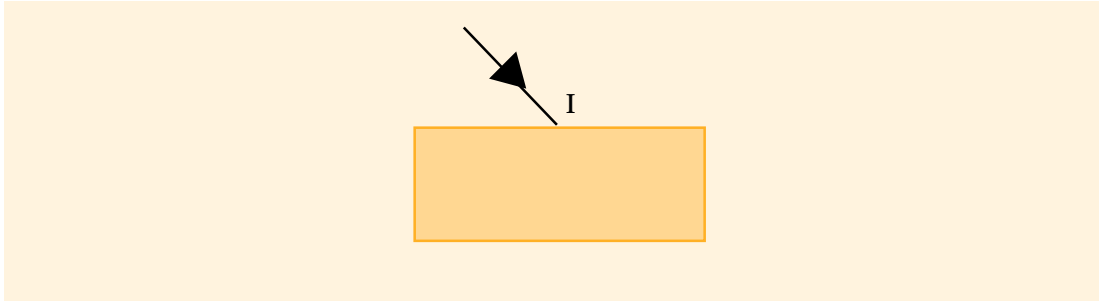
2. Un estudiante observa una piedra en el fondo de una piscina. Dibuje la trayectoria que sigue uno de los rayos que permiten al observador ver la piedra, señalando claramente el rayo incidente y el refractado.



3. La línea de la derecha representa un espejo. Dibuje cuidadosamente la trayectoria del rayo luminoso que partiendo de O, incide en el espejo y se refleja pasando por P.



4. El rayo i , que se propaga por el aire, incide sobre la superficie de un prisma de cristal y de caras paralelas. Dibuje la continuación del rayo hasta que emerge del prisma.



5. Describa en forma breve un método experimental para demostrar:

a) la dispersión cromática de la luz

Área de respuesta para la dispersión cromática de la luz.

b) la difracción de la luz

Área de respuesta para la difracción de la luz.

c) la interferencia luminosa

Área de respuesta para la interferencia luminosa.

6. De acuerdo con lo estudiado, señale dos (a, b) situaciones prácticas en las que se aplican:

Espejos convergentes	a) _____
_____	b) _____
Lentes convergentes	a) _____
_____	b) _____

7. En circunstancias muy especiales se puede observar que:

luz + luz = luz

luz + luz = oscuridad

Explique esta aparente paradoja.

INDICACIÓN AL DOCENTE: las siguientes preguntas las puede responder el estudiante aplicando los aprendizajes logrados en la clase, a modo de un pequeño proyecto para desarrollar, ya sea en el colegio o en la casa.

8. Observe atentamente con una lupa un punto de la pantalla de un televisor (si no tiene lupa, coloque una gota de agua en la pantalla). ¿Qué colores componen dicho punto? Explique el motivo del uso de esos colores.

9. Es peligroso asolearse los días con sol, pero también se puede insolar una persona que está en la playa un día nublado. Infórmese y explique el motivo de ese hecho y además averigüe las diferencias entre un filtro y un bronceador solar.

10. Cuando en las tiendas de ropa hay luz fluorescente, es conveniente ver las prendas a la luz del Sol. ¿Es esto razonable? Fundamente.

11. Analice las similitudes y diferencias entre una cámara fotográfica o de video y el ojo humano, desde el punto de vista óptico.



Unidad 3

La electricidad

Contenidos

1. Carga y corriente eléctrica
 - a. La presencia de la electricidad en el entorno: la casa, el pueblo, la ciudad. Debate sobre su importancia en la vida moderna.
 - b. Carga eléctrica: separación de cargas por fricción. Atracción y repulsión entre cargas.
 - c. Corriente eléctrica: la electricidad como un flujo de carga eléctrica, usualmente electrones. Distinción cualitativa entre corriente continua y corriente alterna.
 - d. Obtención experimental de la relación entre resistencia, voltaje e intensidad de corriente, teniendo presente errores en la medición. Su representación gráfica y expresión matemática. Resistencia eléctrica. Discusión elemental acerca de su origen en metales, sobre la base de una descripción elemental de su estructura atómica.
 - e. Componentes y funciones de la instalación eléctrica doméstica: alambres, aislantes, conexión a tierra, fusibles, interruptores, enchufes.

2. Magnetismo y fuerza magnética
 - a. Magnetismo natural. La electricidad como fuente de magnetismo. Demostración experimental de que un alambre recto que porta corriente eléctrica produce un campo magnético.
 - b. Fuerza magnética sobre un conductor que porte corriente eléctrica: el motor eléctrico de corriente continua.
 - c. Observación y caracterización de los efectos del movimiento relativo entre una espira y un imán: el generador eléctrico.
 - d. Realización de un proyecto que ilustre los principios de artefactos eléctricos, como la construcción de un electroimán, un motor, un circuito simple, etc.

3. Energía eléctrica

- a. Potencia eléctrica en los utensilios domésticos. Manejo de la relación elemental entre corriente, potencia y voltaje en situaciones como el cálculo del consumo doméstico de energía eléctrica. Apreciación de la capacidad de la física de obtener resultados útiles a través de fórmulas matemáticas elementales.
- b. Descripción de la generación de energía eléctrica por métodos tales como los hidráulicos, térmicos, eólicos, químicos, fotoeléctricos.
- c. Contexto histórico en que se descubrieron los fenómenos asociados a la electricidad y el magnetismo a través de figuras tales como André Ampere, Michael Faraday, James Watt, James Maxwell, Joseph Thomson, etc.

Aprendizajes esperados

Al completar la unidad, alumnos y alumnas:

- conocen la importancia de la electricidad en la vida moderna;
- incorporan el concepto de error en la medición de magnitudes físicas (por ejemplo, a través de la medición de corrientes y voltajes);
- reconocen la posibilidad de unificar las causas de fenómenos aparentemente inconexos (por ejemplo, electricidad y magnetismo como efectos de una misma propiedad: la carga eléctrica);
- manejan relaciones matemáticas sencillas para obtener resultados numéricos de magnitudes relevantes (por ejemplo, la relación entre potencia, corriente eléctrica y voltaje);
- reconocen que una misma magnitud puede manifestarse en formas diferentes en la naturaleza (por ejemplo, la energía);
- ubican el desarrollo de la electricidad y el magnetismo en su contexto histórico, valorando la contribución de diversas personas.

Orientaciones didácticas

Esta unidad está organizada en torno a tres temas: carga y corriente eléctrica, magnetismo y fuerza magnética y energía eléctrica.

Los temas tratados introducen en forma elemental conceptos básicos de una de las ramas más hermosas y eficaces de la física: el electromagnetismo. Su riqueza radica tanto en el esquema conceptual, como en la preponderancia de sus aplicaciones en la vida moderna. También se presta para ilustrar a través de anécdotas históricas cómo se va construyendo la ciencia en el tiempo.

Es importante que los alumnos y alumnas lleguen a un manejo de conceptos y modelos científicos, tanto en forma cuantitativa como cualitativa; que logren comprender y manejar relaciones entre magnitudes físicas y apreciar las matemáticas como una poderosa herramienta. La corriente eléctrica, potencial eléctrico e intensidad de corriente, resistencia eléctrica, potencia, la fuerza magnética, relaciones entre corriente y magnetismo, etc. constituyen ejemplos adecuados. No se trata de aprendizajes de memoria, sin sentido, sino que debieran ser el producto de un proceso de experimentación, análisis, discusión; en síntesis, de un quehacer científico.

El desarrollo de las capacidades de observación, de formulación de hipótesis, de planificación y posterior verificación experimental se puede apoyar en situaciones experimentales simples de electricidad estática e interacciones entre imanes, como también en aquellas relativas a los efectos magnéticos de la corriente eléctrica. El conocimiento y análisis de los distintos componentes eléctricos y electrónicos que suelen rodearnos, así como el significado de los elementos de seguridad de las instalaciones eléctricas y la comprensión e identificación de las situaciones que implican peligro para las personas, conducen al desarrollo en los estudiantes de conductas de prevención de riesgos. La observación, análisis y construcción de circuitos eléctricos como el de una linterna o el domiciliario, el de un motor eléctrico y una dinamo, parlantes, electroimanes, etc. y los temas propuestos en el proyecto al final, posibilitan la aplicación de conocimientos con fines prácticos y apoyan el desarrollo de una valoración de quienes se dedican a las ciencias o desarrollan trabajos técnicos.

1. Carga y corriente eléctrica

Tópico	Detalle de contenidos
LA ELECTRICIDAD Y SU IMPACTO	Desde que el hombre comienza a dominar la electricidad se suceden una serie de descubrimientos científicos e inventos que hacen a nuestra civilización dependiente de ella. Ha tenido gran impacto en el hogar, la industria, el comercio, el transporte, las comunicaciones.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan la importancia de la electricidad en nuestra sociedad y valoran el impacto que ella a tenido en nuestro entorno.

1. Hacer una lista de artefactos que funcionen con electricidad y clasificarlos según el modo en que se abastecen de energía eléctrica. Red de iluminación pública, red domiciliaria: refrigerador, televisor; pilas y baterías: equipo personal, diversos juegos, linternas, motores de partida de automóviles; celdas solares: algunas calculadoras, satélites y naves espaciales.
2. ● Analizar el impacto que han producido en la vida de las personas inventos que funcionan con electricidad, tales como la luz eléctrica, la telegrafía, el motor eléctrico y la dinamo, la radio, la grabación magnetofónica, la televisión, la computadora, el transistor, el circuito integrado.

Provocar un debate en torno a la importancia de la electricidad para la vida moderna. Para motivarlo, se puede poner en discusión los efectos de un prolongado “apagón” en un pueblo o ciudad, indicando cómo afectaría a los servicios, las fuentes productivas (fábricas, agricultura), la seguridad, la salud, etc., y la vida doméstica de las personas. Esta actividad se puede coordinar con un profesor o profesora del sector Historia y Ciencias Sociales.

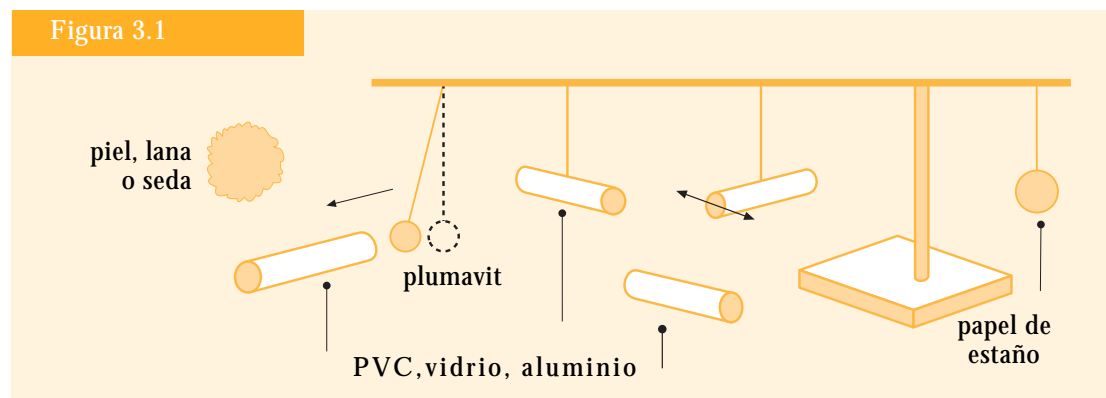
Tópico	Detalle de contenidos
ELECTRIZACIÓN POR FROTAMIENTO	Al frotar entre sí objetos de distinto material, algunos adquieren la propiedad de atraerse o repelerse entre sí debido a que se cargan eléctricamente o electrizan. Cuando no presentan esta propiedad se dice que están eléctricamente neutros.
CARGA POSITIVA Y NEGATIVA	En la materia hay carga eléctrica de dos tipos, positiva y negativa. Dos objetos con carga del mismo tipo se repelen y dos con carga de distinto tipo, se atraen. La magnitud de la interacción disminuye con la distancia.
EL ELECTRÓN COMO PARTÍCULA ELEMENTAL CARGADA ELÉCTRICAMENTE	La materia que nos rodea está formada por átomos, y éstos por cargas eléctricas separables. La más móvil, el electrón, es una partícula indivisible o elemental.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Experimentan y constatan el fenómeno de electrización por frotamiento. Describen y analizan las interacciones entre cuerpos cargados.

- De un soporte horizontal, colgar mediante hilos algunos objetos muy livianos (esferitas y varillas) de diferentes materiales (plumavit, el interior de un palo de hortensia, plástico PVC, vidrio, aluminio, etc.). Frotar un juego similar de objetos con piel de animal, lana, seda u otro paño y aproximarlos a los cuerpos que cuelgan, observando la atracción que se produce entre ellos. Repetir la operación frotando también los cuerpos colgados, observando ahora que mientras unos se atraen, otros se repelen (ver figura 3.1).

Figura 3.1

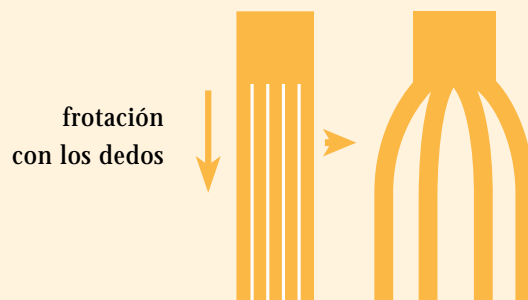


Es importante distinguir entre los objetos que responden y los que no. Por ejemplo, al frotar un objeto metálico con las manos y acercarlo a otro similar que cuelga no se apreciará ni atracción ni repulsión.

Mencionar que se llama **electrización** al fenómeno que les ocurre a los objetos que se frotran. Aclarar que normalmente la materia no está electrizada, y que la capacidad de electrizarse depende fuertemente de los materiales que se frotran entre sí.

2. ● Pasarse una peineta por el pelo bien seco o frotarla con un paño y acercarla a pequeños trozos de papel, tiza molida e incluso, polvo metálico observando lo que ocurre. Comprobar que sucede lo mismo si la peineta o un trozo de plástico se frota con lana, de preferencia acrílica.
3. Frotar con un paño bombillas de plástico, de las que se usan para tomar bebidas. Observar que se pegan fácilmente en los muros, pizarrones, vidrios, etc.
4. ● Aproximar un cuerpo previamente frotado a un delgado "hilo de agua" que cae de una llave. Observar que este último se desvía.
5. ● Dividir en dos o más partes un trozo de teflón de gasfiter. Frotarlo suavemente con los dedos y observar cómo se abren (repelen) las hilachas que cuelgan de él (ver figura 3.2). A falta de teflón se puede hacer la experiencia con tiras de una bolsa de polietileno o plástico lo más delgado posible, como el que se usa para envolver.

Figura 3.2



Después de realizar una serie de demostraciones y experimentos como los descritos en las actividades anteriores, proceder a ordenar las observaciones con el propósito de extraer algunas conclusiones. Lo principal es que hay una propiedad, la carga eléctrica, que adquieren los objetos al ser frotados y que ella se manifiesta en la aparición de una fuerza, la fuerza eléctrica, la que es, en algunos casos, de atracción y, en otros, de repulsión. Es una de las cuatro fuerzas fundamentales que hay en la naturaleza, aparte de la fuerte, la débil y la gravitacional.

Para explicar la diferencia entre los dos tipos de electricidad e introducir la nomenclatura de carga positiva y carga negativa, conviene apoyarse en las actividades descritas u otras experiencias.

Resolver problemas del tipo, “Se tienen tres cuerpos cargados eléctricamente: A, B y C. Se observa que interactúan eléctricamente del siguiente modo: A y B se atraen, B y C se repelen. ¿Qué se observará al aproximar A a C?”

-
6. Si se dispone de un generador de Van de Graaff, electrizar distintos objetos y luego descargarlos observando las chispas que se producen. Electrizar a un estudiante de pie sobre una plancha de plumavit observando lo que ocurre con su pelo.

Si se pone mucha atención en algunos de los experimentos realizados, se reconocerá que se produce una minúscula chispa cuando un cuerpo que ha sido electrizado se aproxima a otro. Inducir a los estudiantes a reflexionar acerca de si los rayos que se observan en las tormentas corresponden a este tipo de fenómeno.

Analizar situaciones de la vida diaria en que se producen fenómenos similares a los observados en la clase. Por ejemplo, recordar los chasquidos y chispas, visibles en la oscuridad, que suelen ocurrir cuando uno se saca rápidamente una blusa o polera; la descarga que recibimos al bajarnos de algunos vehículos después de haber viajado en ellos; lo que se siente y observa al aproximar nuestro brazo, pelusas o hilos de coser a la pantalla de un televisor en funcionamiento, etc. Provocar una discusión acerca de la interpretación de estos fenómenos.

-
7. ● Mediante un electroscopio, identificar cuerpos previamente electrizados. Cargarlo eléctricamente con uno de éstos y luego descargarlo tocándolo con un dedo, tocándolo con alambres de cobre, etc. Discutir posibles explicaciones de la descarga.

INDICACIONES AL DOCENTE

- Las actividades propuestas requieren, en general, de un ambiente de trabajo seco y limpio. Conviene secar los elementos que se utilizarán por medio de una estufa o al sol, y no borrar el pizarrón ni barrer la sala inmediatamente antes de realizar los experimentos.
- Acercando un objeto electrizado a otro, mostrar cualitativamente que la magnitud de la atracción o repulsión eléctrica depende de la distancia entre los objetos cargados.

En algunos videos educacionales se muestran interesantes experimentos de electricidad estática con los cuales se pueden reforzar los temas tratados. También puede resultar adecuado visitar un museo de ciencias.

- Es importante que el estudiante observe cuidadosamente los experimentos y reconozca situaciones en las que ha observado efectos similares. No es necesario en esta parte explicar en detalle lo que ocurre.

Explicar el significado, valor e importancia de usar modelos elaborados a partir de observaciones simples.

8. ● Actividad de síntesis

Es importante, por medio de una exposición, hacer una síntesis en la cual se puedan explicar los fenómenos eléctricos recurriendo al modelo atómico en que el electrón, partícula elemental cargada eléctricamente, desempeña una función fundamental.

INDICACIONES AL DOCENTE

- En diálogo con los estudiantes, elaborar un modelo eléctrico simple para la materia que explique lo observado hasta el momento y que considere los siguientes aspectos. La materia estaría constituida por pequeños objetos electrizados, es decir, minúsculas cargas eléctricas. Ordinariamente hay igual número de cargas positivas y negativas, constituyendo los cuerpos eléctricamente neutros. Al frotar dos cuerpos se rompe este equilibrio, pasando algunas de ellas de uno al otro y constituyendo así cuerpos electrizados.

- Introducir el electrón como el portador de carga negativa en la materia ordinaria. Destacar su pequeñez, mencionando, por ejemplo, que en un grano de sal hay unos cien trillones de electrones. Destacar, también, que es una partícula “elemental”, que no se puede subdividir.

- Hacer referencias históricas para introducir el coulomb (C) como unidad de carga.

Mencionar que la eficiencia y rapidez de muchos de los dispositivos electrónicos se fundamenta en la gran cantidad de electrones que hay en cada pedazo de materia y en que, por ser tan poco masivos, reaccionan muy rápidamente frente a pequeños “estímulos”. La habilidad de lograr que los electrones realicen ciertos movimientos y no otros constituye la base de la electricidad y de la electrónica como tecnologías.

Con un modelo eléctrico de la materia como el previamente sugerido, introducir el efecto de polarización eléctrica en un objeto. Explicar por qué un cuerpo electrizado atrae a uno eléctricamente neutro. Usar el modelo para explicar otros efectos observados o mencionados con anterioridad.

Si se experimentó con un electroscopio, observar sus partes y explicar cómo funciona. Reconocer en él una manera eficiente de detectar cuerpos electrizados. Lo mismo si se utilizó un observador Van de Graaff.

Enunciar el principio de conservación de la carga: la carga no se crea ni destruye. En todos los procesos conocidos hasta hoy se conserva la carga total. Indicar cómo esto ha estado presente en la explicación de los fenómenos eléctricos estudiados.

Tópico	Detalle de contenidos
CORRIENTE ELÉCTRICA	Cuando las cargas eléctricas se mueven, se crea una corriente de carga o corriente eléctrica. Distinción entre corriente continua y alterna. Sus fuentes.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Describen y analizan las diferencias entre electricidad estática y corriente eléctrica, distinguiendo entre corriente continua y corriente alterna.

- Hacer un dibujo que ilustre la fuente de energía eléctrica (por ejemplo, una batería eléctrica), un dispositivo eléctrico o electrónico (por ejemplo, una ampolleta, un televisor), los cables que los conectan y un interruptor. Indicar en el dibujo la función del generador, los cables conectores y el interruptor, destacando que no importa el lugar del circuito en que se encuentre. Utilizar una simbología para representar al generador eléctrico, los cables o alambres, el dispositivo y el interruptor eléctrico (ver figura 3.4) y realizar el correspondiente esquema que represente al circuito, que se denomina "circuito simple".
- Justificar el por qué se habla de circuito.
 - Hacer una distinción entre carga estática en un cuerpo y corriente eléctrica. Señalar que, en los experimentos anteriores, la carga en los objetos estaba prácticamente en reposo; y que, en cambio, lo que hace funcionar una radio, ampolleta o motor eléctrico, son cargas eléctricas que se mueven en ellos y en los cables que los conectan a la fuente de energía eléctrica.

- Explicar que los generadores de energía eléctrica (una central hidroeléctrica, una pila eléctrica o una dinamo) básicamente separan espacialmente cargas eléctricas.

Explicar que el movimiento de las cargas eléctricas se produce en todas las partes del circuito y esto se debe al principio de conservación de la carga.

Definir un sentido para la corriente eléctrica; por ejemplo, de positivo a negativo.

- Señalar las diferencias entre corriente continua (CC) y corriente alterna (CA). Destacar a las pilas y baterías como ejemplos de generadores de corriente continua, y a la red domiciliaria como fuente de corriente alterna. Dibujar la curva sinusoidal de la corriente alterna que pasa por una sección del alambre de una lámpara doméstica.

-
2. ● Describir el circuito eléctrico del que forma parte la ampolleta de una lámpara de la sala de clases o de la casa.

-
3. Si se dispone de un diodo rectificador (de 1000 V y 1 A), mostrar lo que ocurre al incluirlo en un circuito, que incluya una ampolleta, primero de corriente continua y luego de corriente alterna. En el primer caso, invertirlo para demostrar que en un sentido conduce corriente y en el otro no. En el segundo caso, usando una ampolleta de 25 W o menos y 220 V distinguir su parpadeo y el hecho que éste no se modifica si el diodo se invierte.

Si se explica que el diodo permite el movimiento de las cargas en un sólo sentido, los estudiantes comprenderán fácilmente la diferencia entre ambos tipos de corriente.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Por los riesgos que implica el trabajar con la tensión de la red es recomendable que el docente haga la experiencia de corriente alterna como una demostración.
- Comentar que en un alambre son los electrones los que se mueven, manteniéndose fija la carga positiva. Destacar que en cada punto del alambre hay neutralidad de carga aunque haya carga en movimiento.

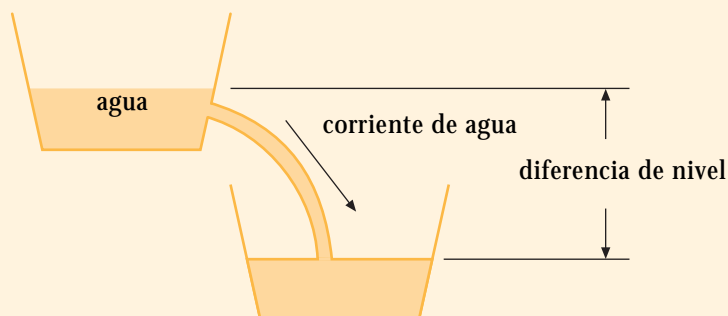
Tópico	Detalle de contenidos
DIFERENCIA DE POTENCIAL ELÉCTRICO O VOLTAJE	Para medir la tensión generada entre cargas eléctricas separadas se usa el voltaje o diferencia de potencial eléctrico. Cuando hay una diferencia de potencial entre los extremos de un alambre, fluye corriente eléctrica, que busca neutralizar las cargas separadas.
INTENSIDAD DE CORRIENTE	La corriente eléctrica se mide en ampere. Corresponde al paso de un coulomb de carga cada segundo.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Explican de un modo cualitativo los conceptos de diferencia de potencial, intensidad de corriente eléctrica y el significado de sus unidades.

- Describir y analizar el fenómeno que se muestra en el dibujo.

Figura 3.3



El dibujo propone una analogía útil para explicar la diferencia de potencial eléctrico. Hacer la analogía con los polos de una pila o batería e indicar que en su interior ocurren reacciones químicas cuyo efecto es separar cargas eléctricas concentrándolas en estos polos, creando una “tensión” entre ellas, la que puede descargarse a través de un alambre. El potencial eléctrico mide cuán grande es esta tensión, cuánta carga se separó y la forma en que está distribuida.

Indicar cuál es el sentido del movimiento de las cargas positivas o negativas en el proceso de descarga, y cuál es el que se requiere en el proceso de carga.

Destacar que la unidad con que se mide la tensión eléctrica es el volt. Definirlo.

2. Construir y analizar un gráfico que represente un voltaje continuo y uno alterno en función del tiempo.

Señalar que en Chile el voltaje efectivo en la red domiciliaria es de 220 V a una frecuencia de 50 Hz y que en algunos países la tensión efectiva de la red es de 110 volts a 60 Hz.

3. Describir y/o mostrar algunos generadores eléctricos (pilas, baterías, dinamos, etc.) y utilizar una simbología para representarlos (figura 3.4). Discutir la importancia de diferenciar a los que proporcionan corriente alterna (CA) y continua (CC).

Introducir el concepto de intensidad de corriente eléctrica por medio de un modelo, como por ejemplo una carretera por la que viajan vehículos en un sólo sentido. Simplemente contando cuántos vehículos pasan por una ralla en el pavimento cada cierto tiempo (un minuto, una hora, etc.) se puede establecer una medida de la “corriente” vehicular. Se puede entonces definir una intensidad de tráfico I_T como el cociente:

$$I_T = \frac{N^{\circ} \text{ de vehículos}}{\text{unidad de tiempo}}$$

Comparando con electrones en un alambre, señalar a qué corresponde la carretera y a qué corresponden los vehículos.

$$I = \frac{\text{cantidad de carga}}{\text{unidad de tiempo}}$$

Indicar que la unidad de corriente eléctrica es el ampere (A).

Comentar que en los circuitos domésticos la corriente que fluye típicamente es del orden de un ampere, aunque depende de los artefactos que estén encendidos. Usualmente el máximo tolerado por los fusibles es de 10 amperes.

Resulta interesante establecer una analogía entre el flujo de agua en una cañería o manguera de agua y la corriente eléctrica por un alambre.

Discutir qué factores determinan el flujo del caudal de un río: ancho y profundidad del río, desnivel del terreno. Establecer una analogía con la corriente eléctrica.

Tópico	Detalle de contenidos
LEY DE OHM	Medición de voltajes y corrientes. Concepto de incerteza en los resultados de una medición y su estimación. Verificación experimental de la ley de Ohm.

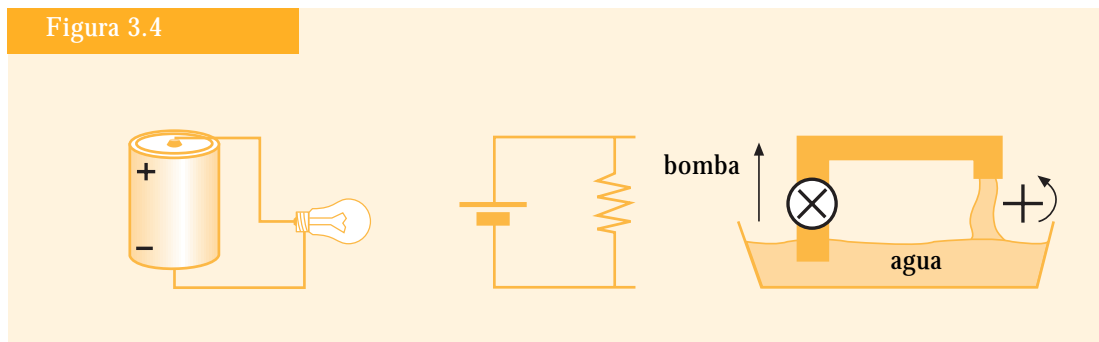
Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Verifican experimentalmente la Ley de Ohm y la aplican a circuitos eléctricos simples.

- Construir un circuito simple cualquiera cuyo funcionamiento se pueda observar. Representarlo esquemáticamente y compararlo con un circuito de agua estableciendo las analogías correspondientes.

Una figura como la 3.4 puede ayudar a este propósito.

Figura 3.4



Mostrar un voltímetro y un amperímetro. Introducir un símbolo para representarlos gráficamente (figura 3.4 y Anexo C). Mostrar, en la práctica y en un esquema, el modo en que se los debe conectar para efectuar mediciones correctas y no dañarlos (polaridad, conexión en paralelo del voltímetro y en serie del amperímetro, etc.). Si son analógicos, indicar cómo se calibran (aguja en cero) y cómo son sus escalas (límites). Mostrar cómo se los debe mirar para leer correctamente lo que indican y, si tienen espejo, explicar cuál es su utilidad. Señalar y respetar el convenio de colores para la polaridad:

rojo = positivo negro = negativo

Si se cuenta con un probador eléctrico múltiple (un multímetro), agregar a las indicaciones del punto anterior la forma de seleccionar el instrumento, voltímetro o amperímetro, moviendo un conmutador. Señalar las escalas que posee y el modo en que se leen. Si posee escalas para corrientes alternas, indicar que la polaridad en ellas es indiferente.

2. ● Demostrar o probar que la diferencia de potencial entre dos puntos de un mismo hilo conductor de cobre que une la pila con la ampolleta es prácticamente cero. Probarlo experimentalmente con un voltímetro.
3. a) Armar un circuito simple que contenga un elemento resistivo cualquiera. Aplicarle un voltaje variable y medir las intensidades de corriente que circulan por él.

Como elemento resistivo puede usarse una ampolleta para 220 V, un hilo de niquelina o nicrom de unos cuantos metros de longitud (si se enrolla debe observarse que las espiras no se toquen), un fragmento de filamento de estufa o secador de pelo eléctrico que esté descompuesto, la mina de un lápiz grafito, etc. También puede emplearse un resistor calibrado de los que se usan en electrónica, pero el experimento perderá su atractivo.

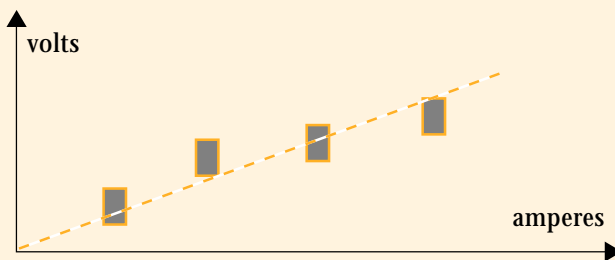
Para aplicar el voltaje variable es recomendable una fuente de poder regulable que proporcione tensiones entre 0 y 20 V a una corriente de 3 a 5 A. Experimentando entre estos rangos con una mina de grafito se observan, además, bastante bien los efectos térmicos de la corriente eléctrica. Si se dispone de un reóstato adecuado, puede emplearse como fuente de energía eléctrica una batería de automóvil. También pueden emplearse un conjunto de pilas de 1,5 V, de preferencia tamaño D, o baterías de 9 V, siempre que se encuentren en buen estado. Conectándolas en serie y variando su número se obtendrá una serie de voltajes conocidos.

- b) Anotar en una tabla con valores como la siguiente las distintas intensidades de corriente para distintos voltajes aplicados, indicando la incerteza para ambas mediciones.

Voltaje: \pm _____ V	Intensidad de corriente: \pm _____ A

- c) Hacer un gráfico V versus I con estos datos, en que figuren las incertezas y analizarlo. Utilizar opcionalmente en este estudio un software de gráficos (planilla de cálculo).

Figura 3.5



Buscando la línea que mejor se ajusta a los datos, normalmente se obtendrá una recta que pasa por el origen. Trazarla con una regla y hacer ver que la linealidad de la función que relaciona V e I implica que (ley de Ohm),

$$\frac{V}{I} = \text{constante}$$

La constante se llama “resistencia” del dispositivo y la unidad en que queda expresada (volt/ampere) se llama ohm (Ω).

Señalar que la corriente que circula por un circuito dado en general no depende del generador sino más bien del dispositivo que se conecte a él. Ejemplificar esto mostrando experimentalmente que entre dos ampollas de distinto wataje conectadas a la red (220 V) circula más corriente por aquella que ilumina más (menor resistencia).

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Indicar que a toda medición se asocia un cierto grado de incerteza relacionada con el instrumento utilizado y con la precisión de la lectura que se haga. Ilustrarlo con las medidas de longitud mediante una regla, temperaturas con un termómetro ordinario de mercurio, etc. En el caso de los instrumentos digitales corresponde usualmente al último dígito que entregan.
- Adoptar un criterio para definir la incerteza, como por ejemplo, la mitad de la menor escala del instrumento. Indicar que puede tenerse presente anotando el resultado de medir la magnitud A como $a \pm \Delta a$, en que “a” corresponde al valor de la medición y “ Δa ” su incerteza.

Si se posee un osciloscopio o un software con su correspondiente interface que lo simule, mostrar corrientes continuas y alternas de diferentes formas. Señalar que una corriente alterna no necesariamente es sinusoidal y que una corriente continua no necesariamente implica voltaje constante en el tiempo. Señalar que un osciloscopio es un voltímetro muy rápido.

Tópico	Detalle de contenidos
RESISTENCIA ELÉCTRICA	La resistencia eléctrica de un objeto depende del material de que está hecho y de su temperatura. Ella puede variar enormemente de un material a otro. Materiales conductores y aisladores.
RESISTENCIA Y ESTRUCTURA ATÓMICA DE LA MATERIA	La resistencia eléctrica de los materiales sólidos tiene su origen en choques de los electrones con átomos que vibran, dificultando su libre tránsito.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Constatan que la resistencia eléctrica depende del material y de la temperatura. Distinguen entre conductores y aisladores y explican su origen sobre la base de una descripción elemental de la estructura atómica.

- Analizar cómo funciona la ampolleta eléctrica. Al hacer circular una corriente eléctrica por su filamento de tungsteno (o volframio), un material tres veces más resistivo que el cobre, su temperatura aumenta hasta ponerse incandescente e iluminar.
- Observar una estufa eléctrica de filamento u otro dispositivo equivalente, medir su resistencia eléctrica y explicar cómo funciona. Introducir una simbología para representar gráficamente el dispositivo resistor y los hilos que se usan como conectores eléctricos (ver Anexo C).
- Verificar que distintos materiales presentan diferentes valores de resistencia eléctrica. Por ejemplo, una mina de grafito es unas dos mil veces más resistiva que un alambre de cobre de las mismas dimensiones, una fibra de vidrio es unos cien trillones de veces más resistivo que el cobre, etc. Distinguir entre materiales conductores y aisladores.

Señalar que la loza es un buen aislador, razón por la cual se la utiliza en las torres de alta tensión y en postes de alumbrado público; que nuestras células tienen gran cantidad de agua y sales disueltas

en ella, por lo que somos conductores de corriente (no muy buenos); que el agua destilada es, en general, mala conductora pero no el agua potable, etc.

Señalar que a muy bajas temperaturas (-270°C) el mercurio y algunos otros metales reducen a cero su resistencia eléctrica. Son los llamados superconductores eléctricos. Mencionar que en 1986 se descubrió que el fenómeno se produce a temperaturas más altas en ciertos materiales que contienen cobre. Destacar las posibles aplicaciones de éstos (transporte de energía eléctrica sin pérdidas, trenes que se desplazan sin roce, etc.).

4. Usando un tester con ohmmetro explicar prácticamente cómo se miden resistencias eléctricas con él (ajuste a cero, lectura de su escala, etc.). Medir la resistencia de algunos objetos: unos metros de níquelina, el grafito de un lápiz, una ampolla, un ventilador, un trozo de vidrio, una persona, etc.

Es importante mencionar que la resistencia de un objeto depende de la temperatura a que se encuentre. En metales, en general, aumenta con la temperatura; en el carbono y algunos semiconductores en cambio, disminuye.

Indicar que, por su corta longitud y ser hechos de cobre, la resistencia de los alambres que conectan a la red los diversos artefactos caseros puede despreciarse.

Señalar que la resistencia eléctrica R depende, además del material de que está hecha, de la forma del objeto que conforma. Por ejemplo, para conductores cilíndricos (alambres, por ejemplo), la resistencia eléctrica entre sus extremos es proporcional a su longitud L e inversamente proporcional al área de su sección S , es decir,

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

en que ρ es la resistividad característica del material. Mostrar una tabla de valores de resistividad de diversos materiales, destacando su validez a la temperatura que corresponda. Verificar algún valor experimentalmente. Resolver algunos problemas numéricos simples aplicando la relación anterior.

INDICACIONES AL DOCENTE

- Señalar que la resistencia eléctrica es un fenómeno parecido al roce, que experimentan las cargas que se mueven al interior de un material. Hoy existe una comprensión muy acabada de su origen y propiedades, elaborada por físicos en las últimas décadas.

Explicar, de un modo cualitativo, el origen de la resistencia eléctrica en los materiales conductores. Indicar que un sólido está formado por átomos que vibran en torno a posiciones fijas, como atados a ellas por un elástico. Los átomos contienen electrones y ceden uno o más de éstos para formar el fluido de carga que forma la corriente. Mencionar que la temperatura de un sólido es una manifestación macroscópica de la vibración de los átomos que lo componen y que, a mayor rapidez o ampli-

tud de vibración, mayor temperatura. Si al pasar una corriente de cargas eléctricas por el sólido éste experimenta un aumento de su temperatura, ello es causa de choques entre las cargas que se mueven y los átomos que vibran aumentando su velocidad o amplitud de vibración (recordar que en un oscilador un aumento en la amplitud de vibración trae consigo un aumento de la máxima velocidad del vibrador). Del mismo modo, los átomos de un sólido al vibrar dificultan el movimiento de los electrones que en él se mueven, frenándolos. Esta dificultad encontrada por las cargas al desplazarse entre los átomos que vibran explica la resistencia eléctrica en los metales. Como distintos metales están hechos de distintos átomos, de distinta masa y manera de vibrar, es natural que presenten diferentes resistencias eléctricas.

Si lo considera útil, puede desarrollar el siguiente modelo de conducción electrónica en un sólido: representar en un esquema los átomos de un conductor formando una red periódica. En esta red hay cierta cantidad de electrones moviéndose al azar, dejando de formar parte de un átomo y pasando a formar parte de otro. Imaginar luego que el conductor representado es sometido a un potencial eléctrico. Los electrones en este caso se moverán de un modo ligeramente distinto al anterior. Si imaginamos una superficie que corte al conductor, veremos que en el primer caso ella es atravesada por igual cantidad de electrones hacia ambos lados; en el segundo caso, en cambio la atraviesan más electrones hacia un lado (el de potencial más alto) que hacia el otro. Si se considera que en este movimiento los electrones interactúan con los átomos circundantes que vibran, recibiendo y entregándoles energía, se comprende que ellos no se mueven sin encontrar oposición, lo cual explica desde el punto de vista atómico la resistencia eléctrica que presentan los conductores.

Tópico	Detalle de contenidos
COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	Identificación, descripción y función de los principales elementos que constituyen el circuito eléctrico domiciliario.
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Identificación de los elementos que proporcionan seguridad a las personas y dispositivos, la importancia de la conexión a tierra y las circunstancias que implican riesgos en las instalaciones eléctricas.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Identifican, describen y analizan las funciones de los principales elementos que constituyen el circuito eléctrico domiciliario y reconocen las circunstancias que implican riesgos en él.

- Confeccionar una lista de los componentes que constituyen la instalación eléctrica domiciliar y discutir su función. Destacar los cables, con su núcleo de alambre de cobre y el material aislador que los rodea, el medidor de consumo de energía eléctrica, la caja de fusibles, tapones o interruptores automáticos, los enchufes de pared, las cajas de distribución, etc.

-
2. Armar circuitos con resistencias en serie y paralelo y demostrar experimentalmente la diferencia en ambos casos, usando ohmetro o midiendo el valor de la corriente que circula por cada elemento resistor. Indicar cómo se combinan algebraicamente los valores de las resistencias en cada caso.

-
3. Dibujar el circuito eléctrico domiciliario a partir de los cables que traen la energía eléctrica hasta el hogar y terminando en enchufes y centros para iluminación.

Describir la función de la fase, neutro y tierra en la red domiciliaria; señalar la convención de colores que se utiliza para los revestimientos de los cables que constituyen la red eléctrica.

-
4. ● Describir los elementos eléctricos más comunes: cables (material, colores de los revestimientos, diámetros según amperaje que soportan), enchufes (machos y hembras), portalámparas, etc. Para esto es recomendable que, además de identificarlos en las instalaciones eléctricas de sus casas o escuela, los estudiantes puedan observarlos individualmente e incluso desarmarlos, estando, por supuesto, desconectados de la red.

-
5. Dibujar elementos como los señalados anteriormente, diferenciando las partes conductoras y aisladoras.

-
6. ● Describir el medidor de consumo de energía eléctrica e indicar la función que cumple. Compararlo con el medidor de consumo del agua potable.

-
7. ● Describir la caja de fusibles o interruptores automáticos e indicar cuál es su medida característica (el amperio). Indicar que ellos interrumpen el circuito cuando por él circula un amperaje superior al especificado. En el caso de fusibles o tapones, señalar la función del filamento y lo que ocurre en ellos cuando se alcanza el amperaje límite para el cual están calculados.

-
8. ● Explicar que cuando se unen dos alambres conectados a los polos de la red se produce un "cortocircuito", y que si la unión es a través del cuerpo de una persona el efecto puede ser fatal. El calentamiento que produce un cortocircuito en el interior de la red doméstica puede provocar un incendio.

-
9. ● Discutir los peligros de desarmar aparatos eléctricos conectados a la red, de manipularlos con las manos mojadas o introducir en ellos objetos metálicos, de trabajar con alta tensión, etc.
-
10. Señalar las diferencias entre las herramientas de un electricista y las de un gasfitero o mecánico, en particular por la aislación eléctrica del mango.

Señalar los desperfectos más frecuentes en enchufes, interruptores y portalámparas, etc. e indicar lo peligroso que ellas pueden ser y la necesidad de desconectarlos para prevenir accidentes en espera de un especialista.

Explicar que las instalaciones eléctricas de los domicilios deben cumplir con una serie de características técnicas especificadas por ley y que sólo especialistas autorizados deben hacer en ellas modificaciones o reparaciones.

Basándose en un modelo eléctrico de la materia, como los anteriormente sugeridos, explicar lo que debe ocurrir con el exceso de cargas en un conductor eléctrico; lo que debe suceder al tocar dos cuerpos conductores cuando uno de ellos está electrizado y el otro neutro.

Para explicar el concepto de conexión a tierra es recomendable seguir con los estudiantes la siguiente secuencia de preguntas. Imaginar una esfera electrizada y una neutra de igual tamaño. ¿Cómo se distribuyen las cargas eléctricas inicialmente en el cuerpo cargado? ¿Cómo lo hacen después de conectarlos y separarlos? ¿Cómo se distribuyen las cargas si el cuerpo inicialmente neutro es más grande que el inicialmente electrizado? ¿Cómo se distribuyen las cargas si el cuerpo inicialmente neutro es infinitamente más grande que el cuerpo electrizado?

Reconocer en la conexión a tierra una forma simple y eficaz de asegurarse que un cuerpo electrizado quede en estado neutro. Destacar que tiene gran importancia en las instalaciones eléctricas, principalmente en relación a la seguridad de las personas. Introducir el símbolo de la conexión a tierra (ver Anexo C).

Indicar que el contacto central corresponde a la conexión a tierra en los enchufes de la red domiciliaria y en los artefactos que se conectan a ella. Destacar que esta conexión es exigida por la ley. Señalar qué artefactos requieren estar conectados a tierra por razones de seguridad para las personas (lavadoras, refrigeradores, etc., es decir electrodomésticos que poseen cajas metálicas), y cuáles, además, para garantizar su buen funcionamiento (caso de los computadoras y equipos de sonido de alta fidelidad, en los cuales sin esta conexión suelen producirse zumbidos).

-
12. Si se posee un destornillador con probador de fase, emplearlo en un enchufe de la red de la sala de clases o laboratorio. Desarmarlo y explicar cómo funciona y dónde se cierra el circuito.

Tocando sólo con un dedo el probador colocado en la fase, saltar para ver que al desprender los pies del suelo la neón se apaga.

Esta observación ayuda a alumnos y alumnas a explicar por qué los pájaros pueden generalmente posarse sobre cables que conducen corrientes eléctricas sin electrocutarse.

-
13. Explicar los defectos más frecuentes de las conexiones a tierra en los domicilios: conexión a tierra en las cañerías de agua potable que se oxidan, uso de alargadores o toma corrientes que son sólo de dos vías, etc.

Señalar la necesidad de que la instalación eléctrica domiciliaria sea coherente, en el sentido de que los cables de la instalación sean de un diámetro acorde a la intensidad de corriente que por ellos circula en los momentos de máximo consumo de energía en el hogar y que los tapones o fusibles automáticos sean del amperaje adecuado. Indicar los riesgos que significa poner fusibles o tapones de mayor amperaje al que corresponde.

-
14. Señalar las causas más frecuentes de incendio producidos por desperfectos en las instalaciones eléctricas.

-
15. Señalar las causas más frecuentes de accidentes (electrocución) producidos por desperfectos en los circuitos eléctricos y las medidas que deben tomarse para prevenirlos y cómo proceder en casos de ocurrir un accidente eléctrico: desconectar, antes que nada, la energía eléctrica.

2. Magnetismo y la fuerza magnética

Tópico	Detalle de contenidos
IMANES	Descripción de los imanes naturales: magnetita, la Tierra. Los polos magnéticos y el modo en que interactúan. Como funciona la brújula. Materiales magnéticos.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Experimentan con imanes, analizan sus interacciones y describen las características de un campo magnético.

- Experimentar con un imán permanente acercándolo a diferentes objetos. Distinguir los materiales que el imán atrae (clavos, alfileres, etc.) de los que no atrae (monedas, papel, etc.).

Indicar que todos los materiales presentan propiedades magnéticas, aunque su detección requiere la presencia de un imán fuerte en las proximidades (diamagnetismo y paramagnetismo). En el fierro y otros pocos materiales, sin embargo, el efecto es muy grande (ferromagnetismo).

- Observar cómo interactúan dos imanes entre sí para diferentes posiciones entre ellos. Es recomendable emplear en esta actividad imanes de barra, que en lo posible no tengan sus polos marcados.

- Suspender de hilos imanes de modo que puedan girar libremente y observar que siempre se orientan de norte a sur. Marcar el extremo que se orienta hacia el norte y observar que al cambiarlos de orientación, siempre el extremo que marcamos se dirigirá después de un tiempo hacia el norte. Indicar que una observación como ésta condujo a la invención de la brújula, cuya importancia en la navegación marina resultó ser fundamental. Provocar una discusión acerca del origen de este efecto.

-
4. Construir una brújula. Una manera de hacerlo es imantando una aguja de coser, rozándola en un sentido con un imán, y luego colocando la aguja sobre un papel de 1 cm por lado o un trozo de corcho, de modo que flote en un vaso de agua.

■ Describir cómo puede magnetizarse una pieza de acero (agujas, destornilladores) manteniéndolas por un tiempo junto a un imán permanente.

Indicar cómo golpes o calor pueden producir que un imán permanente pierda sus propiedades magnéticas y, en consecuencia, la necesidad de cuidar los imanes para que no sufran estos efectos.

Señalar que el ferromagnetismo puede ser permanente en algunos materiales y en otros, momentáneo. Algunos materiales, por ejemplo, los clavos de hierro, presentan propiedades magnéticas sólo cuando están en la proximidad de otro imán, mientras otros, como por ejemplo las tijeras y agujas de acero, conservan sus propiedades magnéticas por largo tiempo.

-
5. ● Observar cómo interactúan entre sí dos imanes con sus polos marcados. Reconocer que polos del mismo nombre se repelen y polos de diferente nombre se atraen, como ocurre con las cargas eléctricas.

-
6. ● Reconocer que es usual identificar los polos de un imán con los nombres de norte y sur. Acercar un imán de polaridad desconocida a una brújula o imán marcado, e identificar sus polos por medio de las interacciones que se producen entre ellos.

Indicar que nuestro planeta Tierra se comporta como un gran imán que en el norte geográfico debe poseer un polo sur magnético y en el sur geográfico, un polo norte magnético. Destacar esta “oposición” entre polos geográficos y magnéticos.

-
7. Señalar algunas aplicaciones de los imanes permanentes a nivel doméstico: puertas de muebles, motores eléctricos de juguetes, etc.

-
8. Observar y dibujar las líneas del campo magnético generado por imanes de formas diferentes, como barras, herraduras, etc.

Para ello basta colocar un papel blanco sobre el imán y espolvorear sobre él limaduras de hierro. Para mostrar el fenómeno puede utilizarse un retroproyector, colocando sobre el imán una transparencia y sobre ella esparcir las limaduras de hierro. El campo magnético es un vector cuya longitud es mayor allí donde las líneas de campo son más densas.

Indicar que el espacio que rodea a un imán adquiere una propiedad llamada campo magnético. Explicar el concepto de línea de campo como la trayectoria que seguiría un polo de un pequeño imán si pudiera independizarse del otro.

Algunos videos educacionales muestran experimentos con imanes que pueden ser útiles para reforzar los conceptos estudiados.

INDICACIÓN AL DOCENTE:

■ Indicar que si se divide un imán de barra sin importar en cuantas partes y formas, cada pedazo es también un imán con dos polos. Generalizar la idea explicando que no es posible construir un imán con un sólo polo o conseguir polos magnéticos aislados. El menor número de polos que puede poseer un imán son dos: uno norte y otro sur. Destacar que las cargas eléctricas de distinto signo sí existen en forma independiente (electrones, por ejemplo).

Tópico	Detalle de contenidos
EFFECTO MAGNÉTICO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA	Un conductor por el cual pasa una corriente eléctrica produce en el espacio que le rodea un campo magnético, comportándose como un imán (efecto Oersted).

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

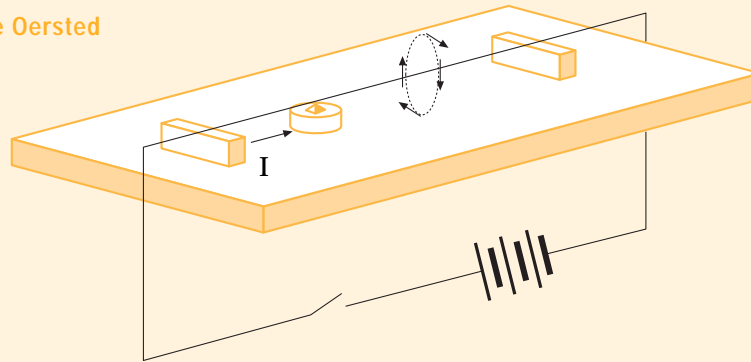
Experimentan y analizan fenómenos relativos al efecto magnético de la corriente eléctrica.

- Disponer horizontalmente un alambre conductor a cierta altura de una mesa, orientado de norte a sur, y bajo él una brújula. Hacer circular por el alambre una corriente continua y observar lo que ocurre con la brújula. Observar y analizar lo que ocurre al invertir la dirección de la corriente (figura 3.6).

Aún cuando este experimento funciona sólo con una corriente alta, si se usa una fuente de poder o una batería de automóvil puede ser recomendable limitar la corriente eléctrica por medio de un resistor de valor y potencia adecuada.

Figura 3.6

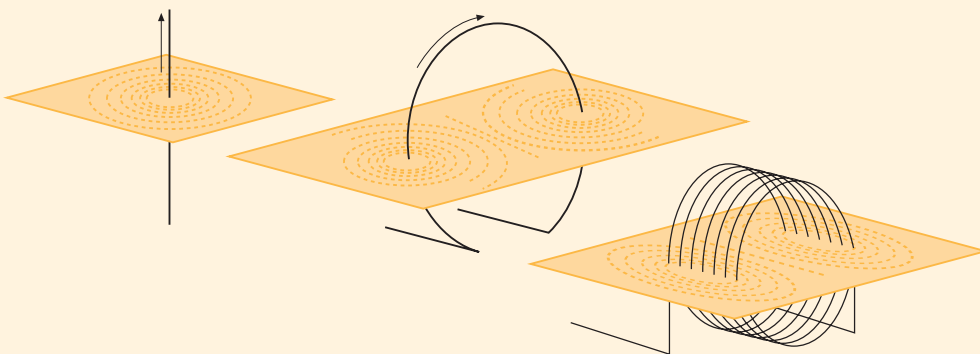
Experimento de Oersted



Enunciar cualitativamente el efecto Oersted, vale decir, que la corriente eléctrica genera un campo magnético de la misma naturaleza que el de un imán. Si se ha definido la dirección de la corriente de positivo a negativo y la del campo magnético como la dirigida de sur a norte, entonces se puede emplear, por ejemplo, la “regla de la mano derecha” para recordar la dirección de las líneas de campo magnético.

2. ● Mostrar las líneas de inducción magnéticas usando una placa de cartón que cruce un conductor rectilíneo, una espira o una bobina (figura 3.7). Esparcir polvo de hierro sobre la placa cuando por los conductores circula corriente y comparar las líneas de campo magnético con las que se observaron en un imán permanente. Se puede explorar el entorno a los conductores con una o varias brújulas pequeñas. Si se realiza esta actividad, es importante señalar que lo que se observa para el caso de una bobina es equivalente al caso de una espira y ésta es equivalente al caso de un alambre recto, sólo que el efecto se multiplica.

Figura 3.7



3. ● Experimentar con un trozo de hierro o clavo en el cual se enrolla un alambre, por el cual se pasa una corriente continua.

Comentar que la bobina se comporta como un imán permanente cuando circula corriente por ella. Reconocer en el artefacto construido un electroimán y una forma eficiente de construir imanes más potentes usando un núcleo de hierro o acero. El efecto puede observarse empleando diversas fuentes de corriente continua siendo suficiente una batería seca de 9 volt. Usar alfileres, agujas o brújulas pequeñas para observar los efectos.

4. Señalar algunas aplicaciones de los electroimanes y explicar cómo funcionan el timbre de chicharra, la grúa levanta autos, etc.

Algunos videos educativos muestran el experimento de Oersted y aplicaciones de los electroimanes. Algunos software educativos muestran las líneas de campo magnético.

■ A partir del efecto Oersted, examinar el origen del campo magnético producido por una corriente. Mencionar que cuando una carga eléctrica, por ejemplo un electrón, se mueve respecto de uno, se detecta un campo magnético en el espacio. Enfatizar el hecho de que el campo magnético es un efecto relativista, en el sentido de que para un observador que se mueve a la misma velocidad que la carga eléctrica en el conductor, no existirá tal campo magnético.

Explicar que por poseer electrones en movimiento, en algunos casos los átomos se comportan como minúsculos imanes, los cuales por lo general están orientados al azar anulando sus efectos magnéticos en la materia. También algunos núcleos atómicos se comportan como pequeños imanes. Agregar que si estos imanes se orientan por efecto de un campo magnético externo, su acción sumada puede apreciarse macroscópicamente. Aplicar este modelo para explicar algunas propiedades de los imanes, por ejemplo, el hecho de que no pueden existir polos aislados, que los golpes o el calor reducen los efectos magnéticos, etc.

INDICACIÓN AL DOCENTE:

■ Mencionar que Hans Christian Oersted (1777 - 1851) descubrió el efecto accidentalmente en 1819 cuando hacía una clase de física. Enfatizar la capacidad que debe tener un buen científico para darse cuenta cuando se encuentra ante un secreto de la naturaleza. Mencionar que el jurista italiano Gian Domenico Romagnosi ya lo había registrado en 1802, aunque su descubrimiento pasó desapercibido por la comunidad científica debido a que lo publicó en el periódico *Gazetta de Trentino*, en vez de una revista científica. Resaltar la conveniencia de publicar los hallazgos científicos en revistas especializadas de amplia difusión internacional.

Tópico	Detalle de contenidos
INTERACCIÓN ENTRE UN CAMPO MAGNÉTICO Y CARGAS EN MOVIMIENTO	Cargas en reposo no interactúan con campos magnéticos. Cargas en movimiento dentro de un campo magnético experimentan fuerzas, que dependen de la dirección en que se muevan respecto de la orientación del campo magnético.
EL MOTOR ELÉCTRICO	La interacción entre imanes y corrientes permite transformar energía eléctrica en movimiento (energía mecánica). Descripción y funcionamiento de un motor de corriente continua: sus bobinas, los imanes y el rotor.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

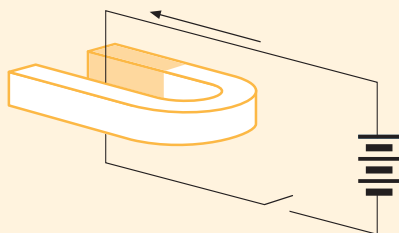
Analizan las interacciones entre un campo magnético con cargas en movimiento y conductores de corriente. Describen y explican el funcionamiento de un motor de corriente continua.

- Reflexionar sobre la siguiente pregunta: si una carga en movimiento (o una corriente eléctrica) genera un campo magnético ¿qué ocurrirá si una carga eléctrica se mueve en un campo magnético o si un conductor que porta corriente se encuentra en un campo magnético?
- Observar experimentalmente la interacción que se produce cuando una carga eléctrica se mueve dentro de un campo magnético.

Esto puede verse de varias maneras, algunas más directas que otras:

- Si se dispone de un tubo de rayos catódicos de experimentación, hacerlo funcionar y aproximar un imán al haz de electrones y observar la desviación que se produce en él para distintas orientaciones del imán. Analizar cuidadosamente la situación.

Figura 3.8



- b) Si se posee un televisor en blanco y negro se puede mostrar lo que le ocurre a la imagen si se acerca un imán a su pantalla. La deformación que se produce en las imágenes es consecuencia de la desviación de los electrones al ingresar al campo magnético del imán. En este caso será recomendable explicar que el tubo de imagen de un televisor se forma por que un haz de electrones que es disparado desde la parte posterior hacia la pantalla.

- c) Si se cuenta con una batería de automóvil y un buen imán, se puede mostrar el efecto haciendo pasar corriente continua por el cable situado en las proximidades del imán, o entre los dos polos si es un imán de herradura (figura 3.8). Cambiar la posición del imán e invertir la dirección de la corriente. Describir lo que se observa. Si se hace circular corriente alterna por el conductor se apreciará que éste vibra.

- d) La misma experiencia anterior se puede repetir reemplazando el imán por un electroimán o incluso otro alambre paralelo al primero y conectado a la misma batería.

Es altamente conveniente que los experimentos anteriores, realizados y/o simplemente descritos, sean analizados en forma cuidadosa, induciendo al estudiante a reconocer en ellos una forma de convertir la energía eléctrica en energía de movimiento.

Si se dispone de un parlante, mostrar sus partes. Describir su funcionamiento y reconocer que éste se fundamenta en los principios estudiados. Al circular una corriente fluctuante por su bobina fija al cono e inmersa en el campo magnético de un imán permanente, la bobina vibrará al mismo ritmo que la corriente y también el cono, y, en consecuencia, el aire circundante.

-
- 3. Observar un motor didáctico, o bien, desarmar un motor de juguetes a pilas e identificar sus partes esenciales.
-
- 4. ● Observar un dibujo de un motor de corriente continua simple e identificar en él la bobina, el imán y el sistema inversor de la corriente.

En base a las actividades experimentales realizadas anteriormente explicar cómo funciona el motor de corriente continua. Reconocer que al circular corriente por la bobina inmersa en el campo magnético del imán, actúa sobre ella una fuerza que la hace girar, giro que se retoma invirtiendo la dirección de la corriente que circula por la bobina.

5. ● Confeccionar una lista de los artefactos eléctricos que se encuentran en la casa y que poseen motores eléctricos. Indicar la función que cumplen cada uno de ellos y los cambios energéticos que se producen al operar.

Como muchos de los motores de los aparatos eléctricos domiciliarios operan con corriente alterna, es una buena oportunidad para explicar que éstos se fundamentan en los mismos principios, sólo que el imán se reemplaza por electroimanes.

6. Observar un galvanómetro. Reconocer sus imanes y la bobina. Explicar el modo en que funciona.

En muchos libros y enciclopedias ilustradas se describen en detalle los motores y galvanómetros. Videos educativos y software de multimedia simulan su funcionamiento.

INDICACIÓN AL DOCENTE

- Hacer reflexionar al alumnado acerca del hecho de que la interacción entre imanes y corrientes permite transformar energía eléctrica en movimiento (energía mecánica).

Tópico	Detalle de contenidos
UN EFECTO DEL MOVIMIENTO RELATIVO	El movimiento relativo entre un imán y un alambre produce en éste una corriente, sin importar quién es el que se mueve.
EL GENERADOR ELÉCTRICO	Descripción de una dinamo de corriente continua. Su bobina, el imán, y la forma en que están dispuestos. Comparación con el motor de corriente continua y sus aplicaciones.

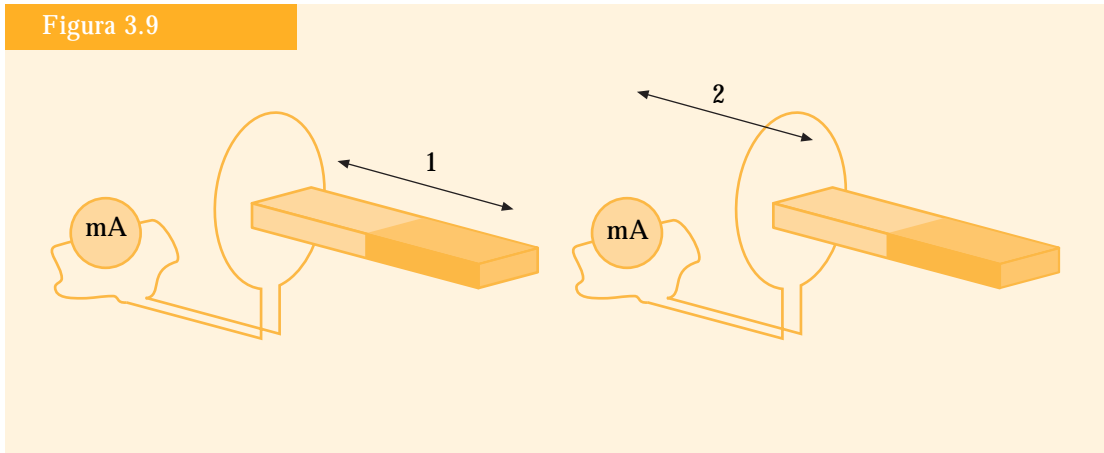
Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Experimentan y describen los efectos del movimiento relativo entre una bobina y un imán y explican el funcionamiento del generador eléctrico, reconociendo su importancia en la transformación de energía mecánica en eléctrica.

1. ● Conectar un galvanómetro sensible o un miliamperímetro a una bobina de muchas vueltas y alambre grueso (figura 3.9). Aproximar y alejar de ella un buen imán (1). Se observará que la aguja del instrumento se mueve hacia un lado cuando el imán se aproxima y hacia el otro cuando el imán se aleja. Invertir el imán y repetir la operación. En una segunda etapa (2), dejar fijo el imán y mover la bobina. Se observará el mismo efecto en el galvanómetro. Reconocer que sólo importa el movimiento relativo, no quién lo efectúa.

Es muy probable que con elementos rústicos el efecto mencionado en la actividad anterior resulte muy pequeño, e incluso imperceptible. Para hacerlo más notorio puede introducirse dentro de la bobina un núcleo de hierro. También puede aumentarse el efecto reemplazando el imán por un electroimán. Explicar a los estudiantes que el experimento es equivalente, pues, al energizar el electroimán se cambia el campo magnético en el espacio donde se encuentra la bobina, igual que al aproximar un imán, y al desconectarlo, el campo magnético desaparece como al alejar el imán.

Figura 3.9



2. Observar un transformador, de preferencia un modelo didáctico. Explicar que su función es transformar un voltaje alterno en otro, y el hecho que su principio de funcionamiento se basa en el efecto estudiado. Conectar una de sus bobinas a un galvanómetro sensible y en la otra conectar y desconectar alternativamente un voltaje continuo apropiado y apreciar su efecto.
3. Constatar que, a la inversa del modo en que funciona un parlante, el mismo principio puede usarse para construir un micrófono. Si se posee un auricular, puede conectarse a la entrada de un amplificador o grabadora portátil, y ver que también funciona como micrófono.

4. ● Conectar los terminales de un motor eléctrico para corriente continua (por ejemplo, de un juguete a pilas o un ventilador), a un galvanómetro y hacer rotar con la mano su eje. Se observará que la aguja se mueve en cierta dirección. Si se hace girar en sentido contrario, se observará que la aguja del instrumento se mueve en sentido contrario. Explicar que el generador de una central eléctrica es básicamente igual, como un motor accionado al revés.

Los experimentos anteriores deben ser analizados en forma cuidadosa. Reconocer en ellos una forma de convertir la energía de movimiento (o mecánica) en energía eléctrica.

5. Diferenciar una dínamo que genere corriente alterna de una que produzca corriente continua.

Si es posible, visitar una central eléctrica. Es conveniente que en estas salidas a terreno los estudiantes lleven una pauta de observación con preguntas, y que entreguen posteriormente un informe escrito para ser evaluado por el profesor o profesora.

En muchos libros y enciclopedias ilustradas se describen en detalle las dínamos y las centrales eléctricas. También videos educativos y software de multimedia simulan el funcionamiento de las dínamos.

Tópico	Detalle de contenidos
REALIZACIÓN DE UN PROYECTO	Los simples principios del electromagnetismo han permitido desarrollar una grande y sorprendente variedad de dispositivos que son empleados diariamente por todas las culturas. Ello ilustra el poder que da el conocimiento científico.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Desarrollan un proyecto de investigación práctica en que apliquen los principios básicos del electromagnetismo.

1. ● En forma individual o grupal desarrollar un proyecto. Exponerlo frente a la clase describiendo la metodología utilizada, los materiales empleados, los principios físicos presentes, las dificultades encontradas, etc. en torno a temas tales como:
 - 1) construir una maqueta de una central hidroeléctrica o termoeléctrica;
 - 2) construir un motor eléctrico de corriente continua;
 - 3) construir una dínamo;
 - 4) construir un galvanómetro;
 - 5) construir un modelo de grúa electromagnética;
 - 6) construir un transformador;
 - 7) construir un parlante;
 - 8) construir un micrófono de bobina;
 - 9) construir una batería eléctrica. etc.

INDICACIONES AL DOCENTE:

- Es conveniente que los estudiantes dispongan de suficiente tiempo para realizar esta actividad, por lo que se sugiere iniciarla al comienzo de las clases en que se desarrolla el tema de esta sección.
- Comentando la actividad, destacar que principios tan simples como los enunciados en esta sección han dado origen a una inmensa variedad de aplicaciones de uso diario. Resaltar que esto es usual en el desarrollo científico.
- En la evaluación del proyecto es aconsejable considerar tanto el producto como la explicación que los estudiantes entreguen al presentarlo. En el producto, más que el hecho de que el elemento funcione eficientemente, es recomendable tener en consideración si están en él todos los elementos que corresponden y si su disposición es la correcta; al evaluar la explicación, asegurarse que el estudiante entendió lo que hizo.

3. La energía eléctrica

Tópico	Detalle de contenidos
POTENCIA ELÉCTRICA	La potencia es la energía que se desarrolla cada segundo. Su unidad, el watt.
LEY DE JOULE	Relación $Potencia = Corriente \cdot Voltaje$
RELACIONES ENTRE MAGNITUDES ELÉCTRICAS	Su significado y aplicaciones en el diseño eléctrico doméstico. Relaciones entre magnitudes eléctricas. Considerar los cinco elementos básicos de la corriente eléctrica: intensidad de corriente, voltaje, resistencia, potencia y energía, y las dos leyes fundamentales: la de Ohm y la de Joule, para calcular los restantes elementos dados tres de ellos.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan y aplican las relaciones elementales entre energía, potencia, corriente, voltaje y resistencia eléctrica a situaciones domésticas y aplican la capacidad de la física de obtener resultados útiles a través de las fórmulas matemáticas elementales.

- Ejemplificar la transformación de energía eléctrica en otro tipo de energía: luz, calor, movimiento, etc., analizando lo que ocurre en ampolletas, estufas eléctricas, equipos de sonido, televisores, motores eléctricos, etc.
- Comparar, en relación a la magnitud del efecto que producen, distintos dispositivos que desempeñan la misma función: una ampolleta de linterna, una lámpara de velador, el foco de alumbrado público; un equipo personal de sonido, un receptor de radio doméstica, el amplificador de sonido de un concierto rock; un motor eléctrico de un juguete, el de un ventilador doméstico, el de un taladro, etc.

Indicar que lo que diferencia técnicamente a los artefactos de los ejemplos anteriores se denomina potencia. Una ampolleta que ilumina más, posee mayor potencia, un amplificador que emite sonidos de mayor intensidad sonora posee mayor potencia, etc.

Reconocer que la potencia P corresponde a la razón entre la energía E que se transforma en cierto proceso, y el tiempo t en que lo hace:

$$P = \frac{E}{t}$$

Indicar que la unidad de potencia es el watt. Explicar qué significa que la potencia de un artefacto sea, por ejemplo, de 100 watts.

Indicar que un watt equivale al intercambio de energía de un joule cada segundo. Mencionar que el nombre de esta unidad es un homenaje al inventor escocés James Watt, a quien se debe, entre otras cosas, la máquina de vapor.

Señalar que la potencia eléctrica de los artefactos, además de estar relacionada con la magnitud del efecto que producen, suele también vincularse a sus dimensiones físicas, al precio que tienen en el mercado y al costo de hacerlos funcionar.

3. Hacer una lista con los artefactos que existen en el hogar, indicando la cantidad de ellos y la potencia de cada uno.

artefacto	N°	potencia (watt)
ampolletas		
plancha		
total		

De la tabla se puede concluir la energía total que se utiliza por segundo si todos los artefactos estuviesen encendidos.

4. Explicar la diferencia entre la potencia que en cierta circunstancia está desarrollando un artefacto y la potencia máxima que puede disipar sin destruirse o dañarse.

5. Comparar pilas eléctricas de 1,5 volts pero de diferentes tamaños y explicar que las más grandes poseen capacidad para proporcionar corriente durante más tiempo.

-
6. ● Demostrar y/o verificar la relación $P = V \cdot I$, en que P es la potencia eléctrica disipada por un conductor cuando se le está aplicando un potencial V y circula por él una corriente de intensidad I . Hacerlo a partir de observaciones simples como: ampolletas de diferentes potencias, etc.

Indicar que a esta relación se la conoce como ley de Joule.

-
7. ● Realizar numerosos ejercicios con la relación anterior, destacando su utilidad para estimar la magnitud de la corriente que produce un determinado artefacto conectado a la red, y en consecuencia, predecir si los fusibles lo soportarán o no.

-
8. ● Considerar un artefacto, por ejemplo, una ampolleta de 100 W para 220 V. Observar la inscripción que indica el fabricante y deducir lo que significa. Calcular la intensidad de corriente que circula por ella cuando está funcionando correctamente y la resistencia eléctrica que ofrece al paso de la corriente. Esto último se obtiene de la ley de Ohm.

-
9. ● Reconocer que debe existir concordancia entre la potencia que necesita disipar un artefacto y la potencia que suministra la fuente de alimentación.

Es recomendable emplear un modelo de conducción eléctrica (microscópico o atómico), como los propuestos anteriormente, y un modelo de un circuito de agua (macroscópico), para explicar que: a) teniendo dos artefactos de distinta potencia conectados al mismo potencial, circula mayor intensidad de corriente por el que posee mayor potencia. b) si hay dos artefactos en que esté circulando la misma intensidad de corriente, aquél que se encuentre conectado a un potencial más alto disipará una potencia mayor.

-
10. ● Analizar el hecho de que el cobro de energía eléctrica domiciliaria se efectúa en base a los kilowatt-hora empleados.

Esta unidad representa una cantidad de energía, cuyo valor se obtiene multiplicando la potencia de los artefactos encendidos (en watts), por el tiempo que estén encendidos expresado en horas.

Si los estudiantes hicieron una lista de los artefactos que hay en su casa y calcularon la potencia total que disiparían al estar funcionando todos simultáneamente, podrán calcular la corriente eléctrica que circulará por los cables que traen la energía eléctrica al domicilio considerando que la

tensión de la red es de 220 V. ¿La soportan los fusibles? Estimar el número de horas que los dispositivos de la lista funcionan al mes y calcular el consumo de energía eléctrica en ese período. Calcular esta energía en kilowatt-hora (kWh). A partir del precio local de esta cantidad de energía, estimar el costo de ese consumo.

11. Demostrar, por ejemplo, que:

a) Si P es la potencia que está disipando un conductor cuya resistencia eléctrica es R , entonces, la intensidad de corriente que circula por él es:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

b) Si a un conductor de resistencia eléctrica R se le aplica un potencial V , la potencia eléctrica que disipará será:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Tópico	Detalle de contenidos
TIPOS DE CENTRALES ELÉCTRICAS	Tipos de centrales eléctricas Existen diversas formas de generar energía eléctrica: hidráulica, termoeléctrica, nuclear, eólica, química, fotoeléctrica. Importancia de la energía hidráulica en Chile.
CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LAS CENTRALES ELÉCTRICAS	Características comunes de las centrales eléctricas Todos los medios que generan energía eléctrica transforman en ésta algún tipo de energía ya disponible en la naturaleza.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Analizan y comparan la generación de energía eléctrica por métodos hidráulicos, térmicos, eólicos, químicos, fotoeléctricos.

- Describir una central hidroeléctrica: el generador, la turbina, la represa. Reconocer la utilidad de aprovechar desniveles naturales de agua para transformar en energía eléctrica la energía gravitatoria que ella posee. Explicar que la dinamo genera, en estos casos, corrientes alternas (50 Hz) con grandes voltajes.

2. Discutir y analizar las ventajas y desventajas de la generación de electricidad utilizando represas de agua. Nombrar y ubicar geográficamente las centrales hidroeléctricas más importantes del país e informarse de la potencia eléctrica que generan.

3. ● Describir y explicar las partes de una central termoeléctrica. Reconocer que en este caso se transforma la energía de un combustible (carbón, petróleo o gas natural) en energía eléctrica.

4. Analizar y discutir las ventajas y desventajas de la producción de electricidad por medio de generadores termoeléctricos. Mencionar la contaminación atmosférica que produce la quema de carbón.

5. ● Describir un generador eólico y analizar sus componentes: la hélice, sus dinamos, etc. Reconocer que la energía que porta el viento se transforma en energía eléctrica. Destacar que no contamina el ambiente.

6. Discutir la posibilidad de convertir un ventilador en un generador. Analizar y discutir las ventajas y desventajas de un generador eólico.

7. ● Describir un generador químico de energía eléctrica: pilas y baterías. Reconocer que en ellos la energía química se transforma en eléctrica.

Referirse a la pila de Volta y su descubrimiento.

8. Construir una pila eléctrica con una lámina de cobre y una de zinc. Enterrándolas en un limón y conectando un voltímetro en ellas, se apreciará el efecto. Recordar que las pilas y baterías producen corriente continua. Discutir las ventajas y desventajas de la generación de electricidad usando pilas y baterías.

-
9. Observar calculadoras u otros aparatos que utilizan para su funcionamiento el efecto fotoeléctrico.

Describir el efecto fotoeléctrico y mostrar, mediante un esquema, que produce corriente continua.

Mencionar a las celdas fotovoltaicas como elementos semiconductores que transforman la energía de la luz en energía eléctrica. Ciertas calculadoras, relojes, casas, vehículos, etc., utilizan celdas fotoeléctricas para producir energía eléctrica.

Hacer notar que los requerimientos de energía de aparatos como una calculadora o un reloj es muy pequeña, de modo que sólo basta una celda para su funcionamiento. Conociendo la potencia de una calculadora, calcular el número de celdas necesarias para hacer funcionar algún artefacto eléctrico mayor, como un refrigerador.

-
10. Analizar la factibilidad de construir un generador fotoeléctrico que reemplace a una central eléctrica mediana.

-
11. En forma muy general, describir la forma en que se transporta la energía eléctrica desde las centrales a los consumidores. Mencionar torres de alta tensión, tipo de cables, subestaciones, transformadores, postes de alumbrado público, corriente trifásica (380 volts, para las industrias).

-
12. Visitar una central eléctrica.

Es conveniente que en estas salidas a terreno los estudiantes lleven una pauta de observación con preguntas, y que entreguen posteriormente un informe escrito para ser evaluado por el docente.

13. ● Organizar debates acerca de temas tales como: ¿Por qué la distribución de energía eléctrica se realiza con tensiones eléctricas tan grandes? ¿Por qué no existen plantas de energía eléctrica para abastecer ciudades que funcionen del mismo modo que las baterías? ¿Cuál es la dificultad de fabricar automóviles eléctricos?

INDICACIONES AL DOCENTE:

Los temas de esta sección se prestan para un trabajo de búsqueda bibliográfica.

Destacar la ventaja hidrográfica de nuestro país. Referirse a la creciente demanda de energía eléctrica de las naciones en desarrollo.

Mencionar las centrales nucleares como instalaciones que transforman la energía almacenada en el núcleo de los átomos en energía térmica, la que a su vez es empleada para producir energía eléctrica. Destacar que es la forma más eficiente de obtener esta última, aunque la materia prima, uranio radioactivo, es escasa y el proceso tiene riesgos y es contaminante.

- Indicar los peligros para la salud de las personas de mantener o manipular baterías eléctricas en desuso en los hogares debido, entre otras cosas, a su alto contenido de plomo.

Tópico	Detalle de contenidos
FIGURAS CIENTÍFICAS	El conocimiento de las personas, los medios con que contaban, las limitantes y el contexto histórico que los rodeaba, permite valorar en una mayor dimensión la contribución de los científicos a la sociedad.

Actividades genéricas, ejemplos y sugerencias para el docente

Investigan el contexto histórico en que se descubrieron los fenómenos relacionados con la electricidad y el magnetismo, a través de figuras tales como André Ampere, Michael Faraday, James Watt, James Maxwell, Joseph Thomson, etc.

1. ● Escribir una biografía sobre uno o varios de los científicos relacionados con la investigación de los fenómenos eléctricos y/o magnéticos, resaltando la importancia de sus descubrimientos y el contexto histórico de su trabajo.

Ella debe incluir, como mínimo: el nombre completo del científico, fechas en que vivió, nacionalidad, datos acerca de su formación, lugar donde trabajó, especialidad, y lista de aportes a la ciencia.

INDICACIONES AL DOCENTE:

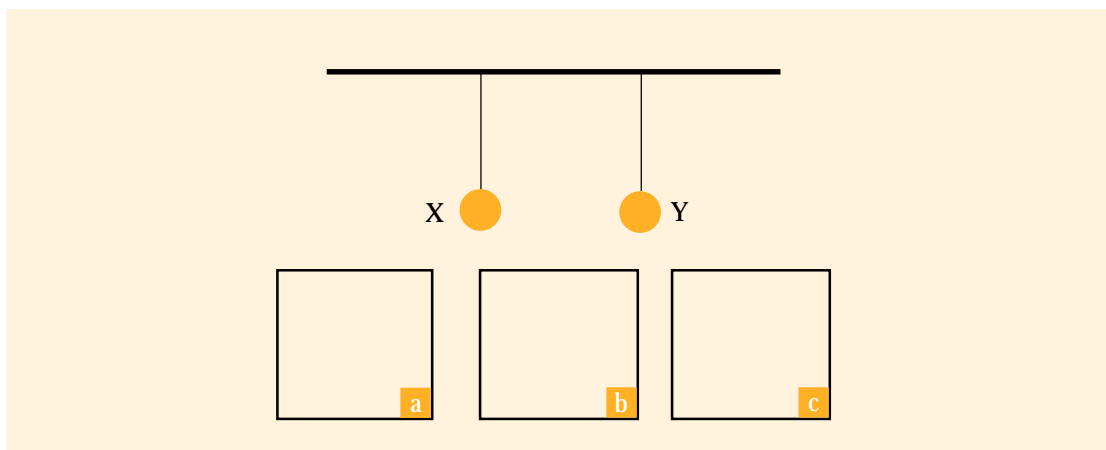
■ Es conveniente especificar a los estudiantes el modo en que será evaluado el trabajo: los plazos de entrega, criterios de corrección, etc. Es necesario que el trabajo sea elaborado por el estudiante y, para lograrlo, una de las medidas posibles puede ser el no permitir transcripciones textuales de ninguna fuente. Es conveniente recomendar también que la información gráfica del documento que se entregue corresponda a dibujos realizados por los propios estudiantes evitando en lo posible fotocopias de dibujos, fotos y esquemas impresos.

■ Recomendar a los estudiantes una bibliografía adecuada al nivel con que se desarrollaron los temas en clase o bien orientarlos en su búsqueda. Motivar a buscar, por ejemplo, información en Internet y en enciclopedias de multimedia.

Recomendar a los estudiantes el realizar su trabajo ayudándose de un procesador de textos.

Ejemplos de preguntas y problemas para la evaluación

1. La figura muestra dos péndulos X e Y aislados eléctricamente y neutros. Dibuje la disposición que tomarán ellos si:
- X e Y se cargan positivamente
 - X se carga positivo e Y negativo
 - X se carga negativo e Y permanece neutro



2. Señale el nombre de tres aparatos caseros que usen corriente alterna y tres que usen corriente continua:

Corriente alterna

1)

2)

3)

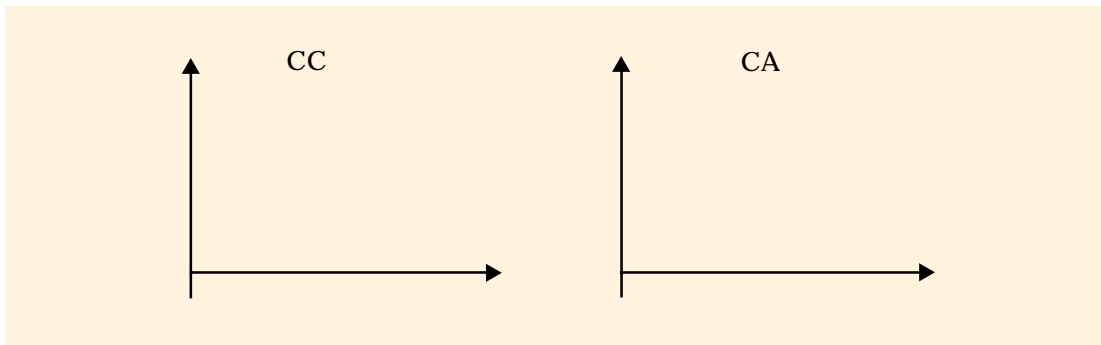
Corriente continua

1)

2)

3)

3. En los dos gráficos siguientes dibuje en forma aproximada la representación del voltaje en función del tiempo de una corriente continua (CC) y una alterna (CA):



4. En un experimento, un conductor fue sometido a diversos voltajes. Al medir las tensiones y la intensidad de corriente se obtuvo la siguiente tabla de valores:

$V \pm 0,5$ volt	2,1	4,0	6,1	7,9	10,0	12,1
$I \pm 0,01$ A	0,15	0,30	0,45	0,60	0,65	0,90

- Dibuje la gráfica usando los datos de la tabla.
- Señale el significado de las cantidades $\pm 0,5$ volt y $\pm 0,01$ A.
- Determine la resistencia del conductor (valor aproximado).

5. Indique la función que cumplen los siguientes elementos de un circuito eléctrico domiciliario:

Fusible

Línea a tierra

Interruptor

6. En la placa de información de un televisor aparece la siguiente indicación : 220 V 50 Hz
165 W

- a) Explique el significado de estas magnitudes

220 V :

50 Hz :

165 W :

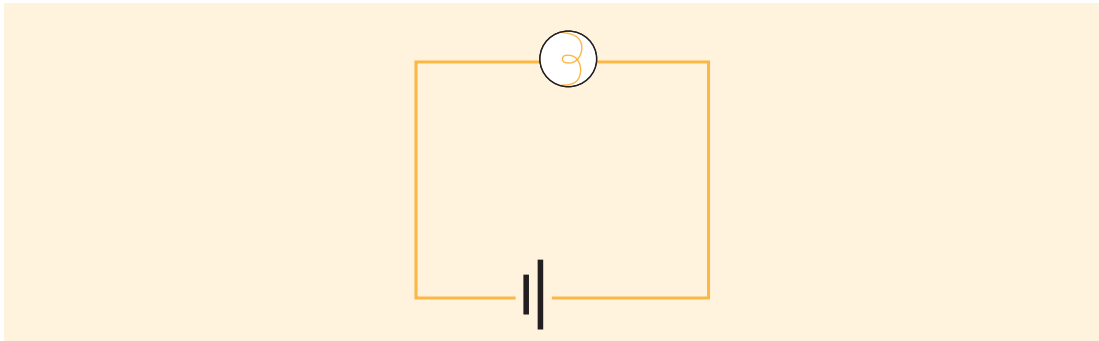
- b) ¿Cuál es la intensidad de corriente eléctrica que circula por el televisor?
- c) Suponga que durante el horario de las noticias están funcionando simultáneamente un millón de televisores en nuestro país. ¿Cuál debe ser la potencia mínima de una central eléctrica, sólo para abastecer a todos esos televisores durante una hora?

7. Las ampolletas comunes de filamento de 75 W pueden ser reemplazadas por una ampolleta de descarga de 15 W, la que genera luz de la misma intensidad.

- a) Explique cómo la “ampolleta de descarga” de 15 W puede producir la misma luminosidad que la común de 75 W.

- b) Si en los hogares se usaran las ampolletas de descarga, se reduciría la contaminación. Explique por qué. Tenga presente que en nuestro país hay un número importante de centrales térmicas.

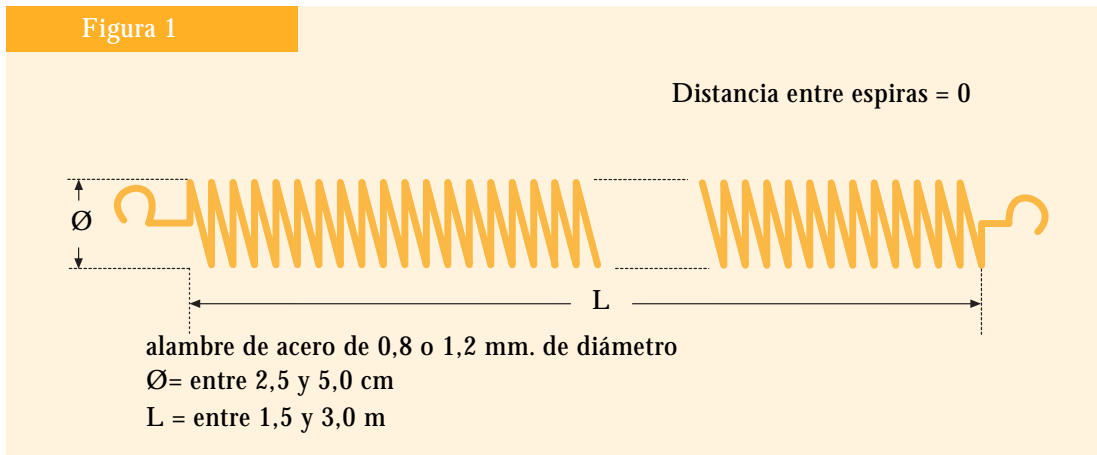
- 8) Los punto A y B del circuito se pueden conectar entre sí a través de diferentes objetos. Señale los casos en que la ampolleta se enciende :



Objetos	Sí / No
a) mina de un lápiz de grafito	
b) moneda de cobre	
c) regla de plástico	
d) clavo de acero	
e) papel de un cuaderno	
f) agua destilada	

Anexo A: Equipo de laboratorio

1. Especificaciones para un buen resorte para el estudio de las ondas



2. Cubeta para ondas

Para disponer de una cubeta para ondas se puede utilizar un recipiente rectangular cualquiera de unos 30 centímetros de lado, más de 2 centímetros de altura y base relativamente plana (las tapas de algunos envases pueden ser adecuadas).

Llenando con agua hasta un nivel de poco menos de 1 centímetro de altura pueden observarse bastante bien las ondas que se generan en su superficie al tocarla, por ejemplo, con la punta de un lápiz. Mirando desde los bordes del recipiente con luz indirecta, los estudiantes podrán así observar fácilmente la propagación, reflexión, refracción y absorción de ondas.

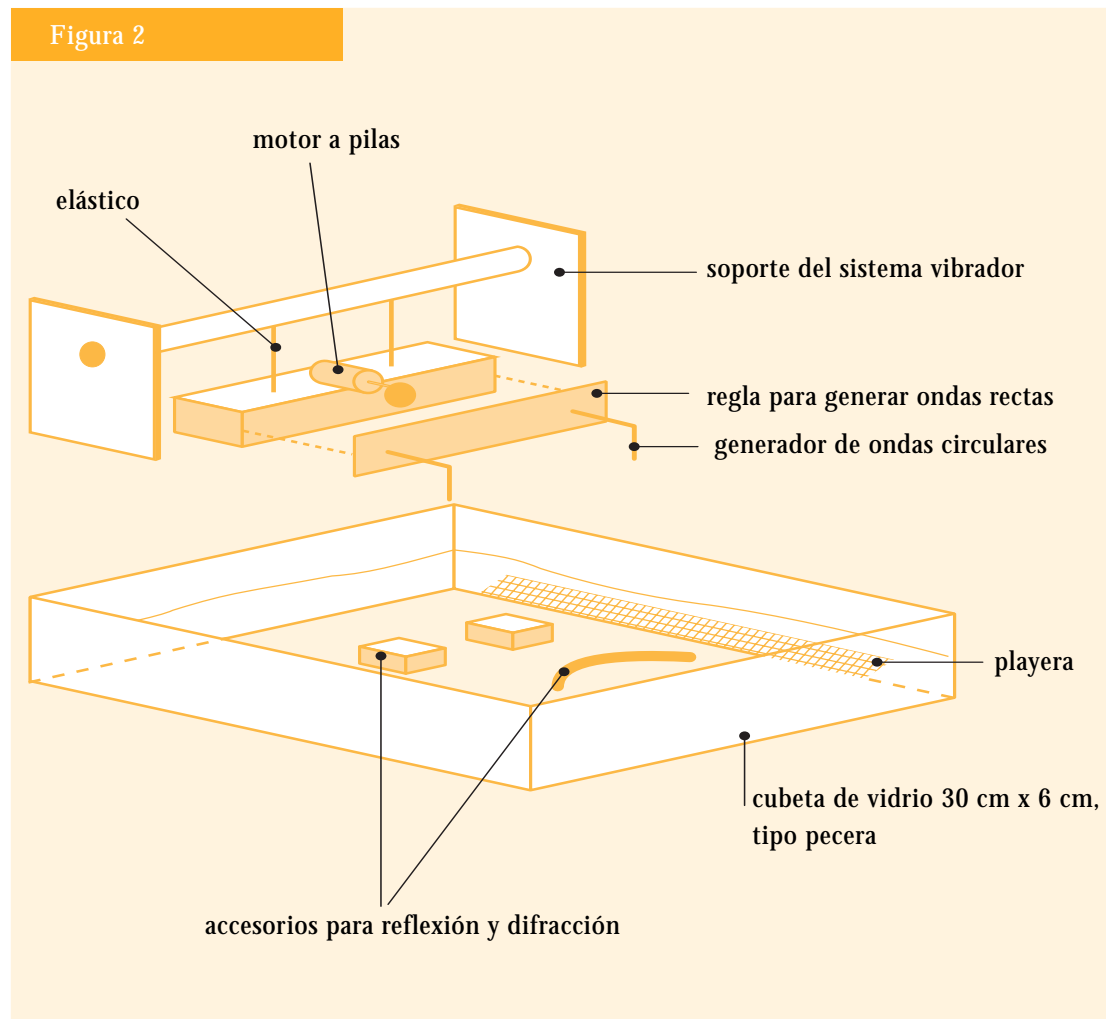
Si se dispone de un retroproyector y la cubeta es de fondo transparente ésta puede ponerse sobre aquél. La imagen que se proyecta en el telón permite observar, en excelentes condiciones, experimentos con ondas superficiales en que participe todo el curso.

Para generar ondas periódicas en una cubeta, puede fabricarse un vibrador colocando un pequeño motor eléctrico (por ejemplo, el de un juguete a pila o el de una grabadora de cassettes descompuesta) en un trozo de madera que cuelgue, por medio de elásticos, de una barra horizontal que se apoye en los bordes de la cubeta. Al eje del motor se le puede insertar un pequeño trozo de goma de borrar ligeramente descentrado (ver figura 2). Al hacer funcionar el pequeño motor, todo el sistema vibrará. La frecuencia de estas vibraciones se ajusta regulando el voltaje de alimentación del motor. Para generar frentes de ondas circulares, al trozo de madera se podrá fijar un alambre que toque levemente el agua; o dos alambres que toquen el agua, si se desea generar dos frentes de ondas en igual fase y producir interferencia. También se podrá fijar al trozo de madera una pequeña regla de plástico para generar frentes de ondas rectos. Estos últimos, al incidir perpendicularmente sobre

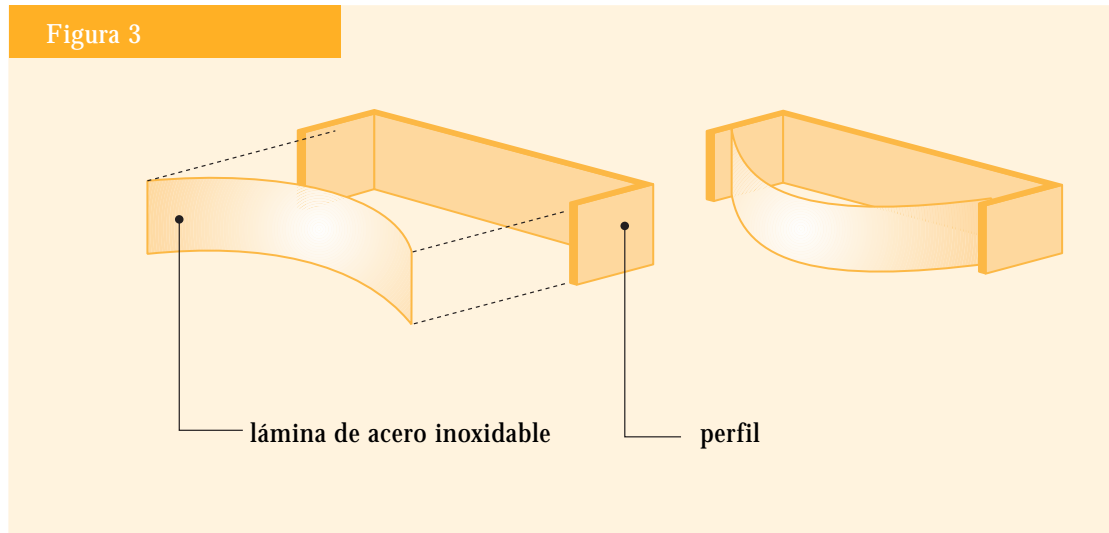
una barrera reflectora, también recta, introducida en el agua, permitirán observar claramente ondas estacionarias.

Si se construyen dos sistemas vibradores como el descrito, será posible producir frentes de ondas con fases diferentes. Con un poco de paciencia pueden buscarse las frecuencias adecuadas para observar nítidamente cómo se desplazan las líneas nodales y visualizar así lo que análogamente se percibe en las pulsaciones producidas por dos diapasones.

Algunos accesorios simples, como los que se indican en la figura 2, permitirán observar reflexión de frentes de ondas rectos y curvos en barreras también rectas y curvas, absorción de ondas y difracción.



3. Construcción de espejos curvos



Anexo B: Evaluación

Criterios y descriptores para la evaluación de pruebas, trabajos prácticos, tareas e informes

El uso de la evaluación en un sentido formativo, que permita juzgar la efectividad del proceso de enseñanza, es esencial para permitir a los estudiantes y educadores identificar sus fortalezas y debilidades y, por tanto, hacer las correcciones adecuadas para el logro de los objetivos del programa.

Los criterios de evaluación de los trabajos derivan tanto de los Objetivos Fundamentales del currículum específico de Física como de los Objetivos Transversales. Como la evaluación debe basarse en una variada gama de actividades y procedimientos, ya que ninguno cubrirá por sí sólo todos los objetivos, los docentes son libres de elegir la naturaleza de la evaluación que quieran utilizar. Sin embargo, es conveniente que en este nivel los profesores y profesoras utilicen algunos criterios de evaluación específicos y de acuerdo al nivel de desarrollo del alumnado.

Cada uno de los criterios de evaluación debe tener descriptores de desempeño, de modo que quede claro, tanto para el educando como para el docente, los niveles de desempeño esperados para cada uno de los criterios.

A continuación se proponen criterios de evaluación para los trabajos prácticos y/o informes, y los descriptores correspondientes. Es importante notar que el puntaje que aparece a la izquierda de cada descriptor debe tomarse como una mera sugerencia.

CRITERIO “CONCEPTOS CIENTÍFICOS Y MANEJO DE CONTENIDOS”

Los estudiantes deben mostrar un buen manejo de los conceptos y de los contenidos relacionados con el tema, demostrando comprensión y aplicándolos a situaciones novedosas.

PUNTAJE	DESCRIPTORES
0	no conoce los conceptos y contenidos relacionados con el tema;
1-2	maneja algunos conceptos y contenidos, pero no logra relacionarlos para aplicarlos a situaciones que requieran un enfoque más global;
3-4	es capaz de manejar los conceptos y contenidos aplicándolos en forma apropiada a la situación problemática;
5-6	demuestra comprensión de conceptos y contenidos, y es capaz de seleccionar información y métodos apropiados para resolver situaciones complejas.

CRITERIO “COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA, UTILIZANDO LENGUAJE APROPIADO”

Es importante que los estudiantes muestren habilidad para reconocer, utilizar e interpretar vocabulario científico como, por ejemplo, el uso de símbolos, unidades adecuadas, gráficos y diagramas, leyes, etc.

PUNTAJE	DESCRIPTORES
0	no utiliza ni reconoce el vocabulario científico;
1-2	sólo utiliza y reconoce un vocabulario científico básico;
3-4	es capaz de usar y reconocer una variada gama de vocabulario científico y presentar su trabajo en forma apropiada;
5-6	es capaz de usar en forma consistente la totalidad del vocabulario científico de modo apropiado y con precisión.

CRITERIO “RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN”

Los estudiantes deben ser capaces de recoger información de las más variadas fuentes y extraer las conclusiones apropiadas. Esta información la pueden obtener observando y registrando datos, usando publicaciones adecuadas u otros medios.

PUNTAJE	DESCRIPTORES
0	no es capaz de recoger información pertinente;
1-2	es capaz de recolectar información pertinente o hace mediciones que son apropiadas para su trabajo;
3-4	es capaz de recolectar información o hacer mediciones que son apropiadas para su trabajo y las manipula y presenta como una información relevante;
5-6	es capaz de interpretar y evaluar en forma consistente la información o los datos obtenidos.

Anexo C: Unidades y símbolos

En este programa se utiliza el Sistema Internacional de Unidades (S.I.), hoy adoptado convencionalmente por la mayoría de los países.

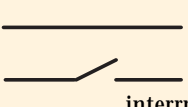
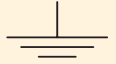
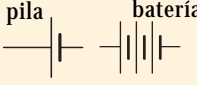
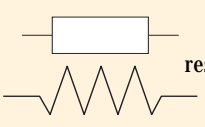
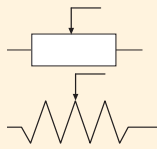
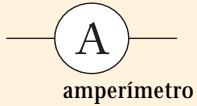
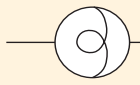
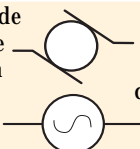
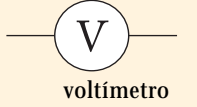
Unidades básicas

Cantidad	Nombre	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampere	A

Algunas unidades derivadas

Cantidad	Nombre	Símbolo	
frecuencia	hertz	Hz	s^{-1}
velocidad		m/s	
aceleración		m/s^2	$kg \cdot m/s^2$
fuerza	newton	N	
trabajo, energía	joule	J	$N \cdot m$
potencia	watt	W	J/s
carga eléctrica	coulomb	C	$A \cdot s$
potencial eléctrico	volt	V	W/A
resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A

Símbolos recomendados para electricidad

 <p>hilo interruptor</p>	 <p>tierra</p>	 <p>pila batería</p>
 <p>resistor</p>	 <p>resistor variable o róstato</p>	 <p>A amperímetro</p>
 <p>ampolleta</p>	 <p>dínamo de corriente continua dínamo de corriente alterna</p>	 <p>V voltímetro</p>

Anexo D: Bibliografía

Las siguientes obras contienen material de utilidad en relación a los contenidos tratados en este documento.

Alvarenga B. Máximo A. (1976), *Física General* (Editorial Harta, 3a edición, Colombia) 994 páginas.

Claridad en la exposición de conceptos, variedades de ejemplos, actividades y novedosos problemas lo convierten en un excelente apoyo para los estudiantes de Educación Media.

Bueche, Frederick J. (1991), *Fundamentos de Física* (McGraw-Hill, quinta edición, México) 2 tomos 500 páginas cada uno.

En el tomo I se tratan las “Vibraciones y ondas” y el “Sonido”; en el tomo II se estudia con bastante profundidad los temas relativos a la electricidad, magnetismo y óptica. Lo caracteriza un buen nivel de exposición de los temas, buenas ilustraciones y una buena cantidad de problemas para cada uno de los temas que trata. No deja de lado los aspectos históricos y posee excelentes apartados con temas bien escogidos.

Su nivel matemático se limita sólo al álgebra.

Carabello, Olano, Torruella y otros (1972), *Física: Una ciencia para todos* (Merrill Publishing Company, USA) 574 páginas.

Trata todos los temas: ondas, luz y electricidad son presentados en forma clara y directa. Dibujos, esquemas y fotografías a todo color, resúmenes, preguntas y problemas caracterizan este libro que sólo hace uso de matemáticas elementales.

Claro Huneeus, Francisco (1995), *A la sombra del asombro* (Editorial Andrés Bello, Santiago) 207 páginas.

Con sorprendente habilidad y elegancia, este libro nos muestra “el mundo visto por la física”. Hasta los aspectos más complejos de esta ciencia son expuestos en forma clara y amena. Lectura necesaria para los docentes de física y con muchos capítulos adecuados para los estudiantes.

Hewitt, Paul (1995), *Física conceptual* (Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 2º edición, USA) 738 páginas.

El énfasis en el concepto, explicaciones entretenidas, preguntas y actividades lo hacen muy atractivo para estudiantes que comienzan a descubrir los apasionantes caminos de la física.

Papp, Desiderio (1975), *Ideas Revolucionarias de la Ciencia* (Editorial Universitaria, Santiago) 3 tomos, 350 páginas cada uno.

Nos muestra con gran claridad en qué circunstancias y cómo se originaron los principales conceptos de la ciencia, y proporciona información amena sobre sus protagonistas.

Papp, Desiderio (1961), *Historia de la Física* (Espasa-Calpe, S. A. Madrid) 440 páginas.

Igual que el anterior, pero se reduce sólo a la física e incluye un importante apéndice con una selección de textos clásicos muy bien escogidos.

Serway, Raymond (1994), *Física* (Editorial McGraw-Hill, 3a edición, U.S.A.

Excelente texto de toda la física básica. Su mérito es el haber incluido a sus contenidos la física más reciente.

Van Bergijk, W.A. y J.R. Pierce, E.E. David (1963), *Las ondas y el oído* (Editorial Universitaria, Buenos Aires).

Describe los principios elementales de acústica y su relación con el oído en forma sencilla y breve.

Zitzawitz, Paul W. y Robert F. Neff (1997), *Física. Principios y problemas* (Editorial McGraw-Hill, Colombia) 270 páginas.

El tomo 2 expone los temas relativos a ondas, luz y electricidad de un modo claro y con una excelente diagramación e ilustraciones. Definición del nivel de logros, resúmenes, actividades de laboratorio, problemas, ejemplos, revisión de conceptos, apartados con aproximaciones a la tecnología son algunas de sus principales características.

Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios Primer a Cuarto Año Medio

Objetivos Fundamentales

1

Primer Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Observar críticamente fenómenos cotidianos asociados a la luz, el sonido y la electricidad; comprenderlos sobre la base de conceptos físicos y relaciones matemáticas elementales.
2. Apreciar la importancia de formular hipótesis en la búsqueda de una explicación a los fenómenos que se observan.
3. Aplicar el conocimiento adquirido con fines prácticos en lo cotidiano; dominar relaciones sencillas entre magnitudes físicas y apreciar la cualidad cuantitativa de la física.
4. Apreciar la importancia del conocimiento científico para la cultura y la tecnología; entender su historicidad, su carácter provisorio y sus límites para el conocimiento integral de la realidad.
5. Pensar con rigor; analizar críticamente y comunicar información científica relevante.

2

Segundo Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Comprender los fenómenos cotidianos asociados al movimiento y el calor, y las formas de energía asociadas a ellos, sobre la base de conceptos físicos y relaciones matemáticas elementales.
2. Apreciar la situación de la Tierra y el sistema solar en el universo, a través de un conocimiento básico manejo de grandes magnitudes temporales y espaciales; apreciar el carácter privilegiado de la Tierra para albergar la vida, y la responsabilidad de cada uno en la preservación del ambiente favorable para su existencia.
3. Hacer mediciones con precisión apropiada; comprender que las mediciones van siempre acompañadas de un cierto grado de error y la importancia de tomarlos en cuenta.
4. Entender que el método científico incluye la observación y caracterización cuidadosa de un fenómeno, la formulación de una hipótesis explicativa acerca de su origen, la proposición de una predicción a partir de la hipótesis y su posterior confirmación experimental; diseñar un procedimiento experimental simple.
5. Comprender que la ciencia busca la verdad acerca de la naturaleza y que el método científico requiere de apertura a nuevas ideas, una actitud crítica constante y una disposición a abandonar teorías que no se avengan con lo observado.
6. Comprender que en la ciencia existen muchas preguntas sin resolver y que deben existir también muchas preguntas por formular.

3

Tercer Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Aplicar las nociones físicas fundamentales para explicar y describir el movimiento circular; utilizar las expresiones matemáticas de estas nociones en situaciones diversas.
2. Aplicar el concepto de conservación de la energía en sistemas mecánicos y apreciar su vasta generalidad a través de una variedad de ejemplos; cuantificar el efecto del roce en el movimiento.
3. Entender aspectos del comportamiento de los fluidos, como capilaridad, presión, flotación; analizar la expresión de estos principios en fenómenos cotidianos, en aparatos tecnológicos y en el funcionamiento de sistemas como el circulatorio sanguíneo.
4. Entender la importancia del cálculo y de la formulación matemática de los principios de la física, a través de su efectividad en la explicación y predicción de fenómenos.
5. Entender que las explicaciones y teorías físicas se han elaborado en determinados contextos históricos.
6. Sistematizar el manejo de datos de la observación, utilizando gráficos, tablas y diagramas; apreciar su utilidad en el análisis de tendencias.

4

Cuarto Año Medio

Los alumnos y las alumnas desarrollarán la capacidad de:

1. Aplicar a un nivel elemental las nociones físicas de campo eléctrico y campo magnético y sus relaciones para comprender la enorme variedad de fenómenos de la vida diaria que depende de ellos.
2. Utilizar la noción de átomo y su estructura para comprender los fenómenos subyacentes de lo que se observa en la vida diaria; apoyarse en estas nociones para relacionarse con otros campos del conocimiento científico como la química y la biología molecular.
3. Apreciar la complejidad y eficacia del conocimiento científico; reconocer sus aportes a la interpretación del mundo y al desarrollo de nuevas tecnologías. Reconocer el impacto que ha tenido, en sus aspectos positivos y negativos, sobre la forma de vida contemporánea.
4. Recoger, sistematizar y evaluar información científica de diversas fuentes y comunicar los resultados en forma oral y escrita.

Contenidos Mínimos Obligatorios

1

Primer Año Medio

El sonido

1. Vibración y sonido
 - a. Objetos en vibración introducidos fenomenológicamente: cuerdas, láminas, cavidades, superficie del agua. Relación entre frecuencia de la vibración y altura del sonido, entre amplitud de la vibración e intensidad del sonido.
 - b. Comparación entre las propiedades de reflexión, transmisión y absorción en diferentes medios como la madera, la piedra, la tela, etc.
 - c. Descripción de la fisiología del oído en relación con la audición. Rangos de audición: el decibel.
2. Ondas y sonido
 - a. La cuerda vibrante. Relación entre longitud y tensión con su frecuencia. Resonancia.
 - b. Distinción entre ondas longitudinales y transversales, ondas estacionarias y ondas viajeras. Longitud de onda y su relación con la frecuencia y velocidad de propagación. Reconocimiento del efecto Doppler en situaciones de la vida diaria. Su explicación cualitativa en términos de la propagación de ondas.
 - c. El espectro sonoro: infrasonido, sonido y ultrasonido. Aplicaciones del ultrasonido en medicina y otros ámbitos.
3. Composición del sonido
 - a. Relación entre superposición de ondas y timbre de un sonido. Pulsaciones entre dos tonos de frecuencia similar.
 - b. Construcción de instrumentos musicales simples: de percusión, cuerdas o viento.

2

Segundo Año Medio

El movimiento

1. Descripción del movimiento
 - a. Caracterización y análisis de movimientos rectilíneos. Conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración, en su aspecto intuitivo y su formulación gráfica y analítica. Su medición notando la existencia de errores. Discusión de este hecho y su universalidad en física.
 - b. Sistemas de referencia. Su importancia para describir el movimiento relativo. El rol de Galileo Galilei en la formulación de estos conceptos. Contexto histórico.
2. Fuerza y movimiento
 - a. El concepto de fuerza que actúa sobre un objeto. Fuerza de acción y fuerza de reacción. Formulación y discusión del principio de inercia.
 - b. Relación entre fuerza que actúa sobre un móvil y su aceleración. Concepto de masa inercial. Ejemplos en la naturaleza: en el cosmos, la vida diaria, el mundo de lo más pequeño, con énfasis en la disparidad de valores. Uso de la notación científica.
 - c. Definición de momentum lineal. Su conservación; demostración experimental.
 - d. Fuerza de gravedad cerca de la superficie de la Tierra. Cálculo del itinerario de un objeto en movimiento vertical. Ilustración del carácter predictivo de las leyes de la dinámica.
 - e. Caracterización cualitativa del fenómeno del roce. Distinción entre roce estático y roce dinámico. Efecto del pulimento o lubricación de las superficies de contacto. Apreciación de estos conceptos en situaciones de la vida cotidiana y discusión de predicciones acerca

3

Tercer Año Medio

Mecánica

1. Movimiento circular
 - a. Movimiento circular uniforme. Distinción entre velocidad lineal y velocidad angular. Concepto vectorial de la velocidad. Rapidez constante y velocidad variable en el movimiento circular. Aceleración centrípeta.
 - b. Manifestaciones del movimiento circular y de la fuerza centrípeta en ejemplos tales como el auto en la curva, las boleadoras, el sistema planetario.
 - c. Nociones de momento angular. Reconocimiento de su conservación a través de demostraciones y ejemplos simples de movimiento circular.
2. Conservación de la energía mecánica
 - a. Comprobación de la independencia del tiempo de la energía mecánica en la caída libre sobre la superficie de la Tierra.
 - b. Representación gráfica y discusión de la energía potencial gravitacional en una montaña rusa. Deducción del valor de la energía cinética en este movimiento. Puntos de equilibrio estable e inestable. Puntos de retorno.
 - c. Disipación de energía y roce. Definición de los coeficientes de roce estático y dinámico. Magnitud y dirección de la fuerza de roce en cada caso. Su dependencia de la fuerza normal a la superficie de contacto.
 - d. Aplicaciones cuantitativas a situaciones de la vida diaria a través de la resolución de problemas diversos en modalidad individual y grupal.

4

Cuarto Año Medio

Electricidad y magnetismo

1. Fuerzas entre cargas
 - a. Cargas en reposo. Fuerza de Coulomb en distintas situaciones. Campo y potencial eléctrico. Aplicaciones a la electricidad atmosférica.
 - b. El condensador de placas paralelas. Su capacidad en términos de la geometría y el dieléctrico.
 - c. Cargas en movimiento. Cálculo y análisis gráfico de la trayectoria de una carga en un campo eléctrico constante y uniforme.
 - d. Fuerza magnética sobre una carga en movimiento. Observación y análisis de la fuerza entre dos conductores rectilíneos que portan corriente. Descripción de la trayectoria de una carga en un campo magnético homogéneo.
2. Circuito de corriente alterna
 - a. Carga y descarga de un condensador. Análisis gráfico de la dependencia temporal del voltaje entre las placas.
 - b. Demostración experimental de la corriente inducida por el movimiento relativo entre una espira y un imán. Inducción electromagnética: leyes de Michael Faraday y Heinrich Lenz. Inductancia y su efecto cualitativo en un circuito de corriente variable en el tiempo.
 - c. Circuito LC. Frecuencia propia asociada. Comparación con el movimiento armónico simple. Oscilaciones forzadas y resonancia. Efecto de una resistencia. Aplicaciones, como en la sintonización de frecuencias.
3. Ondas electromagnéticas
 - a. Descripción cualitativa de la interrelación entre campos eléctricos y magnéticos que varían sinusoidalmente en el tiempo. Radiación de cargas aceleradas.

- c. Elaboración de un informe sobre un tema integrador, como podría ser las causas y consecuencias de la contaminación acústica, la acústica de una sala, etc., que contemple la revisión de distintas fuentes, incluyendo recursos informáticos.

La luz

1. Propagación de la luz
 - a. Observación fenomenológica del hecho que la luz se refleja, transmite y absorbe, al igual que el sonido. Distinción entre la propagación de una onda en un medio (sonido) y en el vacío (luz). Historia del debate entre la hipótesis corpuscular y la hipótesis ondulatoria, para explicar estos fenómenos.
 - b. Derivación geométrica de la ley de reflexión, a partir del principio de Fermat. Distinción cualitativa del comportamiento de la luz reflejada por espejos convergentes y divergentes. Espejos parabólicos.
 - c. Distinción cualitativa entre lentes convergentes y divergentes. La óptica del ojo humano. Defectos de la visión y su corrección mediante diversos tipos de lentes.

- d. El telescopio y su impacto en nuestra concepción del Universo a través de la historia.
2. Naturaleza de la luz
 - a. Demostración fenomenológica de la descomposición de la luz blanca en un prisma. El arco iris: debate acerca de diversas hipótesis explicativas de su origen.
 - b. La luz como una onda. Observación y discusión de esta característica a través de la difracción en bordes y fenómenos de interferencia.
 - c. Distinción entre luz visible, radiación infrarroja y ultravioleta, rayos X, microondas, ondas de radio. El radar. El rayo láser como fuente de luz coherente y monocromática.

del comportamiento de objetos que se mueven en presencia de roce en situaciones diversas.

- f. Introducción fenomenológica del torque. Deducción y aplicación de la relación entre torque y rotación.
- g. Diseño y realización de un procedimiento experimental que ponga a prueba las nociones sobre fuerza y movimiento desarrolladas anteriormente. Comunicación de los resultados a través de un informe.
3. Energía mecánica
 - a. Concepto de trabajo mecánico a partir de la fuerza aplicada. Potencia mecánica.
 - b. Trabajo y energía potencial debida a la fuerza de gravedad cerca de la superficie de la Tierra. Energía cinética. Conservación de la energía mecánica en ausencia del roce.

El calor

1. La temperatura
 - a. Equilibrio térmico. Termómetros y escalas de temperatura. Escalas de Kelvin y de Celsius.
 - b. Dilatación de la materia con el aumento de la temperatura: su manifestación en materiales diversos. El termómetro médico y su uso. El caso contrario del agua: importancia de aceptar lo inusual y su rol en la generación de nuevos conocimientos.
2. Materiales y calor
 - a. Introducción fenomenológica del calor como una forma de energía. Definición del calor específico y distinción de esta propiedad en diversos materiales como el agua, el cobre, etc.

- b. Transmisión de calor a través de un objeto y su relación con diferencia de temperatura. Distinción fenomenológica entre medios con conductividad térmica diferente, como el vidrio, el metal, el aire, etc.
- c. Distinción de las diferentes fases en que se encuentra la materia: temperaturas de fusión y vaporización. El agua y otros ejemplos. Influencia del calor en los cambios de fase. Descripción del calor como movimiento de átomos en las diferentes fases.
- d. Roce y calor. Sensibilidad térmica de la piel y discusión acerca de su utilidad para apreciar la temperatura de un cuerpo: discusión del error en que se incurre con esta forma de medir.
3. Conservación de la energía
 - a. Introducción fenomenológica de la transformación de

Fluidos

1. Hidrostática
 - a. Distinción entre fluidos, por ejemplo, líquidos, gases y sólidos rígidos. Descripción elemental en términos del movimiento de los átomos o moléculas que los componen.
 - b. Características de la presión en fluidos. Deducción de la expresión para la presión a distintas profundidades de un líquido. Aplicaciones, como los frenos y prensas hidráulicas. Medición de la presión sanguínea.
 - c. El principio de Arquímedes introducido a través de la observación experimental. Determinación de las condiciones de flotabilidad de un objeto: su dependencia de la naturaleza del fluido, por ejemplo, agua, aire,

etc. Elaboración de una tabla de datos experimentales: uso de gráficos y análisis de tendencias.

- d. Observación y caracterización del fenómeno de la capilaridad. Su importancia en el mundo vegetal, animal y otros ejemplos.
2. Hidrodinámica
 - a. Expresión de Daniel Bernoulli para la conservación de la energía en un fluido. Discusión y aplicaciones a situaciones como la sustentación de los aviones, los sistemas de riego, etc.
 - b. Objetos que se mueven en un fluido: roce y velocidad terminal. Ejemplos tales como el paracaídas, la lluvia, etc.

- c. Nociones acerca de los aspectos físicos del sistema cardiovascular. Presión sanguínea.
- d. Elaboración individual de un escrito y exposición oral acerca de un personaje científico como Arquímedes, Isaac Newton, Daniel Bernoulli, etc., que incluya una descripción y discusión de sus principales contribuciones a la ciencia.

- b. Transmisión y recepción de ondas electromagnéticas. Descripción cualitativa del funcionamiento de antenas simples. Aplicaciones en telecomunicaciones: por ejemplo, radio, televisión, telefonía, etc.

Mundo atómico

1. El átomo
 - a. Constituyentes del átomo: descripción cualitativa del experimento de Ernest Rutherford. Análisis mecánico del modelo de Niels Bohr para el átomo de hidrógeno.
 - b. Formulación del principio de incertidumbre. Discusión, a través de ejemplos, de su ámbito de relevancia fenomenológica: el mundo atómico y el ámbito macroscópico. Abandono del concepto clásico de trayectoria y sus consecuencias en la descripción del movimiento.
2. El núcleo atómico
 - a. Dimensiones del núcleo en relación al átomo. Protones y neutrones. Su masa, carga eléctrica y spin. Isótopos.

- b. Descripción fenomenológica del decaimiento radiactivo. Vida media. Radioactividad natural. Ejemplos como las aplicaciones en medicina, la datación geológica y arqueológica, etc.
- c. El núcleo atómico como fuente de energía. Relación entre masa y energía. Aplicaciones en fenómenos como el decaimiento del neutrón, la fisión y la fusión nuclear.
- d. Fuerzas nucleares. Nociones elementales acerca de cómo se mantiene unido el núcleo. Comparación de la magnitud relativa de las fuerzas fundamentales de la naturaleza.
- e. Investigación bibliográfica y ensayo acerca de un tema de la física contemporánea, que contemple la revisión de diversas fuentes, incluyendo recursos informáticos; y presentación oral y escrita.

- d. La luz como una forma de energía. Descripción del espectro de radiación del Sol y su carácter de principal fuente de energía para la vida en la Tierra.

La electricidad

1. Carga y corriente eléctrica
 - a. La presencia de la electricidad en el entorno: la casa, el pueblo, la ciudad. Debate sobre su importancia en la vida moderna.
 - b. Carga eléctrica: separación de cargas por fricción. Atracción y repulsión entre cargas.
 - c. Corriente eléctrica: la electricidad como un flujo de carga eléctrica, usualmente electrones. Distinción cualitativa entre corriente continua y corriente alterna.
 - d. Obtención experimental de la relación entre resistencia, voltaje e intensidad de corriente, teniendo presente errores en la medición. Su representación gráfica y expresión matemática. Resistencia eléctrica. Discusión elemental acerca de su origen en metales,

sobre la base de una descripción elemental de su estructura atómica.

- e. Componentes y funciones de la instalación eléctrica doméstica: alambres, aislantes, conexión a tierra, fusibles, interruptores, enchufes.
2. Magnetismo y fuerza magnética
 - a. Magnetismo natural. La electricidad como fuente de magnetismo. Demostración experimental de que un alambre recto que porta corriente eléctrica produce un campo magnético.
 - b. Fuerza magnética sobre un conductor que porte corriente eléctrica: el motor eléctrico de corriente continua.
 - c. Observación y caracterización de los efectos del movimiento relativo entre una espira y un imán: el generador eléctrico.

energía mecánica en calor. Unidades y sus equivalencias: la caloría y el Joule.

- b. Conservación de la energía y sus transformaciones. Ejemplos integradores de las diversas formas de energías, como el automóvil, el refrigerador, los organismos vivos, etc.
- c. Discusión acerca de las consecuencias negativas del malgasto de energía, en términos de la finitud de recursos como el petróleo, y de la responsabilidad individual frente al problema.

La Tierra y su entorno

1. La Tierra
 - a. Descripción del tamaño, masa y composición de la Tierra. Nociones elementales acerca de su origen: enfriamiento, conformación de los océanos y continentes, las grandes cadenas montañosas.
 - b. El dinamismo del planeta: los sismos, las erupciones volcánicas, cambios en el relieve. Escalas de Richter y Mercalli. Los grandes sismos en Chile.
 - c. Discusión de las características únicas de la Tierra para la existencia de la vida: presencia de la atmósfera, el agua, las temperaturas adecuadas, etc. Análisis de la responsabilidad individual y colectiva frente a la contaminación de este ambiente privilegiado.

2. El sistema solar

- a. Descripción del sistema solar. Relación entre la atracción gravitatoria y las órbitas de planetas y cometas. Comparación entre sus diámetros, masas y órbitas. Descripción del universo geocéntrico de la antigüedad y de la transformación de esta visión en el Renacimiento.
- b. Los movimientos de la Tierra: día y noche, el año, las estaciones. Explicación elemental de las mareas sobre la Tierra.
- c. La luna. Su tamaño, sus movimientos y fases. La atracción gravitatoria en su superficie. Los eclipses.
- d. Presentación cualitativa de la teoría de gravitación de Isaac Newton. Su contexto histórico. Su excepcional capacidad de unificar diversos fenómenos. Su formulación como ejemplo del método científico.

- d. Realización de un proyecto que ilustre los principios de artefactos eléctricos, como la construcción de un electroimán, un motor, un circuito simple, etc.
- 3. Energía eléctrica
 - a. Potencia eléctrica en los utensilios domésticos. Manejo de la relación elemental entre corriente, potencia y voltaje en situaciones como el cálculo del consumo doméstico de energía eléctrica. Apreciación de la capacidad de la física de obtener resultados útiles a través de fórmulas matemáticas elementales.
 - b. Descripción de la generación de energía eléctrica por métodos tales como los hidráulicos, térmicos, eólicos, químicos, fotoeléctricos.
 - c. Contexto histórico en que se descubrieron los fenómenos asociados a la electricidad y el magnetismo a través de figuras tales como André Ampere, Michael Faraday, James Watt, James Maxwell, Joseph Thomson, etc.

3. El Universo

- a. Nociones acerca de las estrellas y su evolución. Dimensiones, composición y otras propiedades descriptivas del Sol.
 - b. La vía láctea y la situación del sistema solar en ella. Tipos de galaxias y estructura en gran escala del Universo.
 - c. Conocimiento de algunas concepciones antiguas y modernas acerca de la evolución del Universo. Las incógnitas del presente. Influencia de los descubrimientos de la física en la cultura.
 - d. La exploración espacial: observaciones astronómicas y vuelos espaciales. Los observatorios en Chile.
-