





**Física**  
**Ciencias Naturales**

**Programa de Estudio**  
**Segundo Año Medio**



**Ministerio de Educación**  
**REPÚBLICA DE CHILE**

Física / Ciencias Naturales  
Programa de Estudio, Segundo Año Medio, Formación General  
Educación Media, Unidad de Curriculum y Evaluación  
ISBN 956-7933-14-6  
Registro de Propiedad Intelectual N° 111.238  
Ministerio de Educación, República de Chile  
Alameda 1371, Santiago  
Noviembre de 1999

Santiago, octubre 1999

Estimados profesores:

EL PRESENTE PROGRAMA DE ESTUDIO de Segundo Año Medio ha sido elaborado por la Unidad de Curriculum y Evaluación del Ministerio de Educación y aprobado por el Consejo Superior de Educación, para ser puesto en práctica, por los establecimientos que elijan aplicarlo, a partir del año escolar del 2000.

En sus objetivos, contenidos y actividades busca responder a un doble propósito: articular a lo largo del año una experiencia de aprendizaje acorde con las definiciones del marco curricular de Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media, definido en el Decreto N° 220, de mayo de 1998, y ofrecer la mejor herramienta de apoyo a la profesora o profesor que hará posible su puesta en práctica.

Los nuevos programas para Segundo Año Medio plantean objetivos de aprendizaje de mayor nivel que los del pasado, porque la vida futura, tanto a nivel de las personas como del país, establece mayores requerimientos formativos. A la vez, ofrecen descripciones detalladas de los caminos pedagógicos para llegar a estas metas más altas. Así, al igual que en el caso de los programas del nivel precedente, los correspondientes al Segundo Año Medio incluyen numerosas actividades y ejemplos de trabajo con alumnos y alumnas, consistentes en experiencias concretas, realizables e íntimamente ligadas al logro de los aprendizajes esperados. Su multiplicidad busca enriquecer y abrir posibilidades, no recargar ni 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 y alumnas.

Los nuevos programas son una invitación a los docentes de Segundo Año Medio para ejecutar una nueva obra, que sin su concurso no es realizable. Estos programas demandan cambios importantes en las prácticas docentes. Ello 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. Lo que importa en el momento inicial es la aceptación del desafío y la confianza en los resultados del trabajo hecho con cariño y profesionalismo.



José Pablo Arellano Marín  
Ministro de Educación



Presentación	9
Objetivos Fundamentales	14
Cuadro sinóptico: Unidades, subunidades y distribución temporal	15
Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa	16
<b>Unidad 1: El movimiento</b>	<b>18</b>
1. Descripción del movimiento	21
a) Análisis del movimiento	21
b) Relatividad del movimiento	27
2. Fuerza y movimiento	32
a) Fuerza, inercia y ley de acción y reacción	32
b) Fuerza, masa y aceleración	37
c) Conservación de la cantidad de movimiento	40
d) Ley de caída libre	44
e) El roce, sus causas y sus efectos	48
f) Torque y rotación	53
g) Diseño de un experimento dinámico	55
3. Energía mecánica	56
a) Trabajo mecánico y potencia	56
b) Trabajo y energía	59
Ejemplos de evaluación de la unidad	62
<b>Unidad 2: El calor</b>	<b>68</b>
1. La temperatura	70
a) Medición de la temperatura	70
b) Dilatación térmica y el termómetro	76
2. Materiales y calor	81
a) La energía calórica y los materiales	81
b) Transmisión del calor	85
c) Cambios de estado (fase)	94
d) Roce, calor y el sentido térmico	99

3. Conservación de la energía	101
a) Equivalente mecánico del calor	101
b) Transformaciones de energía y su conservación	103
c) Los recursos energéticos	106
Ejemplos de evaluación de la unidad	108
<b>Unidad 3: La Tierra y su entorno</b>	<b>112</b>
1. La Tierra	114
a) Dimensiones, origen y evolución del planeta	114
b) El dinamismo del planeta	119
c) Nuestro planeta, ambiente para la vida	122
2. El sistema solar	124
a) Visión del sistema solar	124
b) La Tierra y sus movimientos	128
c) La Luna	133
d) La ley de gravitación de Newton, ejemplo de teoría	137
3. El Universo	140
a) Las estrellas	140
b) La Vía Láctea y otras galaxias	144
c) Evolución del conocimiento del Universo	146
d) La exploración del espacio	148
Ejemplos de evaluación de la unidad	151
Anexo A: Equipo de laboratorio	155
Anexo B: Criterios y descriptores para la evaluación	156
Anexo C: Unidades, símbolos y datos del sistema solar	159
Anexo D: Bibliografía	161
Índice alfabético	165
Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios	
Primer a Cuarto Año Medio	171

## Presentación

ENTRE LOS LOGROS INTELECTUALES más sorprendentes de la humanidad se encuentra la Física. Gracias a ella, somos capaces de penetrar más allá de lo inmediato que nos revelan los sentidos. Lo que vemos hoy en el cielo nocturno no es sólo una miriada de luminarias más o menos iguales, sino que, gracias a la observación y la reflexión de grandes pensadores a lo largo de los siglos, reconocemos una gran variedad de objetos sorprendentes como agujeros negros, estrellas de neutrones, otros sistemas planetarios como el nuestro, galaxias de diversos tipos, e incluso podemos relatar la evolución del Universo desde sus inicios. Lo que observamos cuando el agua se evapora, o cuando un bailarín recoge los brazos para girar, no es sólo el fenómeno, sino que además somos capaces de penetrar hasta sus fundamentos, y referirlos al comportamiento de átomos minúsculos o a grandes leyes de conservación que rigen al Universo completo. Este hoy vasto cuerpo de conocimientos que es la Física es parte de nuestra cultura, de nuestro lenguaje, de nuestro entorno a través de los incontables objetos tecnológicos que se basan en sus leyes.

El Programa de Física para Segundo Año de Educación Media completa un ciclo básico de enseñanza de esta disciplina iniciado con las materias introducidas en 1º Medio. Este último abarca el sonido, la luz y la electricidad, entregando una herramienta elemental de interpretación de los fenómenos asociados a estos temas, e introduciendo importantes conceptos como el de las ondas. En 2º Medio se abordan el movimiento, el calor, y la Tierra y su entorno, cerrando así lo que constituye una primera aproximación a la disciplina.

El ciclo referido trata materias deliberadamente cercanas a la experiencia diaria de alumnos y alumnas, con la intención de presentar los conceptos a partir de lo que ya han observado, o de fenómenos con los cuales puedan relacionarse sin un gran esfuerzo de abstracción y minimizando el aspecto formal. En 3º y 4º Medio se vuelve sobre muchos de los conceptos introducidos en 1º y 2º Medio, buscando lograr una mayor amplitud y familiaridad con ellos, a la vez que una mayor cobertura de lo cuantitativo y lo formal. Sin embargo muchos jóvenes terminarán su instrucción en Física con el nivel alcanzado al completar este primer ciclo de dos años, y los conocimientos que hayan adquirido en él, así como el grado de aprecio por la disciplina que hayan alcanzado, serán los que determinen su relación con la Física a lo largo de sus vidas.

El enfoque del presente programa es fenomenológico, buscando que cada concepto sea introducido a partir de la observación de un fenómeno. En el texto que sigue se incluye una variedad de ejemplos que pueden ser utilizados con este fin. No se pretende que se hagan todos los experimentos y demostraciones sugeridas, lo cual tomaría más tiempo que el disponible para completar el programa. El listado es extenso a fin de ofrecer una mayor variedad, facilitando así que el docente encuentre al menos un ejemplo en cada tema, que se adapte bien a sus necesidades y al tiempo de que dispone.

Se espera que alumnos y alumnas participen activamente en el desarrollo de las materias expuestas. En particular interesa que ellos se involucren en la gestación de los conceptos a partir de la observación de fenómenos, la re-

flexión acerca de lo observado, el razonamiento inductivo. Es tarea del docente y un desafío a su habilidad, el conducir este proceso estimulando a los estudiantes a mantener un rol permanentemente activo. Para el éxito de esta tarea es necesario que ellos realicen algunos experimentos individualmente o en grupos. Sin embargo, a menudo será conveniente que el docente haga demostraciones en clase para ilustrar el concepto que desea introducir. Es recomendable que en estos casos se elijan y preparen cuidadosamente las experiencias, buscando siempre lo simple y lo directo. Son particularmente eficientes aquellos ejemplos que impactan a los estudiantes, provocando su sorpresa e induciéndolos a pensar con rigurosidad.

El programa es exigente por la amplia cobertura que tiene y la dificultad inherente de algunos conceptos. Si bien vivimos en un mundo físico en armonía con sus leyes, sacando partido de ellas y respetándolas siempre, hacerlas conscientes y sistemáticas no es un proceso simple. La comprensión de todas esas leyes con profundidad es para la mayoría tarea de muchos años. El presente programa es un primer nivel en este camino, con énfasis en conceptos muy fundamentales y básicos. Su objetivo es que los jóvenes conozcan mejor su mundo y se integren creativamente a la cultura que les ha tocado vivir.

### Organización del programa

Este programa está dividido en tres unidades:

- Unidad 1: El movimiento
- Unidad 2: El calor
- Unidad 3: La Tierra y su entorno

Cada unidad incluye los siguientes puntos:

- Listado de los Contenidos Mínimos Obligatorios
- Aprendizajes esperados
- Recomendaciones al docente
- Detalle de contenidos
- Actividades genéricas y ejemplos a elegir
- Ejemplos de evaluación

### Contenidos Mínimos Obligatorios

Son los correspondientes al marco curricular de Segundo Año de Educación Media (Decreto 220/98).

### Aprendizajes esperados

Constituyen un faro que orienta el quehacer pedagógico en la sala de clases. Son una síntesis global entre los Objetivos Fundamentales para el aprendizaje de Física en Segundo Año Medio y los contenidos mínimos obligatorios, para cada unidad.

### Recomendaciones al docente

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

### Detalle de contenidos

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

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Las actividades genéricas corresponden al tipo de actividad que se espera que el docente organice para una adecuada presentación del fenómeno o concepto que se trate. Para cada una de ellas se dan ejemplos cuidadosamente seleccionados con el objeto que alumnas y alumnos logren los aprendizajes deseados. De estos ejemplos el profesor o la profesora tomará aquel o aquellos que mejor se acomoden, por una parte, al grupo de estudiantes con que trabajará y, por otra, a los medios didácticos con que cuente, o a la metodología que crea indispensable emplear. La lectura de los ejemplos aquí propuestos orienta en relación con el nivel y la profundidad que deben tener los aprendizajes esperados. Aquellos ejemplos que están precedidos por un punto verde (●) son más relevantes y se sugiere darles prioridad.

Un aspecto fundamental del presente programa es que son los propios alumnos y alumnas

los protagonistas principales de las actividades propuestas. Deben ser ellos quienes observen, formulen hipótesis, midan, descubran relaciones, infieran, concluyan, etc. El papel del docente es facilitar las condiciones para que esto ocurra, y dar las orientaciones necesarias para que el hacer de los estudiantes los conduzca finalmente a alcanzar los aprendizajes necesarios. También son de fundamental importancia las actividades demostrativas realizadas por el profesor o profesora. El texto usa distintas formas verbales para distinguir ejemplos en que sean los alumnos y alumnas o el docente los actores principales. Así, “observan” sugiere que los estudiantes lo hacen mientras “soplar” sugiere que lo haga el docente como demostración.

Si bien al final de cada unidad se dan variados ejemplos destinados a ilustrar formas de evaluación, muchos de los ejemplos de actividades que se proporcionan también pueden ser utilizados para este fin.

Para sacarle el máximo de provecho a las actividades experimentales es recomendable que el profesor o profesora confeccione y distribuya 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 en el desarrollo del programa es la observación y 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, la propia naturaleza y el mundo ordinario que rodea a los jóvenes. Para apreciar este aspecto véase el anexo A, en que se puede apreciar la lista de materiales que se necesita para tratar los conceptos esenciales de cada una de las unidades del presente programa.

En diversos ejemplos de actividades se sugieren e ilustran dispositivos que se pueden construir en el propio establecimiento, con los que es posible obtener resultados ampliamente probados. En la mayoría de los casos esta construcción requiere de materiales muy simples, de costos bajos, y demanda poco trabajo. Puede ser llevado a cabo por el docente o, incluso, por los propios estudiantes.

### **Indicaciones al docente**

En la mayoría de los ejemplos se encontrarán indicaciones, sugerencias y notas diversas dirigidas al docente para hacer más efectivo su uso. Estas indicaciones aparecen con letra pequeña.

### **Ejemplos de evaluación**

La evaluación de los aprendizajes planteados en este programa se realizará por parte del maestro o maestra en forma permanente y sistemática, utilizando variadas estrategias y atendiendo a la diversidad de los alumnos y alumnas. Al final de cada unidad se dan sugerencias, ejemplos de preguntas y orientaciones que pueden resultar útiles para facilitar este proceso.

### **Organización del tiempo**

En el cuadro sinóptico (página 15) se señalan para cada unidad y subunidad los rangos de tiempo sugeridos para que los estudiantes alcancen los aprendizajes deseados, incluido el proceso de evaluación formal. Un primer análisis de ellos hace pensar que se trata de tiempos insuficientes; sin embargo, si se seleccionan y organizan adecuadamente las actividades considerando cuáles realiza el alumno o alumna en la clase o laboratorio, cuáles realiza el profesor o profesora en forma demostrativa, cuál realizan los estudiantes en su casa u horas de estudio en la escuela, si se agrupan las actividades experimentales que requieren de los elementos comunes, si se proporcionan guías de observa-

ción y de trabajo que orienten el quehacer en la clase, si se preparan bien los experimentos de modo que no se necesite estar realizando ajustes ni pruebas especiales con los jóvenes presentes, si se realizan evaluaciones formales (pruebas escritas) cortas; en fin, si se organiza adecuadamente el accionar, será perfectamente posible cumplir con el tratamiento del programa completo en el tiempo disponible.

Es fundamental que el maestro o maestra encuentre el equilibrio entre el tratar con sus alumnos y alumnas todos los contenidos mínimos con el logro de los objetivos fundamentales que requieren las ciencias, lo cual implica instancias de reflexión y maduración de los conceptos, observación consiente, manipulación experimental, análisis de resultados, etc. por parte de los estudiantes, lo que a su vez significa dedicarle a ello un valioso tiempo de la clase.

### Consideraciones generales sobre la evaluación

La evaluación se entiende como parte sustantiva del proceso de enseñanza y aprendizaje. Si la consideramos sólo para determinar logros de los estudiantes se puede caer en el error de asumir que ellos son los únicos responsables de su aprendizaje. El uso de la evaluación debe estar orientado a juzgar regularmente la efectividad, tanto del proceso de enseñanza como del aprendizaje, para determinar en educadores y estudiantes sus fortalezas y debilidades.

El profesor o profesora será 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 sobre la base de 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.

La **evaluación formativa**, aquella que es parte integral de la experiencia del aprendizaje, entrega información inmediata de los progresos del alumnado y permite constatar la calidad del proceso y realizar las correcciones necesarias. El final de cada etapa del programa, la **evaluación acumulativa** permite generar una opinión sobre el progreso del alumno o alumna basada en los aprendizajes esperados.

### Actividades de evaluación

Los maestros conocen y pueden idear diferentes formas de evaluación tanto formativas como acumulativas. Este proceso debe basarse en una amplia variedad de actividades, ya que ningún trabajo por sí solo podrá abarcar todos los objetivos específicos de este curso de física y los Objetivos Fundamentales Transversales (OFT). Las **evidencias para evaluar** el aprendizaje de los estudiantes se pueden obtener de diversas instancias, detalladas más abajo. Algunas de estas actividades se prestan para evaluar la actuación del alumno o la alumna dentro de un grupo de trabajo, otras para una evaluación individual, pero es el profesor o la profesora quien, según las características de su clase, determinará si la actividad puede ser realizada en forma cooperativa o personal, como tarea para la casa o trabajo en el colegio. Es conveniente que los alumnos y alumnas conozcan, para cada evaluación, los criterios que se usarán y sus descriptores (ver anexo B).

Entre los ejemplos de actividades de evaluación que se presentan se pueden nombrar:

Las **exposiciones y proyectos**, recomendables para evaluar logros relativos al objetivo general involucrado, el método utilizado, fuen-

tes de información, el procesamiento de datos, la presentación de la información, el uso del vocabulario científico y la interacción entre la ciencia y la sociedad. Además de su valor evaluativo, esta forma de actividad suele tener un fuerte impacto en la formación de actitudes positivas hacia la disciplina.

Las **actividades experimentales**, que dan información acerca de la habilidad para diseñar procedimientos, del empleo del método científico, de la precisión y los errores en las mediciones, el uso del vocabulario científico, las destrezas de manipulación, la observación, la integración al grupo y las normas de seguridad empleadas.

Las **presentaciones orales**, que muestran evidencias acerca del dominio del lenguaje científico, de la comprensión de los conceptos utilizados, de la profundidad del conocimiento y la relación entre la física y el entorno social y ambiental.

Las **pruebas de ensayo**, que evalúan la capacidad de seleccionar, presentar organizada-mente y utilizar el lenguaje científico frente a preguntas que requieran respuestas desde el punto de vista cualitativo o cuantitativo.

Las **pruebas objetivas**, que muestran el grado de comprensión y capacidad de aplicación de los conceptos más relevantes.

## Objetivos Fundamentales

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 y 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; diseño de 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.

## Unidades, subunidades y distribución temporal

### Cuadro sinóptico

Unidades		
1. El movimiento	2. El calor	3. La Tierra y su entorno
Subunidades		
1. Descripción del movimiento 9 - 11 horas	1. La temperatura 8 - 10 horas	1. La Tierra 5 - 7 horas
2. Fuerza y movimiento 9 - 11 horas	2. Materiales y calor 7 - 10 horas	2. El sistema solar 5 - 7 horas
3. Energía mecánica 10 - 13 horas	3. Conservación de la energía 8 - 10 horas	3. El universo 6 - 7 horas
Distribución temporal		
Total estimado: 28 - 35 horas	Total estimado: 23 - 30 horas	Total estimado: 16 - 21 horas

## 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 señalada, 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 que 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.

El programa de Física de Segundo Año Medio refuerza algunos OFT que tuvieron presencia y oportunidad de desarrollo durante el

1º Medio y adiciona otros propios de las nuevas unidades.

- 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 los recursos energéticos y a los cambios que se debieran adoptar en nuestro país y demás naciones para evitar que se produzca un colapso de la economía y la convivencia cuando ya no se disponga de petróleo. El programa plantea la necesidad de comprender que la vida humana depende fuertemente de la disponibilidad de energía útil. Si ésta entra en crisis, podrían producirse grandes hambrunas, guerras, etc. Se recomienda al respecto un trabajo interdisciplinario que involucre además de Física, a Química, Biología, Historia y Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Comunicación, Arte, Inglés, Educación Física, Computación, etc.

La Unidad 3, La Tierra y su entorno, es un contenido que permite desarrollar OFT ligados con la educación ambiental.

Junto a lo señalado, el programa, a través de las sugerencias al docente que explicita, in-

vita a prácticas pedagógicas que realizan los valores y orientaciones éticas de los OFT, así como sus definiciones sobre habilidades intelectuales y comunicativas.



## Unidad 1

# El movimiento

### Contenidos Mínimos

#### 1. Descripción del movimiento

- a. Caracterización y análisis de movimientos rectilíneos.  
Concepto 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. Sistema 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 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 pulimiento o lubricación de las superficies de contacto. Apreciación de estos conceptos en situaciones de la vida cotidiana y discusión de predicciones acerca 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. Conservación de la energía mecánica en ausencia del roce.

### Aprendizajes esperados

Al completar la unidad los alumnos y alumnas:

- describen el movimiento de un objeto en términos de los conceptos físicos relevantes como velocidad, aceleración, fuerza, cantidad de movimiento, torque, energía, etc. Aplican estos conceptos a situaciones de la vida cotidiana en que ellos se manifiestan.
- reconocen que con ayuda de unos pocos conceptos son capaces de describir y entender realidades aparentemente complicadas (cómo y por qué se mueve un cuerpo, por ejemplo);
- comprenden que mientras algunas magnitudes físicas cambian y evolucionan con el transcurrir del tiempo (como la velocidad), otras permanecen constantes (como la cantidad de movimiento y la energía total);
- relacionan cualitativa y cuantitativamente efectos con causas (por ejemplo, aceleración con fuerza);
- reconocen su capacidad para obtener resultados numéricos útiles mediante cálculos sencillos (uso de las leyes de conservación de la mecánica);
- identifican el aporte al avance de la ciencia de algunos grandes físicos (Galileo, Kepler y Newton, por ejemplo);
- miden y manejan con soltura magnitudes y unidades de uso común (la masa de un cuerpo, por ejemplo);
- reconocen que todos erramos a menudo y que hay que mirar con sentido crítico no sólo lo que hacen los demás sino lo que hace uno mismo (hábito de revisar cálculos numéricos, por ejemplo). Reconocen la existencia de la incerteza en la medida y la importancia de tenerla en cuenta en la interpretación de los resultados experimentales.

### Recomendaciones al docente

A continuación se listan algunas sugerencias para un mejor desarrollo de la unidad. Si bien son atinentes a ella, es conveniente tenerlas también presentes en el resto del programa.

- Desarrollar esta unidad fundamentalmente sobre la base del movimiento rectilíneo, evitando siempre complicaciones innecesarias. Es conveniente por ejemplo, prescindir por completo del uso formal de vectores.
- Combinar dosificadamente el trabajo experimental con el formal matemático, sin dedicar excesivo tiempo a este último.
- Elegir los ejemplos y problemas a resolver entre situaciones de interés genuino para los estudiantes, planteándolos en su forma más simple desde el punto de vista geométrico. Recordar también que para que un ejercicio se justifique, debe siempre enseñar algo nuevo, lo cual hay que destacar explícitamente al resolverlo. El objetivo no es que los alumnos y alumnas adquieran habilidades matemáticas sino que se familiaricen con los conceptos físicos y los aprendan a usar críticamente en su vida cotidiana a un nivel, al menos, elemental. Los ejemplos formales que incitan a sólo aplicar fórmulas deben ser dejados de lado.
- A menudo se cometen errores al hacer cálculos. Adquirir el hábito de revisar todo lo que se calcula, primero estimando si el resultado tiene sentido físico y luego si en su detalle se hizo bien el aspecto formal y el numérico.
- Cada vez que se realicen mediciones, aun cuando no se trabaje explícitamente con las incertezas, recordar que ellas están presentes.
- Si bien en casos excepcionales puede convenir usar una palabra aislada en idioma extranjero, como la palabra latina “momentum”, se recomienda en general cuidar de usar sólo lenguaje español.
- Cuando en el trabajo formal se usan símbolos para representar magnitudes hay que evitar algunas confusiones frecuentes. Por ejemplo puede presentarse conflicto entre los símbolos utilizados para potencia y momentum, trabajo y tiempo, energía e intensidad del campo eléctrico. Usar, por ejemplo,  $P$  y  $p$ ,  $T$  y  $t$ , respectivamente, para los primeros. Para los últimos podrá convenir mantener el mismo símbolo  $E$ , advirtiendo que significa algo diferente según el caso. Si bien todo esto es materia de gusto, es recomendable atenerse a la simbología que usan los textos en forma consensual.
- Antes de tratar los conceptos de fuerza e inercia puede ser recomendable realizar un diagnóstico de conocimientos previos, pues son temas incluidos a un nivel elemental.

# 1. Descripción del movimiento

## a) Análisis del movimiento

### Detalle de contenidos

#### MOVIMIENTO

Descripción cualitativa y distinción de la translación y rotación en el movimiento de un objeto. Representación de la translación a través del movimiento de un sólo punto del móvil. Movimiento rectilíneo.

#### CARACTERIZACIÓN DEL MOVIMIENTO

Conceptos de posición ( $x$ ), desplazamiento ( $\Delta x$ ), velocidad ( $v$ ) y aceleración ( $a$ ). Medición y cálculo de velocidades para el movimiento rectilíneo uniforme ( $v = \Delta x / \Delta t$ ) y uniforme acelerado ( $a = \Delta v / \Delta t$ ).

#### EL METRO Y EL SEGUNDO

El metro y el segundo como unidades fundamentales para expresar desplazamientos, velocidades y aceleraciones. Conversión a múltiplos y submúltiplos (km, mm, km/hr, etc).

#### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL MOVIMIENTO

Gráficos de la posición y de la velocidad en función del tiempo para diversos movimientos rectilíneos y las relaciones entre ellos.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Observan, describen y caracterizan movimientos uniformes y variados, tanto cualitativa como cuantitativamente.**

#### Ejemplo A

- Describen y caracterizan diversas maneras de caminar de una persona por la sala de clases, y otros movimientos que se den en la naturaleza.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Caminar en línea recta, o girando, destacando la diferencia entre movimiento rectilíneo y con giro. Rotar en su sitio y caminar rotando y girando al mismo tiempo. Caminando en línea recta, diferenciar un movimiento a velocidad constante de uno acelerando. Distinguir movimientos acelerados y

desacelerados. A manera de ejemplo, caracterizar los movimientos de distintos animales (moscas, gaviotas, picaflones, tortugas, caracoles, culebras, etc.). Hacer que los alumnos clasifiquen estos movimientos según la forma de las trayectorias y las variaciones que experimentan sus velocidades. Dar ejemplos de etapas en sus movimientos cuyas trayectorias puedan considerarse rectas, y de momentos en que tales movimientos puedan ser consideradas uniformes, y otros en que hay aceleración, tanto aumento como reducción de la velocidad. Aplicar los conceptos de *velocidad y aceleración* en las descripciones de los movimientos que se consideren.

#### Ejemplo B

- Analizan críticamente el significado que se le da a la palabra “acelerar” en el uso diario e informal.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Introducir la idea de que un cuerpo acelera si cambia su velocidad y no necesariamente si se mueve rápido. Señalar como ejemplo que en un automóvil, tanto el “acelerador” como el “freno” son responsables de cambios de velocidad, y por tanto, de aceleraciones. Al respecto, hacer ver que debido al roce, es necesario mantener el acelerador presionado si se quiere viajar a velocidad constante por un camino plano. Asimismo, debido a la fuerza de gravedad es necesario presionar el freno para mantener la velocidad constante bajando por una cuesta. Notar que en estos casos el movimiento no es acelerado, a pesar del uso de acelerador y freno.

Si se ha indicado que la velocidad posee asociada una dirección, agregar entonces que el “manubrio” también da lugar a aceleraciones cuando se dobla en una curva.

#### Ejemplo C

- Miden la velocidad media de diferentes personas que caminan en línea recta por un pasillo o patio de la escuela, estimando la magnitud del error en las mediciones.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Pedir a los estudiantes que elijan un sector del colegio donde pasan con frecuencia personas caminando en línea recta, que marquen y evalúen con una hinchable de medir la distancia entre dos puntos lo suficientemente separados entre sí para determinar, con sus relojes, los tiempos que emplean en recorrerla. Esta actividad se presta para introducir y discutir el concepto de velocidad media así como dar una noción de su inconveniencia cuando el movimiento es muy acelerado. Puede aprovecharse también para diferenciar físicamente entre una persona que va o que viene. Asignar arbitrariamente el signo positivo a la velocidad de quien se mueve en una dirección, y negativo a quien lo hace en sentido contrario. Esta diferenciación será necesaria cuando se estudie la ley de conservación del momentum. Gran parte de esta actividad puede darse de tarea y analizar sólo sus resultados en la clase.

En forma equivalente, puede organizarse la actividad para que los alumnos y las alumnas pro-

cedan a estudiar el movimiento de una bolita en un plano horizontal o el de un auto de juguete. Es conveniente hacer marcas en el soporte (mesa o suelo) y en el móvil para definir con precisión a qué se le medirá la posición, y respecto de qué se medirá su desplazamiento. Al marcar la mesa, tener cuidado de no dañarla, usar cintas adhesivas.

#### Ejemplo D

- Transforman velocidades de una unidad a otra (1 m/s a km/hr, por ejemplo).

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que el estudiante sea capaz de convertir una unidad de velocidad en otra razonando, sin aprenderse reglas especiales. Conviene limitar este aspecto a las unidades más corrientes y necesarias dentro de la asignatura. Por ejemplo, transformar la velocidad normal del caminar, 1 m/s, a km/hr; la velocidad de la luz, 300,000 km/s a km/hr, la velocidad de una automóvil 50 km/hr a m/s, etc. No convertir este tipo de problemas en un aspecto central de la unidad.

#### Ejemplo E

- Estiman la aceleración que experimenta en los primeros segundos un niño que inicia una carrera a partir del reposo, durante la carrera y en los últimos segundos cuando se detiene.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Analizar, discutir la definición de aceleración. Considerar en qué casos ella resulta positiva, en cuáles negativa y en qué casos resulta nula. Discutir el significado de unidades tales como el  $m/s^2$ . Se recomienda considerar sólo movimientos uniformes acelerados y no entrar a diferenciar entre aceleraciones medias e instantáneas.

#### Ejemplo F

- Analizan los diversos órdenes de magnitud de velocidades y aceleraciones presentes en la naturaleza (moléculas del aire, fenómenos biológicos, estrellas lejanas, etc.), en la vida diaria (andar de una hormiga, caminar en la calle, andar en bicicleta, proyectil de arma de fuego, etc.), en la navegación espacial, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Si bien hay velocidades cuya magnitud se reconoce con facilidad, las muy grandes o muy pequeñas son difíciles de imaginar. Conviene entonces desarrollar esta noción de números muy grandes o muy pequeños a través de ejemplos. Recordar de paso que bajo ninguna circunstancia se puede superar la velocidad de la luz. Proporcionar algunos ejemplos de las aceleraciones que experimentan automóviles de carreras, aviones, balas al ser disparadas, etc. y comparar sus órdenes de magnitud.

### Ejemplo G

Discuten y analizan los conceptos necesarios para describir cualitativa y cuantitativamente el movimiento de una hormiga que se mueve a lo largo de un alambre tenso.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Estas discusiones y análisis pueden dar pie a definir un sistema de coordenadas, los conceptos de posición, desplazamiento, tiempo, velocidad (media e instantánea) y aceleración para un movimiento rectilíneo. Proporcionar variados ejemplos de cada uno de estos conceptos.**

### Ejemplo H

Aprovechando un viaje en automóvil o bus, y a partir del tiempo empleado y la distancia entre los lugares de origen y destino, calculan la velocidad media en dicho viaje. Comparan el valor obtenido con lo que marcaba el velocímetro del vehículo en diferentes momentos: cuestas, peaje, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Es instructivo que alumnos y alumnas hagan un gráfico de velocidad en función de la posición durante el viaje. En tal caso, distinguir este gráfico del correspondiente a velocidad versus tiempo. Puede aprovecharse la ocasión para introducir *en forma sólo intuitiva* el concepto de velocidad instantánea, ya que el velocímetro de los vehículos motorizados es bien conocido por los estudiantes. Hacer ver que si el movimiento fuese uniforme, entonces la velocidad instantánea sería la misma en todo momento e igual a la velocidad media.**

**Si bien el movimiento de un bus durante un viaje real dista mucho de ser rectilíneo, señalar que, con nuestra imaginación, podemos considerarlo como aproximadamente rectilíneo.**

### Ejemplo I

Por medio de cronómetros miden lo que tardan niños en recorrer, en línea recta, determinadas distancias conocidas (por ejemplo, 100 metros planos), calculan sus velocidades medias y las comparan con la de los atletas olímpicos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Una actividad como ésta puede realizarse en conjunto con el profesor o profesora del sector Educación Física o puede darse de tarea para ser realizada durante el recreo.**

## Actividad 2

Confeccionan y analizan gráficos relativos al movimiento. A partir de ellos determinan la velocidad media en algunos intervalos y las velocidades y aceleraciones en algunos instantes.

### Ejemplo A

- Grafican la posición y la velocidad en función del tiempo para diferentes movimientos rectilíneos que realice el docente o un estudiante en la sala de clases.

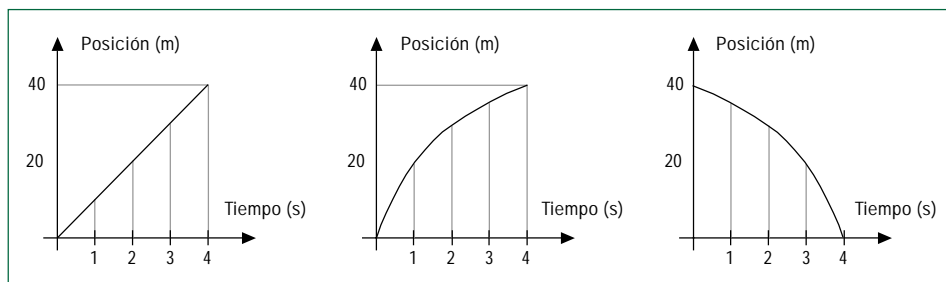
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

No es importante aquí el detalle de los gráficos; basta realizarlos a mano alzada. Lo que debe cuidarse es que expresen cualitativamente de un modo correcto los movimientos. Considerar tanto movimientos uniformes como uniformes acelerados. Realizar extrapolaciones e interpolaciones. A partir del análisis de los gráficos que representan la posición en función del tiempo deben obtener, en forma cualitativa, los que representan la velocidad en función del tiempo.

Si dispone de una computadora con los sensores adecuados y el software que grafique directamente la posición y la velocidad en función del tiempo, analizar las curvas obtenidas para diversos tipos de movimientos. Se recomienda en este caso que los alumnos y alumnas realicen predicciones de cómo será el gráfico para tal o cual movimiento antes de visualizarlos en la computadora; o bien, después de observar varios gráficos construidos por la computadora, jugar a que ellos son las computadoras y el papel o pizarra la pantalla en la que se dibuja el gráfico.

### Ejemplo B

Analizan gráficos que representen el movimiento de objetos con distintos movimientos; por ejemplo los siguientes, que representan a tres personas que corren por un pasillo de 40 m. de largo, en relación a un punto y una dirección.



- describen y discuten las diferencias globales entre los movimientos de las personas;
- indican las posiciones que ocupaban las personas luego de transcurridos 3 segundos;
- señalan en qué instante las personas están a 30 metros del origen de referencia;

- calculan las velocidades medias experimentadas por las personas entre 0 y 4 segundos y discuten acerca de la utilidad de ese concepto en un gráfico y otro;
- estiman las velocidades instantáneas de las personas luego de transcurridos 2, 3 y 4 segundos;
- bosquejan los gráficos velocidad tiempo correspondientes.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver que la velocidad media corresponde gráficamente al cociente entre los catetos de un triángulo rectángulo construido sobre la curva, y que si se reduce el tiempo para el cual se calcula la velocidad media, la hipotenusa del triángulo se convierte en la tangente a la curva, de modo que el triángulo resultante permite calcular la velocidad instantánea. Obtener las aceleraciones a partir de gráficos que representen la velocidad en función del tiempo, haciendo ver que el procedimiento es análogo al que se realizó para obtener la velocidad media en los gráficos de posición en función del tiempo.

Ejemplo C

Discuten las diferencias entre los conceptos de rapidez y velocidad, entre velocidad media e instantánea, entre aceleración y velocidad.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Para distinguir *rapidez* y *velocidad* basta indicar que la rapidez sólo se refiere a la magnitud y se expresa mediante números positivos, mientras que la velocidad incorpora el *sentido* del movimiento el cual se expresa a través de los signos +/--. Se recomienda no darle a esta diferenciación más importancia de la que realmente posee. En relación a la aceleración es conveniente hacer ver que ella corresponde, en el fondo, a un cambio de la velocidad en el tiempo.

Ejemplo D

Tiran de diferentes maneras una huincha de papel que pasa por un vibrador que deja marcas en la cinta a intervalos iguales de tiempo  $Tac$  (diferencia de tiempo entre dos tics). Observan las cintas, las comparan y analizan. Miden velocidades en unidades tales como  $cm/Tac$ . Construyen y analizan los gráficos posición versus tiempo.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Si no se dispone de un vibrador de fábrica es relativamente fácil construir uno adaptando para ello un timbre eléctrico o una chicharra (véase Anexo A: Equipo de laboratorio).

### Ejemplo E

Representan en un gráfico la posición en función del tiempo de un auto a pilas u otro objeto que se acerca o aleja de un punto de referencia.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad se presta para ser desarrollada por grupos pequeños de alumnos. Para asegurarse que el auto no se desvía utilizar un par de pitillas paralelas que enrielen su desplazamiento. Marcar a lo largo de la trayectoria los puntos que se incorporarán al gráfico. Conviene hacer primero una tabla de valores posiciones versus tiempo y posteriormente construir el gráfico. Obtener de este modo gráficos para distintos tipos de movimientos. Instar a los estudiantes a analizar los gráficos obtenidos y a reflexionar si representan fielmente o no las situaciones de movimiento a que corresponden. Recordar siempre que en estas mediciones existen incertezas, discutiendo sus causas y la forma de minimizarlas conforme al objetivo que cumple la medición.

---

## b) Relatividad del movimiento

### Detalle de contenidos

#### SISTEMA DE REFERENCIA

Definición de sistema de referencia y su necesidad para caracterizar posiciones, velocidades y aceleraciones.

#### MOVIMIENTO RELATIVO

Movimiento de un cuerpo referido a otro que también se mueve. Uso de sistemas de referencia en movimiento uniforme. El aporte de Galileo Galilei.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Analizan y describen el movimiento de objetos desde distintos sistemas de referencia.**

#### Ejemplo A

- Analizan el caminar del profesor o profesora en la sala de clases reconociendo que cada estudiante percibe el movimiento de forma diferente y en relación a su lugar fijo en un

asiento, el que está en un edificio, el cual se mueve junto con la Tierra, etc. Discuten cómo vería el mismo movimiento un astronauta parado en la Luna.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Para ilustrar la relatividad del movimiento puede ser también adecuado que el docente lance verticalmente hacia arriba el borrador o algún otro objeto y lo reciba posteriormente en su mano mientras camina. Discutir después cómo fue el movimiento del borrador (especialmente su trayectoria) desde el punto de vista de los estudiantes y cómo fue desde el punto de vista del profesor o profesora. Esta actividad puede ser desarrollada también en la Unidad 3: La Tierra y su entorno.

Ejemplo B

- Analizan distintas situaciones que se dan en un tren o bus que se mueve con velocidad uniforme respecto del suelo, un pasajero que avanza en la misma dirección del movimiento o en la dirección contraria, un niño o niña que deja caer una pelota. Comparan lo observado por un pasajero sentado en el interior del vehículo y un campesino que ve pasar.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Referirse al tren o bus y al campo como *sistemas de referencia*, que se mueven uno respecto del otro. Introducir la suma algebraica de velocidades, siempre para movimiento rectilíneo. Plantear algunos ejemplos y obtener los valores de las velocidades como se perciben desde diferentes sistemas de referencia.

Aprovechar el ejemplo para introducir el concepto de *velocidad relativa*. Mencionar que una de las mayores sorpresas en la historia del estudio del movimiento fue que en todos los sistemas de referencia que se mueven entre sí con velocidad constante (no acelerados), la velocidad de la luz es la misma. Hacer ver que este hecho contradice la simple composición algebraica de velocidades, limitando su validez sólo a velocidades muy pequeñas respecto de la de la luz. Dar algunos ejemplos numéricos en que se comparan velocidades de la vida cotidiana con la de la luz, para hacer ver que el criterio se cumple con mucha exactitud en tales casos.

Ejemplo C

- Describen y explican la sensación de movimiento que se experimenta desde un tren o bus en reposo cuando otro, en la vía paralela vecina, ha empezado a moverse suavemente.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que al despertar en la cabina de un barco y no poder decidir basándose en sus sentidos si éste se movía o no, Galileo Galilei concluyó que el movimiento uniforme no es absoluto. Así, nada raro tenía el que nuestro planeta Tierra se moviera casi uniformemente por el espacio sin que nosotros lo advirtamos. La contribución de Galileo Galilei a la caracterización del movimiento y detalles de su biografía se pueden obtener de libros, enciclopedias y otras fuentes, constituyéndose en una excelente materia para que los alumnos y alumnas hagan un trabajo personal.

## Ejemplo D

Discuten acerca de si la Tierra está o no en movimiento.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Dividir el curso en dos grupos: uno que defienda la hipótesis de que la Tierra se encuentra inmóvil en el centro del Universo y el otro, la hipótesis de que la Tierra se mueve en torno de su eje y alrededor del Sol. Es importante que en la argumentación se defina respecto de qué se está diciendo que la Tierra se mueve o no se mueve. Es importante que los alumnos se preparen con tiempo y que revisen cuidadosamente sus argumentos sin caer en lo simplista. El profesor o profesora podrá actuar como juez. Esta actividad puede ser tratada también en la Unidad 3: La Tierra y su entorno.

## Ejemplo E

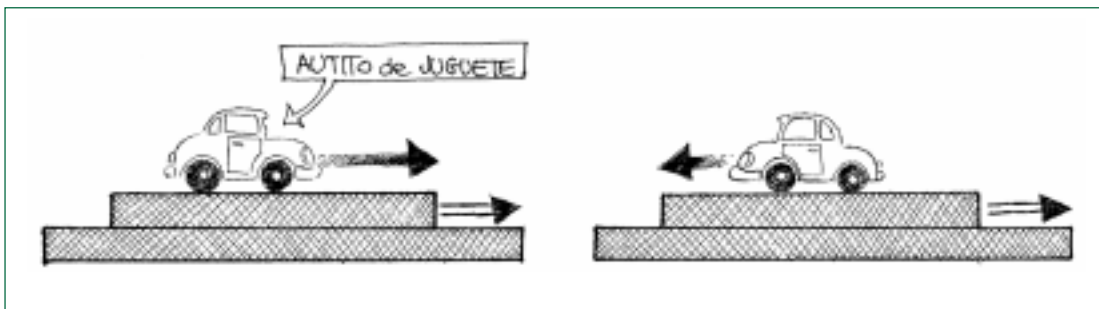
Observan, describen y analizan el movimiento de un autito a pilas u otro móvil que se desplaza sobre el piso, y después, sobre una superficie (tablón, ver figura 1.1), la que a su vez se mueve en el mismo sentido o en sentido contrario. Discuten la forma de determinar la velocidad del móvil en ambos casos.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Variar esta situación dándole diferentes valores a las velocidades del autito y del tablón. Destacar la situación de reposo que observamos si ambos se mueven con igual rapidez y en sentido contrario.

Discutir acerca del peligro de adelantar a un vehículo en una carretera de una sola vía en cada sentido, cuando en dirección contraria viene otro vehículo. Pedir a los estudiantes que calculen la velocidad relativa de impacto en un choque frontal entre dos vehículos que se mueven con igual rapidez pero en sentido contrario; hacerlos describir y caracterizar el movimiento de una persona que se ejercita sobre una máquina de trote, el de un nadador o botero en un río que se mueve a favor o en contra de la corriente, el de una persona en una escalera mecánica, etc.

Fig. 1.1



## Ejemplo F

Estiman la velocidad con que se mueve la sala de clases debido a la rotación de la Tierra en torno de su eje, y a su desplazamiento respecto del Sol, comentando acerca de los diferentes sistemas de referencias empleados.

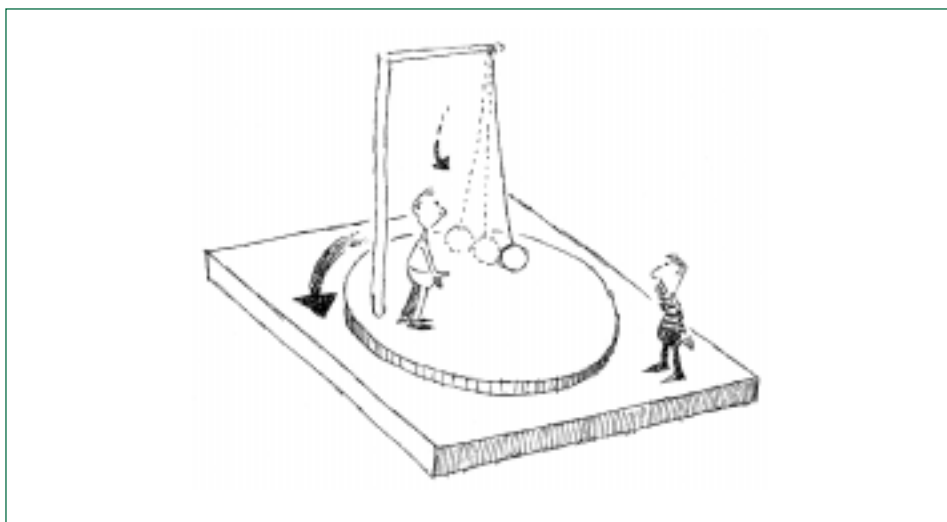
## INDICACIONES AL DOCENTE:

Para simplificar estos cálculos hacer imaginar a los alumnos y alumnas la sala de clases en un punto de la línea del ecuador terrestre. Dando el radio de la tierra ( $R = 6370 \text{ km}$ ) y considerando lo que tarda la sala de clases en dar una vuelta ( $t = 24 \text{ horas}$ ), se puede hacer ver que la velocidad es  $v = \frac{2\pi R}{t} \approx 1668 \text{ km/hr}$ . Hacer ver también que la velocidad es máxima en el ecuador y tiende a cero hacia los polos. Igualmente, para estimar la velocidad con que se mueve el centro de la Tierra en torno al Sol aproximamos su órbita a una circunferencia de radio  $r = 150.000.000 \text{ km}$  y, teniendo presente que tarda  $T = 1 \text{ año} \approx 8760 \text{ hrs}$  en completar una vuelta, obtenemos  $v = \frac{2\pi R}{t} \approx 107.500 \text{ km/hr}$ . Indicar que en el primer caso el cálculo se hizo respecto de un sistema de referencia que se mueve con la Tierra sin rotar (orientación fija respecto de las estrellas) y, en el segundo caso, con respecto a un sistema de referencia en el Sol que tampoco rota respecto de las estrellas. Hacer ver que como la sala de clases rota con la Tierra, la cual gira en torno al Sol, el movimiento de la primera es como un rizo, vista desde el Sol. Esta actividad puede ser tratada también en la Unidad 3: La Tierra y su entorno.

## Ejemplo G

Montar un péndulo sobre una superficie que se pueda girar. Discuten cómo ve el movimiento alguien que gira parado sobre la superficie, y alguien que está en reposo en la pieza. Extrapolan esta situación a un péndulo que oscila justo en el polo sur mientras la Tierra rota sobre su eje.

Fig. 1.2



## INDICACIONES AL DOCENTE:

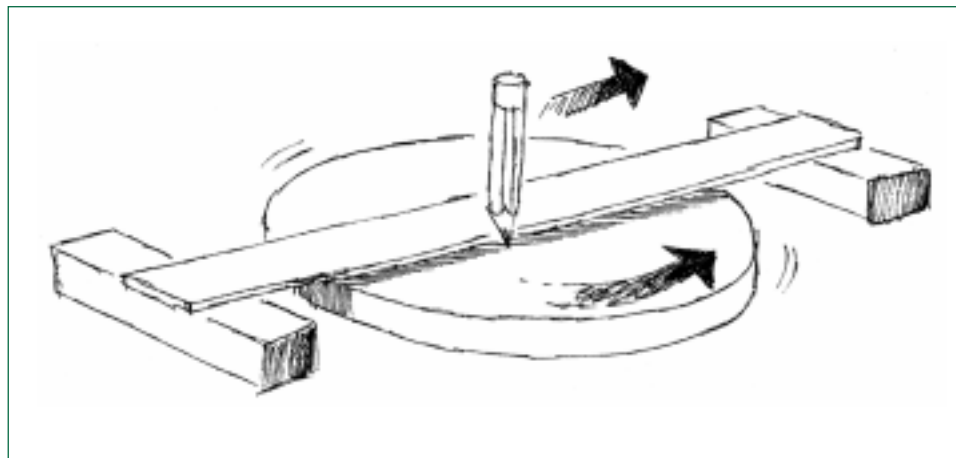
Mencionar que este experimento fue sugerido por el francés León Foucault (1819-1868), una versión del cual hoy se encuentra en la sede de las Naciones Unidas en Nueva York y en varios museos de ciencia en el mundo. Para que se pueda apreciar el efecto del movimiento de la Tierra se requiere que el péndulo sea de una treintena de metros o más.

Esta actividad puede ser tratada también en la Unidad 3: La Tierra y su entorno.

## Ejemplo H

Desplazan la punta de un lápiz por el borde de una regla fija a la sala de clases, que está sobre un disco que gira. Comparan el movimiento de la punta del lápiz para quien la ve desde la sala de clases y como la vería alguien que está en reposo en relación del disco.

Fig. 1.3



## INDICACIONES AL DOCENTE:

Examinar la situación (lápiz deslizándose por el borde de la regla, movimiento rectilíneo, línea trazada en el disco por la punta del lápiz, movimiento curvo). El alumno o alumna fácilmente concluirá que un mismo movimiento puede ser rectilíneo para un observador y curvo para otro.

Un tornamesa en desuso y una regla resulta ideal para realizar esta experiencia. Colocar un disco de cartulina y analizar después las curvas que quedan dibujadas en él para diferentes rapidezces del lápiz y de giro del disco.

## 2. Fuerza y movimiento

---

### a) Fuerza, inercia y ley de acción y reacción

#### Detalle de contenidos

##### FUERZA

La fuerza desde el punto de vista fenomenológico. La fuerza como causa de todo cambio en el estado de movimiento y/o deformaciones de objetos.

##### INERCIA

Introducción fenomenológica del concepto de inercia. Primera ley de Newton.

##### ACCIÓN Y REACCIÓN

Fuerzas de acción y reacción. Tercera ley de Newton.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

##### Actividad 1

---

**Identifican y analizan situaciones estáticas y dinámicas en que intervienen fuerzas, discuten su acción y la forma en que ellas se pueden medir.**

##### Ejemplo A

- Mostrar cómo la acción de una fuerza cambia el estado de movimiento de un objeto. Mover una mesa, empujar a un estudiante, etc.

##### Ejemplo B

- Aplican fuerzas sobre muros, sillas, pelotas; estiran elásticos, tuercen reglas, etc. Comparan los efectos que producen dichas fuerzas y proponen métodos para medirlas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que el estudiante comprenda que la acción de fuerzas puede producir, o no, movimiento. Aplicada en ciertas circunstancias produce en la materia deformaciones las que se pueden utilizar para medir la magnitud de una fuerza.

### Ejemplo C

Verifican que resortes o elásticos experimentan mayores estiramientos al aplicarles mayor fuerza. Basándose en esta propiedad construyen un dinamómetro y miden algunas fuerzas con él.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Graduar el dinamómetro usando pesas de diferente masa (pueden ser monedas). Si el elástico o resorte es de mala calidad es probable que la relación entre estiramiento y fuerza no sea lineal. Hacer notar que en tal caso es más difícil subdividir la escala en unidades más pequeñas, o interpolar con precisión una lectura.

## Actividad 2

---

**Observan y analizan situaciones que muestran que puede existir movimiento sin la constante presencia de una fuerza, o fuerzas que sumando cero, no producen cambio en el movimiento.**

### Ejemplo A

- Analizan la siguiente situación: hacen rodar una bolita por una superficie horizontal observando que una vez que el dedo deja de aplicarle fuerza, la bolita continúa moviéndose. ¿Qué causa el movimiento en este último tramo?

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Los alumnos o alumnas suelen responder a esto diciendo cosas como “es el impulso que le produjo el dedo” o cosas similares. Para que el concepto de inercia quede claro es conveniente que el profesor o profesora cuente a sus estudiantes la historia de este problema, empezando por las ideas de Aristóteles. Recordar que este filósofo sostenía que para que exista un movimiento tenía que actuar siempre un *motor* y que si éste deja de actuar el movimiento también terminaba; que una flecha se mueve en el aire debido a que el propio aire la empuja, etc. Relatar a continuación cómo Galileo y posteriormente Newton corrigieron estas ideas aclarando que, para que se mantenga el movimiento, sólo se requiere que no actúen fuerzas que se oponen a él, como la resistencia del aire y en general el roce en el entorno cotidiano. Señalar que esta es la primera ley de Newton, también llamada ley de inercia. Ubicar cronológica y geográficamente a Aristóteles.

### Ejemplo B

Discuten acerca de la sensación de ser empujados hacia delante, hacia atrás o hacia un lado cuando, estando en un vehículo en marcha, éste frena, acelera o gira.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver que si los cambios en la velocidad de un tren, un barco o un avión para pasajeros son suaves, no notamos estos efectos y sí los advertimos cuando ellos son bruscos. Si se ha tenido la experiencia, analizar lo que ocurre en la montaña rusa y otros juegos semejantes. Comentar también los cambios bruscos a que deben acostumbrarse los pilotos de pruebas y astronautas.

### Ejemplo C

Analizan, desde el punto de vista de las fuerzas, la situación de equilibrio del libro de clases u otro cuerpo que descansa en reposo sobre una mesa.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Concluir que en la situación hay dos fuerzas presentes, la de gravedad (peso) que ejerce nuestro planeta y que se pone en evidencia si se saca la mesa, y la que, en sentido opuesto, aplica la mesa sobre el cuerpo (fuerza normal), las cuales se anulan.

Dibujar las fuerzas que ejercen los alambres sobre un poste de electricidad. Este ejemplo puede servir para profundizar el concepto de equilibrio de un cuerpo. Discutir el caso en que los alambres llegan al poste haciendo un ángulo recto entre ellos. ¿Cómo equilibrar al poste? Otros ejemplos de este tipo son los letreros y puentes colgantes de diversos tipos.

### Ejemplo D

Dibujan las fuerzas que actúan sobre un auto que se mueve en una carretera horizontal con velocidad constante. Discuten sobre la magnitud de dichas fuerzas y su sentido.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Concluir que si la suma de las fuerzas es cero, el cuerpo se encuentra en reposo o se mueve con velocidad constante. Analizar la situación cuando el auto frena o aumenta su velocidad. Es necesario sumar las fuerzas verticales y las horizontales en forma independiente.

### Actividad 3

---

**Enumeran y analizan situaciones en que se producen pares de fuerzas del tipo acción-reacción y verifican las características que dichas fuerzas poseen.**

#### Ejemplo A

- Empujan con las manos un objeto (una silla, un muro), observando el efecto de la fuerza que se aplica y sienten en las manos la fuerza con que el objeto reacciona.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Notar que las fuerzas que se originan en este tipo de interacción surgen siempre de a pares. Si denominamos *acción* a una de ellas, podemos denominar *reacción* a la otra. Analizar situaciones como las que se proponen por medio del sentido del tacto y reconocer la existencia de dichas fuerzas. Es la tercera ley de Newton, la ley de acción y reacción.

#### Ejemplo B

- Acercan un imán a un clavo y observan atracción, luego acercan el clavo al imán. Definen quién ejerce qué fuerza en cada uno de esos casos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Señalar diferentes ejemplos donde se visualice claramente el principio de acción y reacción: persona caminando, pez nadando, ave volando, cohete viajando en el espacio, etc., identificando los cuerpos que interactúan, el hecho de que siempre estos pares de fuerzas poseen direcciones opuestas, igual magnitud y que actúan simultáneamente. Es conveniente que los alumnos y alumnas dibujen sobre los objetos flechas que representen las fuerzas, de modo que quede claro que ellas actúan sobre diferentes cuerpos y por lo tanto no se pueden sumar. Destacar que esta ley es válida para todo tipo de interacción: eléctrica, magnética, gravitacional, etc.

#### Ejemplo C

Experimentan con patines u otra plataforma rodante las siguientes situaciones: un estudiante sobre patines empuja una pared; un estudiante sobre patines es tirado por medio de una cuerda por otro también sobre patines; un estudiante sobre patines es tirado por otro sin patines. Analizan y comparan los efectos en cada uno de los casos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que en todos los casos las fuerzas actúen en forma horizontal, la dirección de movimiento de los patines. Cuidar que los impulsos dados no sean violentos para evitar caídas que pueden tener serias consecuencias.

### Ejemplo D

Analizan, desde el punto de vista de las fuerzas que actúan, situaciones como las siguientes: el caminar de una persona, el nadar de un pez, el volar de un pájaro, un buey tirando una carreta, la interacción de dos astronautas en caminata espacial, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que los estudiantes reflexionen en la ley de acción y reacción, abordándola desde distintos ángulos. Es muy fácil conseguir que alumnas y alumnos repitan de memoria el enunciado de la ley, pero no es nada fácil que la comprendan. Deben entender que se trata de fuerzas que se originan en cualquier tipo de interacción, que se trata de dos fuerzas que actúan sobre cuerpos distintos y en forma simultánea, que poseen igual magnitud y sentido contrario y que no obstante no se anulan. Señalar que esta ley también se cumple en interacciones a distancia. Por ejemplo, entre cargas eléctricas e imanes (temas estudiados en 1º Medio), entre la Tierra y el Sol, etc. Comentar que cuando un cuerpo cae es porque es atraído por la Tierra, pero la Tierra también es atraída por el objeto y cae sobre él.

---

## b) Fuerza, masa y aceleración

### Detalle de contenidos

#### FUERZA, ACELERACIÓN Y MASA

Proporcionalidad entre la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo y la aceleración que éste experimenta (segunda ley de Newton):  $F = ma$ . Definición de masa inercial.

#### UNIDADES

El kilogramo como unidad de masa, sus múltiplos y submúltiplos (la tonelada, el gramo, el miligramo, etc.). Valores característicos, como por ejemplo la masa del fotón de luz, del electrón, del átomo de hidrógeno, del ser humano, la Tierra, etc. El newton como unidad de fuerza.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

Establecen experimentalmente que si la fuerza sobre un cuerpo aumenta, la aceleración que produce crece en igual proporción y analizan la expresión matemática que expresa esta ley.

#### Ejemplo A

- Analizan y aplican la expresión  $F = ma$

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que los alumnos y alumnas reconozcan la coherencia de esta expresión en relación con la experiencia de constatar la aceleración que alcanzan diferentes objetos al aplicarles fuerzas. Que comprendan, por ejemplo, que para que un cuerpo dado experimente el doble de aceleración se requiere del doble de fuerza y que, para una fuerza dada, experimentará mayor aceleración aquel cuerpo que posea menor masa inercial. Comprender también que esta expresión, conocida como segunda ley de Newton permite definir la unidad de fuerza (el newton). Realizar algunos ejercicios en que se aplique la relación anterior a algunas situaciones que sean de interés para los estudiantes; por ejemplo, con qué fuerza debe empujarse a un compañero o una compañera sobre patines para llevarla en cinco segundos desde el reposo hasta la velocidad de 1 m/s. Compararlo con el patín solo. Cuidar que los impulsos dados no sean violentos para evitar accidentes.

## Ejemplo B

- Miden la masa de diversos objetos (lápices, cuadernos, por ejemplo) y comparan la amplia gama de valores en que se encuentra en la naturaleza.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

En estas actividades es conveniente insistir en que se está hablando de masa y no de peso. Indicar que existe el acuerdo de denominar kilogramo (kg) a la masa de un litro de agua destilada, y que también se usan múltiplos como la tonelada, o submúltiplos como el gramo (g) y el miligramo (mg). Mencionar el kilogramo patrón que se encuentra en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en París, Francia. Proporcionar e incentivar que memoricen algunas masas significativas, como las de la tabla siguiente (valores aproximados):

Objeto	Masa (kg)	Objeto	Masa (kg)	Objeto	Masa (kg)
Fotón	0	Mujer adulta	~ 60	Tierra	$6 \cdot 10^{24}$
Electrón	$9,1 \cdot 10^{-31}$	Casa de madera	$\sim 50 \cdot 10^3$	Júpiter	$1,9 \cdot 10^{27}$
Protón	$1,7 \cdot 10^{-27}$	Montaña	$\sim 10^{12}$	Sol	$2 \cdot 10^{30}$
Bacteria	$10^{-15}$	Luna	$7,4 \cdot 10^{22}$	Galaxia	$7 \cdot 10^{41}$

El signo ~ se usa aquí en el sentido de dar una idea del tamaño (orden de magnitud) solamente. Destacar la gama de órdenes de magnitud de masas que se encuentran en la naturaleza. Tener presente que muchos de los números indicados son inimaginables para los estudiantes. Aprovechar la ocasión para que desarrollen una noción del significado de la notación científica. Notar que por las grandes masas de los cuerpos celestes en astronomía frecuentemente se usa como unidad de masa la masa de la Tierra y también la del Sol. Describir el procedimiento para medir masa usando una balanza y un dinamómetro. Sembrar en los alumnos y las alumnas la interrogante de cómo ha sido posible para la física medir las masas de moléculas, átomos y de partículas elementales, por una parte, y las de los planetas, estrellas y galaxias, por otra.

## Ejemplo C

Empujan una serie de tarros aparentemente iguales que contienen distintas cantidades de arena y los ordenan de acuerdo a sus masas globales, sin ver su interior.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta es una manera adecuada de introducir intuitivamente el concepto de masa inercial. Si los tarros cerrados están colgando por medio de hilos del techo conteniendo distintas cantidades de arena, sin que el alumno sepa de antemano cuál tiene más y cuál menos arena, al empujarlos uno a uno suavemente con un dedo podrán decidirlo. Debe quedar claro que, por definición, si la acción de una misma fuerza produce en un cuerpo una aceleración doble o triple que en otro, es por que aquél posee la mitad o la tercera parte de la masa que éste.

### Ejemplo D

Calculan la aceleración que experimenta un móvil, por ejemplo un carrito de 2 kg, si sobre él actúan simultánea y colinealmente dos fuerzas: una de 100 newton y otra de 150 newton, primero en el mismo sentido y luego en sentidos opuestos, despreciando los efectos del roce.

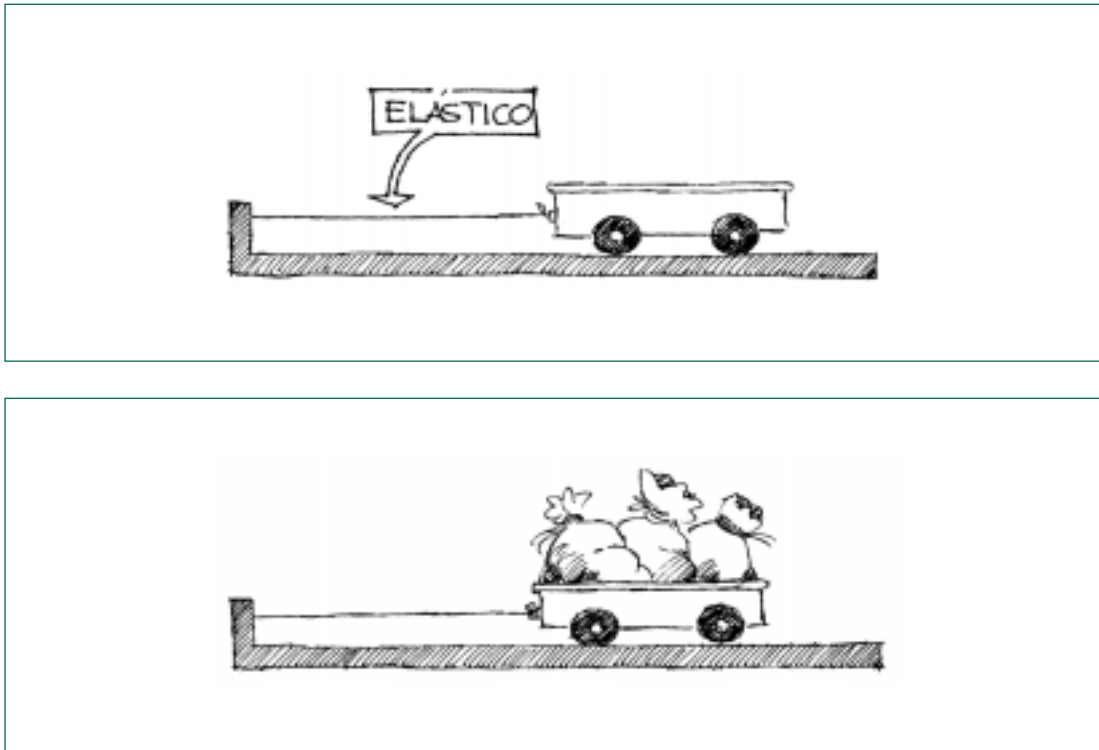
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Limitar el análisis de suma de fuerzas a situaciones unidimensionales. Si bien puede ser apropiado dibujar flechas en una figura, no es necesario hablar de vectores. A los estudiantes debe quedarles claro que las fuerzas se suman considerando el sentido en que ellas actúan. Dar ejemplos que ilustren que la fuerza a la que se refiere  $F = ma$  corresponde a una especial suma de fuerzas cuando se aplican dos o más a un cuerpo. La suma es especial porque considera la dirección en que ellas actúan.

### Ejemplo E

Amarran uno de los extremos de un elástico (o de un resorte) al borde de una mesa y el otro a un carrito de juguete (o de laboratorio); lo estiran, lo sueltan y observan el movimiento que se produce. Repiten la experiencia pero esta vez duplicando, triplicando, etc. la masa del carrito agregando, por ejemplo, saquitos de arena (ver figura 1.4), comparan los movimientos y comentan lo observado.

Fig. 1.4



## c) Conservación de la cantidad de movimiento

### Detalle de contenidos

CANTIDAD DE MOVIMIENTO O MOMENTUM LINEAL

Definición del concepto para una partícula y para un sistema de partículas.

CONSERVACIÓN DE LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Demostración experimental en el movimiento unidimensional de dos cuerpos, que la cantidad de movimiento se conserva cuando la fuerza externa es nula.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Realizan experimentos que les permitan inducir la ley de conservación del momentum lineal en sistemas simples (dos cuerpos, una dimensión).**

#### Ejemplo A

- Inflar un globo y soltarlo permitiendo que escape el aire. Observan el movimiento del globo y lo analizan en función del movimiento del aire expulsado.

INDICACIONES AL DOCENTE:

También se puede construir, usando la propulsión a chorro de un globo, un carrito u otro móvil que se desplace en línea recta. El mismo ejemplo puede ser útil para ilustrar la ley de acción y reacción.

#### Ejemplo B

- Lanzas una bolita u otro objeto rodante por una superficie horizontal en dirección a chocar frontalmente con otra. Describen y analizan lo que observan para los casos en que la segunda bolita está inicialmente en reposo, o moviéndose en la misma dirección que la primera o en la dirección contraria.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Para asegurar que los choques sean frontales, puede utilizarse un riel acanalado el cual además permite que el movimiento sea rectilíneo. La idea es que los estudiantes realicen apreciaciones cualitativas, investigando lo que sucede si las dos esferitas son de igual o diferente masa, si se mueven en el mismo sentido o en el opuesto al chocar, etc. Una buena guía de trabajo puede permitir que los estudiantes realicen esta actividad en la casa. Una vez reconocido lo que ocurre, analizar

cualitativamente la cantidad de movimiento antes y después del choque en las distintas situaciones. Esta experiencia puede servir para inducir la ley de conservación de la cantidad de movimiento.

Comentar que la ley de conservación del momentum ha resultado ser una herramienta clave en el estudio de la desintegración del núcleo atómico y otras formas de interacción de partículas elementales, permitiendo predecir muchas veces la existencia de nuevas partículas como fue el caso del neutrino.

Si se dispone de tiempo, puede ser adecuado preguntarse qué ocurriría con el momentum del sistema si en el choque las bolitas se rompieran o, al contrario, que siendo por ejemplo de plastilina, se unieran formando un solo cuerpo. Dar ejemplos diversos de choques elásticos y de interacciones inelásticas.

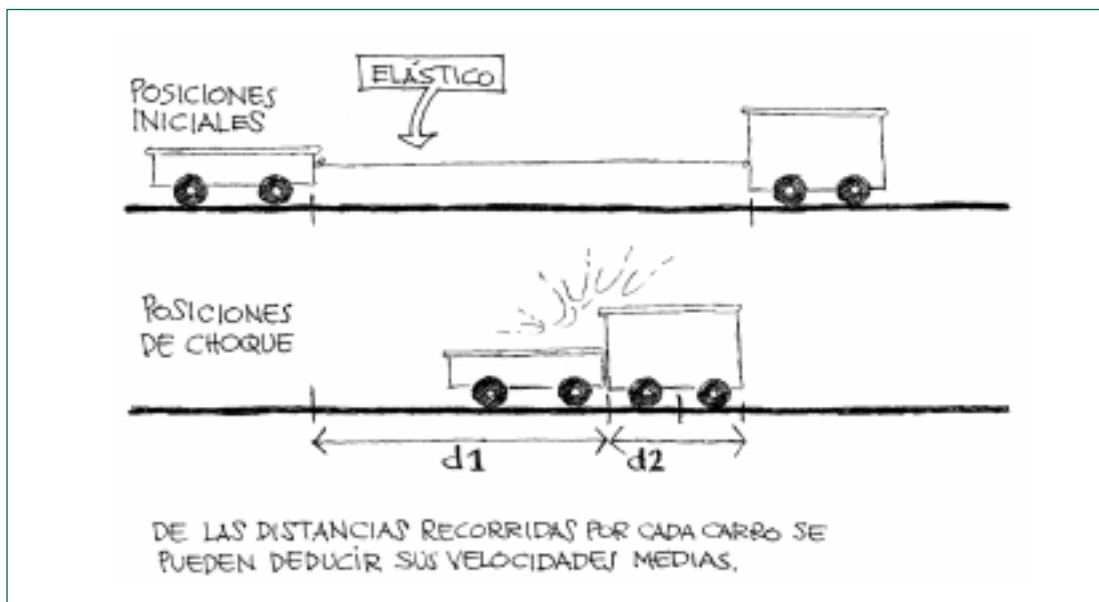
### Ejemplo C

Unen mediante un elástico dos autitos de juguete o carritos de laboratorio de masas diferentes pero conocidas. Los separan hasta los extremos de una mesa y los sueltan simultáneamente. Marcan la posición en que chocan y analizan cuidadosamente la situación desde el punto de vista del momentum total del sistema.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente pedir a los estudiantes que hagan predicciones fundamentadas sobre el lugar en que los carritos chocarán y posteriormente verificarlas. Indicar que como el tiempo durante el cual se mueven los carritos es el mismo para ambos, las distancias que recorren son proporcionales a las velocidades que experimentan. Ver figura 1.5. Una experiencia similar es posible si se dispone de carritos de laboratorio uno de los cuales tenga un detonador de resorte. Buscar en este caso la posición sobre la mesa horizontal en que al detonar el sistema ambos carritos chocan simultáneamente en maderos colocados en los extremos de la mesa.

Fig. 1.5



### Ejemplo D

Calculan y comparan cantidades de movimiento de diferentes vehículos en movimiento: moto, automóvil, camión, barco, etc.

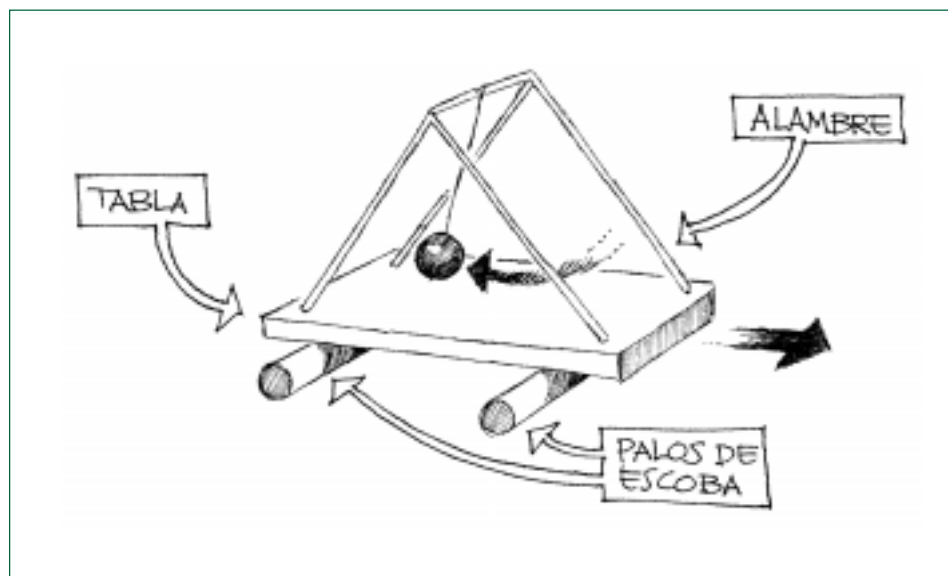
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que se analice la condición necesaria para que vehículos de diferentes masas pero en movimiento logren tener la misma cantidad de movimiento.

### Ejemplo E

Armar un sistema como el que se ilustra en la figura 1.6. Observan y explican lo que ocurre al hacer oscilar el péndulo desde el punto de vista de la ley de conservación del momentum.

Fig. 1.6



#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es recomendable que el péndulo tenga una masa comparable a la de la tabla. Preguntar a los alumnos y alumnas qué se observará y por qué, antes de realizar la experiencia.

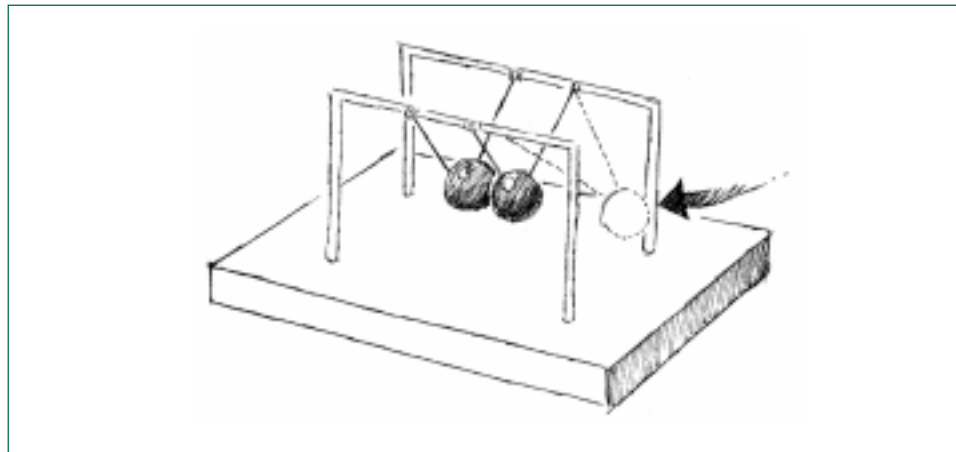
### Ejemplo F

Cuelgan dos esferas macizas preferentemente de acero, madera muy dura o, en última instancia, bolitas de vidrio, de tal manera que apenas se toquen. Luego levantan una y la sueltan para que choque con la otra.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Comentar el oscilar del sistema y la transferencia sucesiva de momentum de una esfera a otra (ver figura 1.7).**

Fig. 1.7



### Ejemplo G

Discuten bajo qué condiciones se cumple la ley de conservación del momentum lineal.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Explicar qué significa que un sistema físico sea aislado. Dar ejemplos en que ello se cumple aproximadamente y de casos en que no se cumple.**

### Ejemplo H

Demostrar que la ley de conservación de la cantidad de movimiento se puede deducir de la ley de acción y reacción.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Se puede también dar esta demostración como tarea a los alumnos o alumnas que mejor se manejen en el álgebra para que la desarrollen en la casa y luego la expongan en la clase.**

Hacer ver que una demostración como ésta ilustra la capacidad que tiene la física de reducir las leyes a unas pocas fundamentales, de las cuales se infieren o derivan otras menos básicas. Notar que la conservación de la cantidad de movimiento también se puede deducir de la isotropía del espacio. Mencionar que existe una cantidad física, denominada momento angular, que al igual que el momento lineal, se conserva. Señalar que ésta es la ley que explica por qué la bailarina que gira, al recoger sus brazos, incrementa la rapidez de su rotación.

---

## d) Ley de caída libre

### Detalle de contenidos

LA ACELERACIÓN DE GRAVEDAD ( $g$ )

El caso del movimiento en la cercanía de la superficie de la Tierra. Itinerario de un objeto en movimiento vertical libre, sometido sólo a la aceleración  $g$ . Valor predictivo de la ecuación de itinerario.

FUERZA DE GRAVEDAD (PESO)

Atracción entre cuerpos con masa. Relación entre la magnitud de esta fuerza y la masa de los cuerpos y su distancia.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Observan, analizan y describen el movimiento de objetos en presencia de la fuerza de gravedad y aplican los conceptos a la resolución de algunos problemas simples.**

Ejemplo A

- Observan y comparan el movimiento en caída libre de distintos objetos: dos hojas de papel idénticas pero una estirada y la otra arrugada y hecha una pelota; clavos, plumas de ave o trozos de plumavit. Formulan hipótesis en relación con los factores que influyen en la caída de los cuerpos.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Después de las especulaciones y análisis de los y las estudiantes relatar los hitos más significativos de la historia de la caída libre. Destacar la posición de Aristóteles primero, y de Galileo después, en torno a la caída de dos cuerpos de igual forma y volumen pero de distinta masa, al ser soltados

simultáneamente desde alturas iguales. Recalcar que el conocimiento científico progresa con el tiempo y que la idea de Aristóteles de que el más pesado cae más luego es superada por la actitud experimental de Galileo quien afirma, basado en la observación, que ambos caen de igual forma. Por esta actitud se dice que Galileo es el padre de la ciencia moderna. Destacar que la ciencia es una construcción humana e histórica. Relatar alguna anécdota, como la de Galileo en la Torre de Pisa, mostrar algún video acerca de Galileo, etc. Si se dispone de los medios, hacer el experimento de dejar caer una esferita de acero y otra de plumavit primero en el aire y luego en un tubo al vacío. No considerar en el análisis de estos problemas los efectos del empuje que produce la atmósfera sobre los cuerpos.

#### Ejemplo B

- Discuten y formulan hipótesis en relación a cómo son, con respecto al tiempo, las distancias que recorre un cuerpo en caída libre en condiciones en que el roce con el aire pueda ser despreciado.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

El estudiante debe advertir finalmente que, como la velocidad de caída va en aumento, la distancia que recorre el cuerpo es, en cada unidad de tiempo, más y más grande. Finalmente los alumnos deben quedar convencidos de que si  $d$  es la distancia recorrida luego de transcurrido el tiempo  $t$  desde que se inició el movimiento, entonces  $d = \frac{1}{2} g t^2$ , en que  $g$  es la aceleración de gravedad. Analizar esta relación, realizar algunos ejercicios numéricos y graficarla para los 4 primeros segundos y encontrar la curva de la velocidad para los mismos instantes.

#### Ejemplo C

- Miden la fuerza de gravedad o peso de cuadernos, lápices, de sí mismos, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Al definir el peso  $P = mg$  de un cuerpo será necesario enfatizar las diferencias que este concepto posee con el de masa. Destacar que se expresan en unidades distintas, que la masa de un cuerpo es una característica propia de él mientras que el peso depende de la aceleración de gravedad  $g$  del lugar en que se encuentre, etc. Agregar que mientras la masa de un astronauta no varía en un viaje espacial, su peso en la superficie de la Luna y de otros planetas es diferente al que tiene en la superficie de la Tierra por ser la aceleración de gravedad diferente en la superficie de cada uno de ellos. Este es un buen momento para graduar un dinamómetro en newton.

#### Ejemplo D

- Discuten y aventuran hipótesis en relación a la razón por la cual la Tierra se mantiene cercana al Sol, y la Luna cercana a la Tierra. Haciendo girar una cuerda con una masa en el extremo comprueban la presencia de una fuerza cuando un cuerpo gira. Comparan este caso con los anteriores. Discuten: ¿Hasta qué altura los cuerpos que nos rodean tendrán peso?

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

La actividad aquí, cualquiera que sea, debe conducir al estudiante a una reflexión bastante profunda, la cual será necesario reiterar posiblemente en más de una oportunidad.

Al introducir la fuerza de atracción gravitacional de Newton, comentar que las masas que allí aparecen (masa gravitacional) son las mismas que las que aparecen en la segunda ley de Newton (masa inercial). Comentar que la equivalencia de estas masas no es evidente y que es un postulado principal en la teoría de gravitación de Einstein. Apoyado en este postulado comúnmente se habla simplemente de masa. Este ejemplo puede emplearse para motivar la Unidad 3: La Tierra y su entorno.

#### Ejemplo E

Miden la aceleración de gravedad en el lugar a partir del análisis de la fotografía estroboscópica de la caída libre de un objeto, conocida la escala de espacio y tiempo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

En muchos libros de física aparecen fotografías como la que requiere la actividad que se propone. Bastará calcar una de ellas para su estudio y ajustar las escalas de longitudes y tiempos para que los estudiantes obtengan un valor cercano a  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Indicar que en la superficie terrestre el valor de esta aceleración es de aproximadamente  $9,8 \text{ m/s}^2$  y que varía ligeramente con la latitud geográfica y la altura. Mencionar la aceleración en la superficie de la Luna y de algunos otros astros. Informar que en la navegación aérea o espacial  $g$  suele usarse como unidad de aceleración.

Describir y comparar el movimiento de una bolita u otro objeto rodante sobre una superficie que hace un ángulo con la horizontal (plano inclinado), con el que experimenta cuando se la deja caer verticalmente. Comentar el experimento de los planos inclinados de Galileo Galilei.

#### Ejemplo F

Miden el tiempo que tarda en caer una pequeña piedra desde lo alto de un edificio, un puente sobre un río, o el borde de un pozo de agua profundo, etc.; basándose en esta medida, determinar la altura del edificio, la altura del puente o la profundidad del pozo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que los estudiantes reflexionen sobre las estimaciones y aproximaciones que se realizan: por ejemplo, el considerar despreciable el roce con el aire, el tiempo de reacción de quien mide los tiempos, etc.

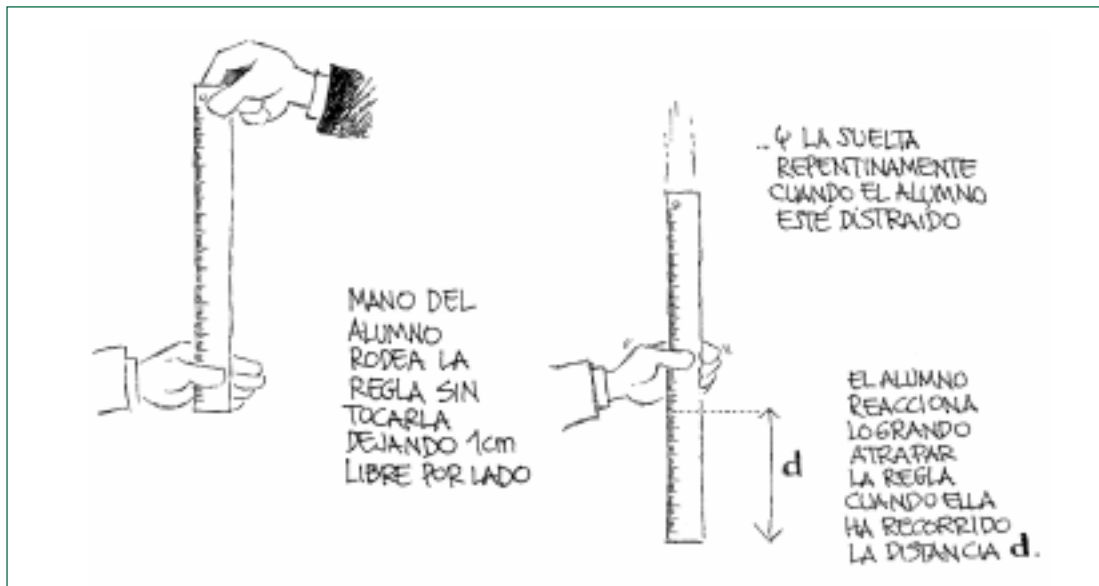
## Ejemplo G

Medir el tiempo de reacción de un alumno o alumna frente a un estímulo repentino.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

La experiencia que se describe a continuación es muy fácil y generalmente es de gran interés para los estudiantes. Pedir a un voluntario que apoye su mano en el borde de una mesa, rodeando con sus dedos una regla larga que el profesor sostiene desde lo alto. Asegurarse que el borde inferior de la mano enfrenta el extremo de la regla y que los dedos del estudiante no tocan la regla. Cuando el alumno está distraído el profesor suelta la regla. Desde que el alumno capta que la regla empieza a caer y hasta que reacciona logrando cerrar los dedos y atrapar la regla, ella recorre, en caída libre, varios centímetros (por lo general entre 15 y 50 cm). El tiempo de reacción se obtiene entonces de la relación  $t = \sqrt{2dg}$ , en que  $d$  es la distancia que recorre la regla en caída libre y  $g$  la aceleración de gravedad. Analizar con los estudiantes los supuestos que hay tras esta medición y considerar las incertezas en los valores de  $d$  usados (ver figura 1.8).

Fig. 1.8



## Ejemplo H

Analizar el caso de un paracaidista o de una gota de lluvia que desciende en el aire con velocidad constante.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Se espera que el estudiante reconozca que sobre el paracaidista y su paracaídas, o sobre la gota de lluvia, la fuerza neta es cero, gracias a que la fuerza de gravedad es cancelada por la fuerza con que el aire se opone al movimiento. Hacer ver que este equilibrio de fuerzas no existía cuando el paracaídas

estaba cerrado en el momento de lanzarse el paracaidista. Comentar que la fuerza que ejerce el aire crece con la velocidad del móvil hasta que se equilibra con el peso. Agregar que si no se abre el paracaídas, de todos modos el paracaidista alcanza una velocidad límite, la cual no es tan grande habiéndole sido posible a más de un paracaidista accidentado sobrevivir.

---

## e) El roce, sus causas y sus efectos

### Detalle de contenidos

#### EL ROCE COMO FENÓMENO

Caracterización fenomenológica del roce y su manifestación en la vida cotidiana. Formas de disminuirlo o aumentarlo.

#### FUERZA DE ROCE

Fuerza de roce en el deslizamiento de un cuerpo. Coeficiente de roce. Roce estático y dinámico. Ejemplos numéricos en situaciones simples y diversas.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Experimentan con el roce estático y dinámico y analizan situaciones cotidianas en que éstos se manifiestan. Miden fuerzas de roce.**

#### Ejemplo A

- Comparan el frotarse las manos secas, y húmedas con jabón. Formulan hipótesis destinadas a explicar las diferencias que se perciben.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

En ésta y otras actividades puede ser posible que sea un solo alumno o alumna quien hace la experiencia frente al curso. Se puede recomendar al resto que la repita en sus casas.

## Ejemplo B

- Empujan un libro, una mesa, un mueble pesado, y relacionan la fuerza que es necesario ejercer con el peso del cuerpo empujado. Sienten la disminución en la fuerza aplicada cuando el cuerpo se empieza a mover.

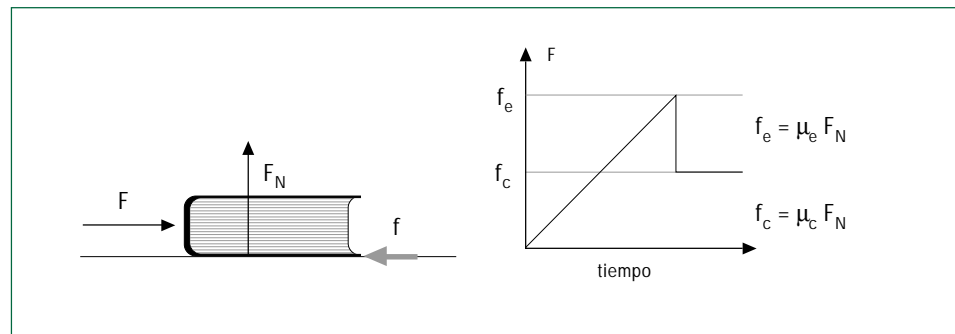
## INDICACIONES AL DOCENTE:

Recalcar la diferencia entre roce estático y dinámico. Aprovechar esta experiencia para introducir cuantitativamente la fuerza de roce y los coeficientes de roce estático ( $\mu_e$ ) y dinámico ( $\mu_c$ ). Dar y analizar algunos valores para estos coeficientes, que incluyan los elementos más habituales como la superficie madera -madera, goma- concreto, etc. (ver tabla siguiente). Resolver problemas simples de movimiento horizontal y a velocidad constante en los que actúa el roce dinámico. Es conveniente mencionar que si el plano sobre el que ocurre el movimiento es inclinado, la fuerza de gravedad tiende a hacer deslizar al cuerpo y si el ángulo es suficientemente grande puede producir deslizamiento. Advertir que es necesario desviar hacia la cuneta las ruedas de un vehículo estacionado en una pendiente para evitar su posterior deslizamiento, si el roce proporcionado por el freno o el contacto de las ruedas con el suelo fuese insuficiente.

Analizar con los estudiantes detalles como los que se sugieren en la figura 1.9

Materiales en contacto	Coefficiente estático: $\mu_e$	Coefficiente cinético: $\mu_c$
Goma en concreto	0,9	0,7
Madera en nieve	0,08	0,06
Acero en acero	0,75	0,57
Madera en madera	0,7	0,4
Metal en metal (con lubricante)	0,1	0,07
Vidrio sobre vidrio	0,9	0,4

Fig. 1.9



### Ejemplo C

Describen las diferencias entre caminar con zapatos de suela o zapatos de goma sobre diferentes superficies: tierra, arena, pavimento, baldosas y cerámicos. Explican la dificultad de correr en el agua con ella hasta las rodillas.

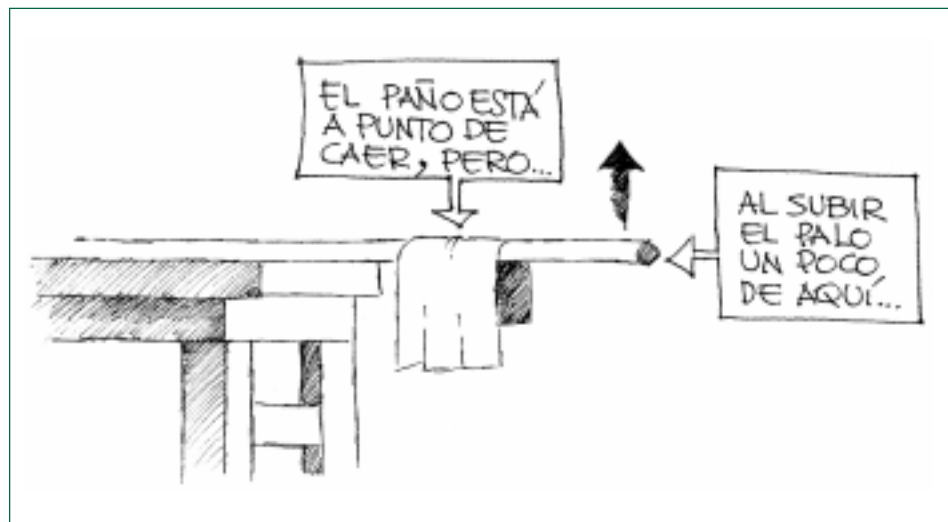
### Ejemplo D

Colocar un paño de sacudir sobre un palo de escoba horizontal de modo que de un lado cuelgue más largo que del otro, quedando de tal forma que casi desliza lateralmente y cae, sujeto apenas por el roce *estático*. Al levantar la punta del palo formando un ángulo con la horizontal, llega un punto en que el paño resbala a lo largo del palo, se instaura el roce dinámico, y el paño desliza y cae hacia un costado (figura 1.10). Discuten lo que ocurre y procuran explicarlo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta es una demostración fácil de hacer y muy instructiva. Utilizar un palo bien liso. Comentar que al resbalar el paño, la fuerza que lo sostenía para que no deslizará hacia un costado disminuye, y esto hace que el paño se desestabilice y caiga.

Fig. 1.10



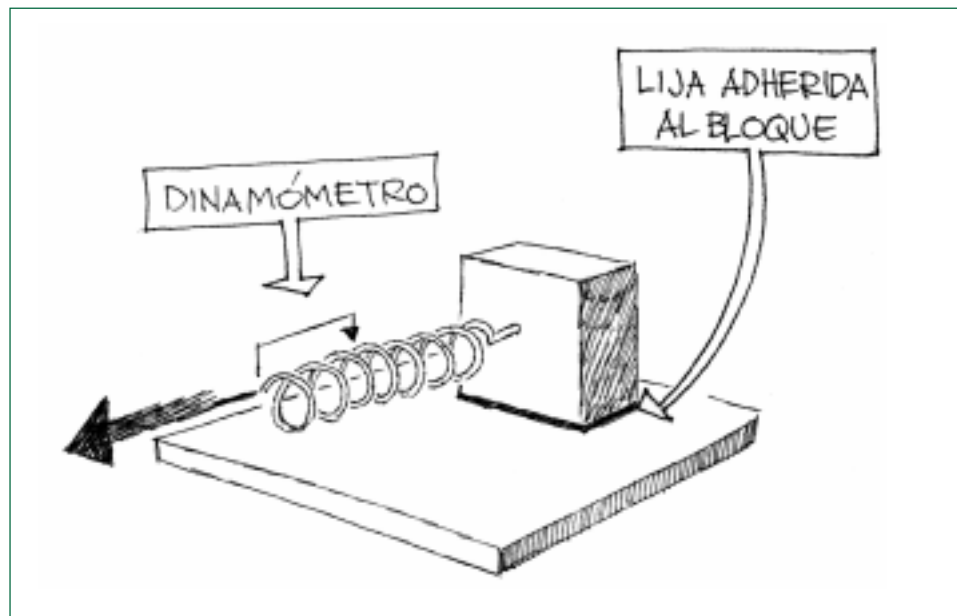
### Ejemplo E

A través de un dinamómetro tiran de un trozo de madera que se encuentra sobre una superficie horizontal (figura 1.11). Miden hasta qué fuerza el bloque aún no se mueve, y la fuerza que se requiere para moverlo con una velocidad constante pequeña. Discuten acerca del origen de la diferencia entre los valores de estas dos fuerzas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es instructivo ensayar esta actividad cambiando las texturas de las superficies: colocar por ejemplo, madera con madera, madera con papel de lija, madera con paños suaves, etc. Comparar la situación madera con madera seca y madera aceitada con madera seca. Comparar situaciones en que se mantenga la misma textura de las superficies pero se varíe el peso.

Fig. 1.11



### Ejemplo F

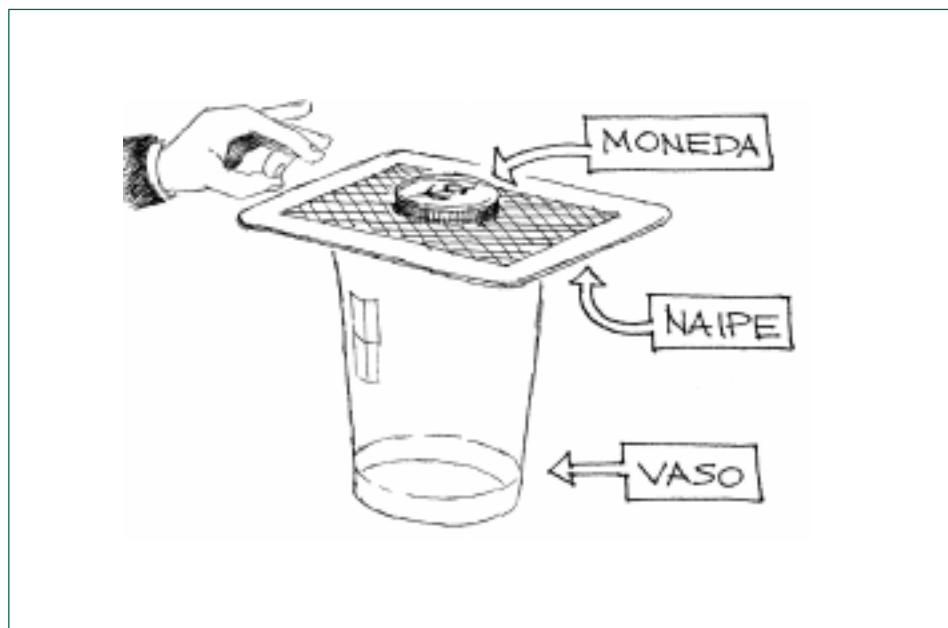
Sobre un papel colocan una moneda. Tiran rápidamente del papel y observan lo que ocurre con la moneda. Discuten el fenómeno observado buscando su explicación.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar cómo un mago puede sacar un mantel de una mesa sin que se caigan los objetos que hay sobre él. Reemplazar el papel por un paño suave y la moneda por un objeto de mayor peso y, antes de hacer el experimento, especular sobre el efecto que uno esperaría en tales circunstancias. Una variante de este ejemplo es colocar encima de un vaso un naipe y sobre éste la moneda. Al pegarle lateralmente al naipe, éste se desliza y cae, entonces predecir dónde cae la moneda o explicar por qué cae en el interior del vaso (ver figura 1.12).

Estos ejemplos también pueden emplearse para ilustrar la ley de inercia.

Fig. 1.12



### Ejemplo G

Analizan y explican las formas exteriores de vehículos de transporte como aviones, trenes de alta velocidad, autos, barcos, submarinos u otros objetos, como proyectiles balísticos, etc., que deban moverse rápidamente en el aire o en el agua.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Dar ejemplos en que estas formas “aerodinámicas” se dan en el mundo animal.

### Ejemplo H

Analizan y discuten las fuerzas de roce presentes en un automóvil en movimiento cuando viaja con velocidad constante, cuando frena y cuando enfrenta una curva.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Describir el sistema de freno de un automóvil o una motocicleta, particularmente las pastillas o balatas, discos y tambores de un automóvil. Si es posible, mostrar el sistema de frenos de una bicicleta. Llamar la atención sobre el peligro que representan en el pavimento el hielo y las manchas de aceite. Comentar la importancia que tiene el que los neumáticos tengan su dibujo con la profundidad adecuada y lo peligroso que es frenar con los neumáticos lisos si el pavimento está mojado, etc.

---

## f) Torque y rotación

### Detalle de contenidos

#### TORQUE

Introducción fenomenológica del torque. Su expresión formal en el caso más simple en que la fuerza es perpendicular al brazo. Suma de torques en el mismo caso.

#### ROTACIÓN

El concepto de eje de rotación. El torque como causa de rotación. Ejemplos simples.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Aplican una fuerza en diversas situaciones y a diversos objetos, produciendo sólo rotación. Identifican el rol que cumple el torque en la rotación y la mejor forma de aplicarlo en herramientas y acciones de la vida cotidiana.**

#### Ejemplo A

- Analizan el acto de empujar una puerta para abrirla o cerrarla. Usan la puerta de la sala para empujarla de distintas formas y estudian su efecto.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Orientar a los alumnos y alumnas con preguntas tales como ¿dónde y en qué dirección debe aplicarse la fuerza para que la acción sea más efectiva? Esta experiencia puede aprovecharse para escribir la

fórmula del torque y apreciar el efecto de agrandar el brazo, por ejemplo. También sirve para introducir el concepto de eje de giro.

#### Ejemplo B

- Analizan la aplicación de torque en herramientas tales como el destornillador, el alicate, la llave inglesa, la llave para sacar ruedas de autos, en el sistema de pedales de una bicicleta, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que estas herramientas están diseñadas para aprovechar mejor el torque aplicado. Discutir acerca del mejor diseño para una llave inglesa o un destornillador, por ejemplo. De ser posible, traer una bicicleta a la clase y mostrar el sistema de pedales y de cambios. Comentar acerca del requerimiento de aprovechar mejor el esfuerzo del ciclista en términos de la pendiente del terreno, o de la velocidad a que se quiere andar.

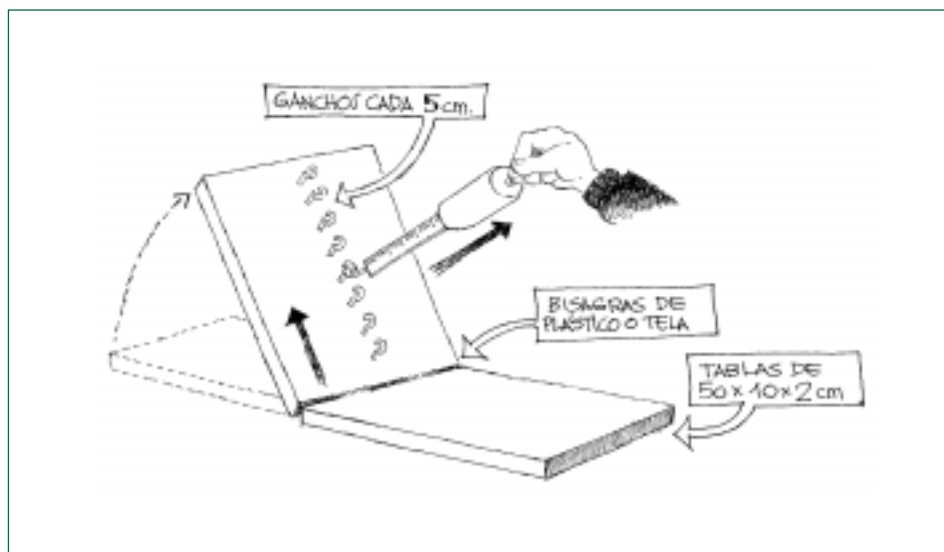
#### Ejemplo C

Unir dos tabloncillos mediante una bisagra y medir, por medio de un dinamómetro, la fuerza que es necesario aplicar en diferentes lugares a uno de los tabloncillos para girarlo en  $45^\circ$  (figura 1.13). Construyen y analizan el gráfico  $F$  versus  $r$ , donde  $r$  es la distancia entre el eje de giro y el punto en que se aplica la fuerza  $F$  que mide el dinamómetro.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Hay que intentar que la fuerza sea perpendicular a la superficie sobre la cual se aplica.

Fig. 1.13



## g) Diseño de un experimento dinámico

### Actividad genérica y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Realizan un diseño experimental para resolver algún problema físico sencillo.**

Se espera que alumnos y alumnas diseñen y lleven a cabo un experimento en que se utilicen los conceptos de la unidad, a medida que se presenta la materia. El informe final de esta experiencia debe organizarse de modo que siga una pauta de desarrollo que ordene la expresión de las ideas y facilite al lector su comprensión. El diseño se atiene a los pasos del método científico con el objeto de ilustrarlos.

INDICACIONES AL DOCENTE:

**A los estudiantes:**

- a) darles a investigar situaciones o fenómenos que ellos mismos propongan. Preferir aquellas que no les resulte fácil de encontrar ya resueltas, que resulten novedosas, motivantes y no requieran de complejos equipos de laboratorio;
- b) orientarlos cuidadosamente en el sentido de qué es lo que se espera que logren en su mini investigación, el modo de realizar un informe, etc.;
- c) orientarlos mientras están desarrollando la investigación. De vez en cuando preguntarles cómo les está yendo;
- d) señalarles los plazos adecuados para que realicen su investigación y darles a conocer de antemano los aspectos que se considerarán en la evaluación;
- e) proporcionarles una buena guía que los oriente en este trabajo, de modo que lo puedan realizar en sus hogares, evitando destinar muchas horas de clases a esta actividad.

*Algunos ejemplos quizás adecuados para los alumnos más avanzados, son:*

- 1) Estudian el rebote de una pelota en un muro, u otros ejemplos derivados del deporte, procurando que se formulen en la manera más simple posible: movimiento unidimensional, etc.
- 2) Miden las constantes de elasticidad de dos resortes diferentes. Formulan hipótesis de cómo será la constante de elasticidad del conjunto, unidos uno a continuación de otro y en paralelo. Verifican experimentalmente las hipótesis planteadas.
- 3) Especulan sobre los posibles factores de los cuales puede depender el período de oscilación de un péndulo y realizan una investigación experimental con el objeto de comprobar las hipótesis.
- 4) Construyen y calibran algún tipo de balanza que resulte de utilidad en el laboratorio escolar.
- 5) Construyen de uno o varios de los diversos dispositivos demostrativos que aparecen en los ejemplos sugeridos en la unidad: choque de bolitas, móvil con propulsión a chorro, péndulo de Foucault didáctico, un sismógrafo, etc., y acompañándolos de un análisis o bien presentándolos al curso.

## 3. Energía mecánica

---

### a) Trabajo mecánico y potencia

#### Detalle de contenidos

##### TRABAJO MECÁNICO

Definición y determinación de trabajo mecánico en el movimiento rectilíneo, como el simple producto de la fuerza por el desplazamiento. El trabajo como una forma de transmitir energía. El joule como unidad de energía. Ejemplos diversos vinculados a la experiencia cotidiana.

##### POTENCIA MECÁNICA

Definición de potencia mecánica. Su unidad el watt. Ejemplos asociados a la vida diaria.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

##### Actividad 1

---

**Empujando objetos y notando el esfuerzo realizado discuten el significado de la definición de trabajo mecánico y su relación con los conceptos de energía y de potencia mecánica.**

##### Ejemplo A

- Empujan un libro sobre la mesa. Reflexionan sobre lo que han hecho y comparan el esfuerzo con la misma actividad pero realizada esta vez con un objeto más pesado, como una caja de libros, una gran piedra, etc., para iguales desplazamientos.

##### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad permite introducir los conceptos de trabajo, energía, y potencia, en un contexto muy general y a partir de la experiencia. Introducir la unidad de energía, el joule. Mantener el formalismo lo más simple posible a través de fuerzas paralelas al desplazamiento y movimiento rectilíneo. Ilustrar ampliamente y con múltiples ejemplos descriptivos y de cálculo los tres conceptos indicados. Comparar el uso corriente de los términos *trabajo* y *potencia* con el que poseen en física.

### Ejemplo B

- Por medio de un dinamómetro arrastran a velocidad constante un objeto, notando la fuerza aplicada. Miden el desplazamiento con una regla, y con un reloj o cronómetro el tiempo transcurrido. Determinar luego el trabajo que realiza la fuerza y la potencia que desarrolla. Discuten los factores que influyen en las cantidades calculadas. Discuten lo ocurrido con la energía.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Si la actividad la realizan directamente los estudiantes, puede ser adecuado formar diferentes grupos de trabajo, que hagan la experiencia en condiciones diferentes (más o menos roce, más o menos peso del cuerpo, mayores o menores recorridos) y comparar después los datos de cada grupo. Mantener fuerza y desplazamiento como colineales para efectos de cálculo, en una geometría simplificada al máximo; pero señalar que el trabajo sí depende del ángulo que forman fuerza y desplazamiento. Mostrar ejemplos en que dicho ángulo es  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ; señalar que si el ángulo es  $90^\circ$  el trabajo es cero y que si es mayor que  $90^\circ$  es negativo. Si se opta por el trabajo en grupos de estudiantes, promover la cooperación entre ellos.

### Ejemplo C

Averiguan la potencia que pueden desarrollar diferentes artefactos domésticos (ampolletas, taladros eléctricos, ventiladores, televisores, etc.) examinando las inscripciones que colocan en ellos los fabricantes de dichos artefactos. Discuten el significado que en cada uno de los artefactos posee el valor de la potencia.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Recordar que en primero medio se trató la potencia eléctrica. Relacionarla con la potencia mecánica, recalcando que en un taladro, por ejemplo, se convierte una forma de energía en otra según la tasa indicada por la potencia.

### Ejemplo D

Discuten acerca del trabajo que realizan y la potencia que desarrollan al subir una escalera de un piso a otro, caminando o corriendo. Comparan los resultados obtenidos en estas dos situaciones y realizan los análisis desde el punto de vista de los conceptos físicos involucrados, y de lo que sienten quienes realizan dicha acción.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver que, si el movimiento es a velocidad constante, la fuerza que realiza el trabajo iguala la fuerza de gravedad, es decir, el peso de la persona. Hacer ver también que el cansancio experimentado,

y la necesidad de alimentarse para poder realizar estas acciones, confirman que hay energía involucrada. Sin embargo, el cansancio subjetivo no es una buena medida de la energía ya que para subir a una misma altura, es decir, para adquirir una misma energía potencial, el cansancio al caminar o correr es diferente, y también el que experimentan una persona de edad y un atleta.

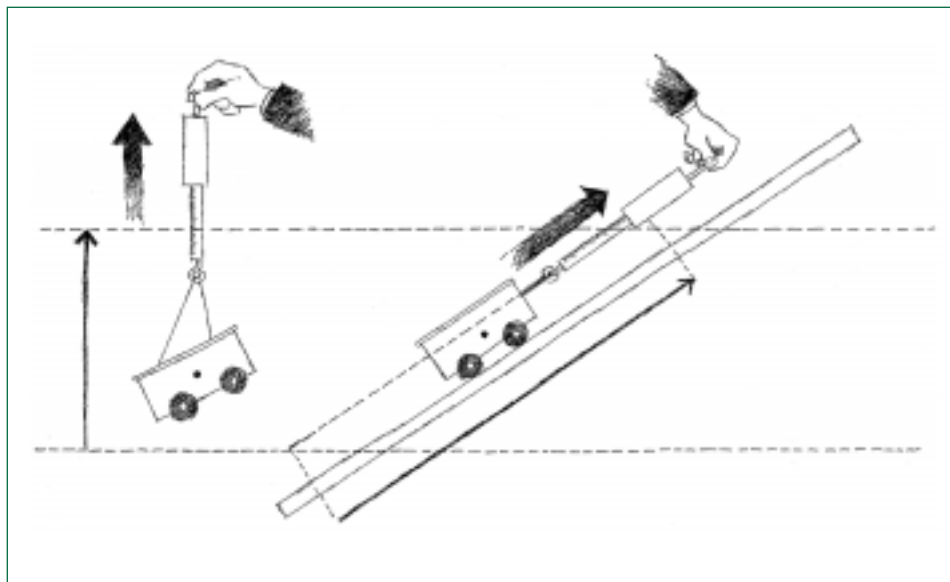
#### Ejemplo E

Verifican, realizando la experiencia propuesta en la figura 1.14, que el trabajo realizado en contra de la fuerza de gravedad es independiente de la trayectoria.

INDICACIONES AL DOCENTE:

**Emplear un carrito y un plano inclinado entre los que exista un roce mínimo.**

Fig. 1.14



## b) Trabajo y energía

### Detalle de contenidos

#### ENERGÍA

Concepto de energía.

#### ENERGÍA POTENCIAL

Energía al levantar un objeto. Energía potencial gravitatoria:  $E_P = mgh$ .

#### ENERGÍA CINÉTICA

Introducción fenomenológica del concepto de energía cinética y su expresión en términos de la velocidad y la masa:  $E_C = \frac{1}{2} mv^2$ .

#### ENERGÍA MECÁNICA Y SU CONSERVACIÓN

La energía mecánica como la suma de las energías cinética y potencial, la conservación de esta cantidad en sistemas físicos aislados, e ilustración de su utilidad práctica.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

Mediante el desplazamiento vertical de objetos definen, analizan y experimentan con las dos formas de energía mecánica: la potencial y la cinética. Comprueban que la energía total permanece constante en ausencia de disipación.

#### Ejemplo A

- Discuten y analizan el significado de una frase como “energía es la capacidad que posee un sistema para realizar trabajo”, desde el punto de vista de lo que significa subir o dejar caer objetos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Proporcionar múltiples ejemplos que ilustren el significado de esta definición, enfatizando el hecho de que esta energía no tiene por qué estarse manifestando para existir; está almacenada en un sistema por la posición relativa de sus partes, o en la velocidad con que se mueven. Comparar el uso común del término energía con el que posee en física.

## Ejemplo B

- Levantan una piedra, bolita u otro objeto hasta diferentes alturas y la dejan caer. Discuten acerca de lo que ocurrió desde el punto de vista de la energía cinética y potencial.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Destacar que todo se inicia con el *trabajo* de levantar el cuerpo; que la energía almacenada se llama energía potencial; que el golpe del objeto al caer revela una energía de movimiento. Comentar que la energía potencial se convierte en cinética, y que esta última se disipa en forma de sonido, deformaciones y calor en el impacto. Recaltar que en todas estas transformaciones la energía se conserva.

## Ejemplo C

- Completan una tabla de valores como la siguiente, en que se anotan los datos de un cuerpo de 2 kg que cae libremente desde una altura de 80 m considerando el nivel de energía potencial cero en el suelo. Grafican las energías potencial ( $E_p$ ) y cinética ( $E_c$ ) en función del tiempo a medida que el cuerpo cae. Suman, punto a punto, tales energías y analizan dicho gráfico.

Tiempo (s)	Altura (m)	$E_p$ (J)	$v$ (m/s)	$E_c$ (J)	$E_p + E_c$ (J)
0	80	1600	0	0	1600
1	75		10		
2					
3					

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente repartir a los alumnos y alumnas una hoja que ya contenga la matriz para hacer la tabla, y los ejes para construir el gráfico.

Notar que se ha usado el valor aproximado  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Comentar que uno siempre usa un valor aproximado, y que sólo hay que convenir qué aproximación se utiliza en cada caso. Esta generalmente se define en función de la precisión requerida según la situación de que se trate.

## Ejemplo D

- Calculan el trabajo realizado por la fuerza de gravedad mientras un cuerpo de masa conocida cae libremente desde cierta altura. Igualando este dato con la energía cinética final del cuerpo, determinan la velocidad del impacto en el suelo.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Este ejemplo permite ilustrar uno de los aspectos en que es útil la ley de conservación de la energía. Destacar que la energía de movimiento aumenta como el *cuadrado* de la velocidad. Por ejemplo, en un choque frontal entre dos vehículos que marchan a igual velocidad en dirección contraria, la energía del impacto es cuatro veces, no dos, la de chocar a la misma velocidad contra un muro. Hacer algunos ejercicios como éste, evitando convertirlos en simple aplicación de fórmulas.

### Ejemplo E

A la luz de las definiciones de energía potencial (gravitatoria) y cinética analizan lo que ocurre con un objeto que se lanza verticalmente hacia arriba y que enseguida cae.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Expresar la energía potencial gravitatoria como  $E_p = mgh$ , en que  $m$  es la masa de un cuerpo,  $g$  la aceleración de gravedad del lugar en que se encuentra y  $h$  la altura respecto de algún nivel escogido arbitrariamente (la superficie de una mesa, por ejemplo). Expresar la energía cinética como  $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ , en que  $v$  es la rapidez del objeto. Examinar la coherencia de unidades de ambas expresiones y el significado de que la energía cinética sea proporcional al cuadrado de la velocidad de un cuerpo y sólo directamente proporcional a su masa; explicar, por ejemplo que las balas sólo son peligrosas si se mueven a gran velocidad.

### Ejemplo F

Analizan, desde el punto de vista de la energía, qué es necesario hacer para llevar una pelota del reposo hasta que alcance cierta velocidad, qué hay que hacer para lanzarla hasta cierta altura o qué para detenerla en nuestras manos.

### Ejemplo G

Analizan lo que ocurre con la energía potencial, cinética y total mientras una pelota de goma da bote en el suelo. A mano alzada grafican las energías en función del tiempo, comparan sus gráficos y explican lo que sucede.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

En los gráficos de los diversos tipos de energías en función del tiempo, identificar las distintas etapas del movimiento y lo que ocurre con la energía cinética, con la energía potencial y con la energía total. A medida que la pelota da bote y hasta que eventualmente se detiene. Instar a los estudiantes a formular hipótesis destinadas a explicar qué pasó con la energía total.

Del mismo modo puede analizarse el movimiento de un péndulo que oscila o de una masa que oscila verticalmente al estar colgada de un elástico o resorte.

### Ejemplo H

Recolectan información escrita (diarios, revistas, etc.) y/o electrónica (programas computacionales, internet, etc.) relativas a los principales recursos energéticos que emplea el hombre, las reservas que existen de ellos y la crisis energética que puede llegar a afectar a la humanidad. Comparten la información en el curso (exposición, diario mural, etc), analizan y discuten las consecuencias y soluciones de estos problemas.

## Ejemplos de evaluación de la unidad

---

1. Exposición oral de la obra de Galileo Galilei y su contribución a la ciencia.

### INDICACIONES AL DOCENTE:

Se presta para observar la habilidad desarrollada para expresarse oralmente, utilizando lenguaje científico, utilizar diversas fuentes de información, analizar la evolución en la forma de hacer ciencia, etc.

---

2. Exponer en un diario mural los principios físicos involucrados en los diferentes elementos de seguridad que poseen los automóviles

### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es adecuada para evaluar un trabajo colectivo. Es conveniente que los estudiantes entreguen junto con el mural, un registro del proceso del trabajo y una auto evaluación. Quedan en evidencia, en este proyecto, las capacidades para utilizar fuentes de información adecuadas, clasificación y presentación de la información, uso de vocabulario científico, integración ciencia, técnica y sociedad, normas de seguridad y actuación en grupo.

---

3. Analizar una actividad deportiva desde la perspectiva de la física, exponiendo en un panel la posibilidad de optimizar el rendimiento del deportista aplicando los conocimientos sobre mecánica.

### INDICACIONES AL DOCENTE:

Debido a la diversidad de deportes, esta actividad permite un trabajo individual. Quedan en evidencia capacidades tales como la aplicación de conocimientos, manejo de fuentes de información, procesamiento de datos, uso de vocabulario científico, creatividad e integración entre ciencia y sociedad.

- 
4. Determinar los factores de que depende la distancia recorrida por un pote de plástico (por ejemplo de margarina) al ser impulsado por un elástico sobre una superficie horizontal, y encontrar la relación entre esos factores.

INDICACIONES AL DOCENTE:

En grupo o individual, proporciona evidencias de la capacidad para formular hipótesis, planificar la experiencia, observar, seleccionar y controlar variables, medir, interpretar datos, comunicar en variadas formas, encontrar relaciones. En general aplicar el método científico para realizar una pequeña investigación y las implicaciones en la tecnología.

- 
5. Encontrar los factores que determinan la deflexión de una regla fija en un extremo y encontrar una relación entre esas variables.

INDICACIONES AL DOCENTE:

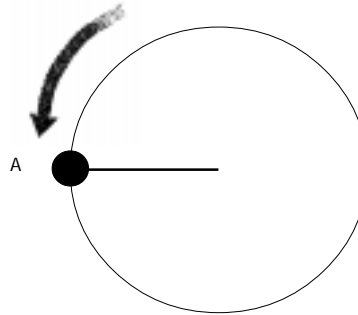
Es una actividad que se puede realizar en forma grupal. Se puede indicar a los alumnos y alumnas que en este trabajo se evaluará en forma especial, por ejemplo, las habilidades para recopilar y procesar datos y la representación y análisis gráfico. Esta actividad permite mostrar evidencias de la utilización del método científico y la actuación en el experimento.

**Los ejemplos de evaluación siguientes representan preguntas que pueden ser usadas en pruebas de ensayo u objetivas, o simplemente como una evaluación formativa.**

- 
6. Es común que las personas usen los términos rapidez y velocidad como sinónimos. Mostrar mediante un ejemplo que representan conceptos diferentes.

- 
7. Un esquiador baja por una pendiente nevada, sin roce y sin empujarse. Indicar la transformación de energía mecánica que allí se produce y que permite que el esquiador aumente su velocidad.

- 
8. La figura muestra la trayectoria de una piedra que gira atada a una cuerda sobre una superficie horizontal sin roce. Suponga que la cuerda se corta cuando la piedra pasa por el punto A. Dibujar la trayectoria que seguiría la piedra en ese caso y explicar el principio de Newton en que se basa su respuesta.



- 
9. Aplicando los principios de Newton explicar el por qué un vaso de vidrio se rompe si cae sobre baldosa, pero si cae, desde la misma altura, sobre una alfombra gruesa puede no romperse.

- 
10. Si Ud. sube de un piso a otro usando una escalera mecánica en movimiento, describir:
- su movimiento respecto a la escalera;
  - su movimiento respecto a un punto ubicado en la base del edificio.
- Ahora, si Ud. baja con la misma rapidez con que sube la escalera, describir el movimiento:
- respecto a la escalera;
  - respecto a un punto ubicado en al base del edificio.

- 
11. Cuando un auto es chocado por detrás, las personas que viajan pueden sufrir lesiones en el cuello. Explicar cómo ayuda el cojín para descansar la cabeza en la prevención de este tipo de lesiones.

- 
12. Si uno camina sobre un pequeño bote que está en el agua, el bote se desplaza hacia atrás. ¿Por qué?

---

13. Se dice que un auto gasta más combustible cuando se desplaza con las luces encendidas y si, además, enciende el aire acondicionado el consumo es mucho mayor. Explicar la afirmación anterior utilizando el principio de conservación de la energía.

---

14. Se debe abrir un tarro de café cuya tapa está pegada a presión y se dispone de un destornillador de mango largo delgado y otro de mango corto y grueso. ¿Con cuál de ellos se hace la tarea más fácil? Si desea sacar un tornillo atorado, ¿cuál destornillador utilizaría?

---

15. Una nave espacial viaja de la Tierra a la Luna. ¿En qué caso requiere más combustible: en la ida o en la vuelta? Explicar utilizando sus conocimientos de mecánica.

---

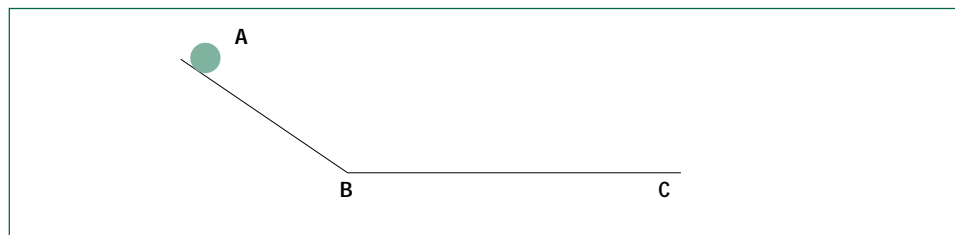
16. Las cabinas deformables de los autos tienen por objeto reducir las lesiones que se puedan producir en caso de un accidente automovilístico. Explicar por qué sucede esto, en términos de transferencia de energía.

---

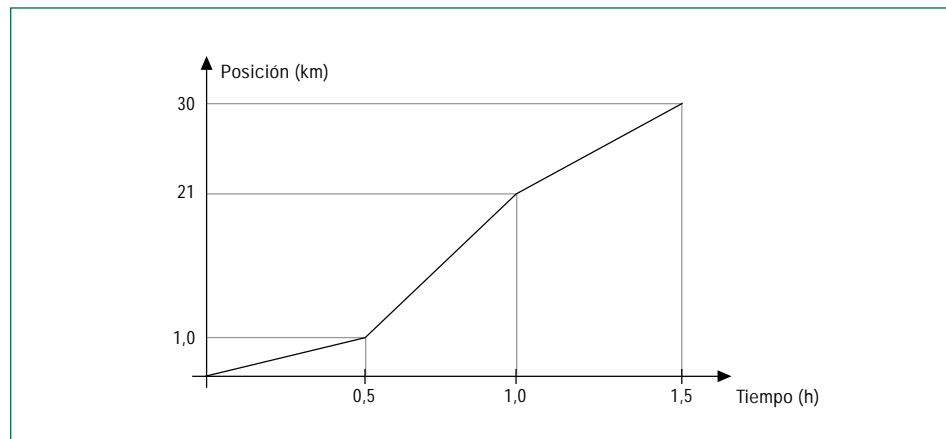
17. Determinar la rapidez media de un móvil que recorre 50 metros con una rapidez de 5 m/s y luego otros 30 metros en 5 segundos.

---

18. Una bolita se deja caer desde el punto A del plano inclinado pasando por B y C. Representar un bosquejo del gráfico  $v(t)$  del movimiento.



19. Se estudia el movimiento de un atleta que practica triatlón (natación, ciclismo y trote) y que se desplaza en forma rectilínea. El gráfico siguiente da cuenta de su posición en función del tiempo, desde la partida hasta la meta.



A partir de la información dada por el gráfico responda a las siguientes preguntas:

- ¿con qué rapidez se mueve el atleta en cada tramo de la carrera?
- ¿cuál es la rapidez media del atleta?
- si después de algunos días el atleta repite la prueba, pero esta vez haciendo el camino opuesto, ¿cómo sería el nuevo gráfico de su posición en función del tiempo?

20. Analizar las fuerzas que están presentes en el movimiento de un ascensor, ya mientras baja, ya mientras sube con rapidez constante, ya en los momentos en que acelera, aumentando o disminuyendo su rapidez en movimientos de subida y de bajada.

21. Explicar el modo de producir un torque neto igual a cero entre dos niños o niñas de diferente peso que desean estar en equilibrio en un balancín.

---

22. Identificar dos partes del cuerpo humano en que se produce torque, señalar el origen de la fuerza aplicada e identificar el eje de giro.

---

23. Indicar en cuáles de las siguientes situaciones el roce es deseable y en cuáles constituye un problema:

- a) una persona caminando,
- b) una persona nadando,
- c) un ave volando,
- d) una bicicleta frenando,
- e) un paracaidista descendiendo,
- f) un motor de automóvil funcionando con poco aceite,
- g) una escalera afirmada en un muro.



## Unidad 2

# El calor

### Contenidos Mínimos

#### 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 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 energía, 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.

### Aprendizajes esperados

Al completar la unidad alumnas y alumnos:

- manejan con familiaridad y distinguen los conceptos de temperatura y calor, su relación con la energía, las propiedades de los materiales y artefactos de uso cotidiano en relación a estas magnitudes;
- reconocen que en nociones de uso cotidiano (como calor, temperatura, energía) hay toda una ciencia y un mundo de ideas y aplicaciones;
- reconocen que la tecnología al interior de objetos de uso cotidiano ha sido posible gracias al conocimiento científico (como el refrigerador);
- comprenden que, al menos en algunos casos, el comportamiento global de un sistema se puede explicar en términos de la participación individual de sus partes (como la relación entre la temperatura de un cuerpo y el movimiento de sus constituyentes moleculares);
- aprecian la generalidad de algunas nociones de la física (como la energía);
- reconocen que lo que leen nuestros sentidos puede afectarse por las condiciones del entorno y no es infalible (como la apreciación de la temperatura);
- aprecian la finitud de los recursos naturales (como el petróleo) y procuran cuidarlos.

### Recomendaciones al docente

- Evitar o al menos controlar situaciones de riesgo en el trabajo experimental, tanto en lo que se refiere a materiales que se encuentren a temperaturas elevadas y que puedan producir quemaduras, como en el manejo de materiales cortantes como vidrios y elementos contaminantes como el mercurio. Cuando se calienten vidrios con mecheros emplear gafas protectoras. Insistir en las medidas de seguridad en el trabajo encomendado para la casa.
- Enfatizar la observación, la medición y la experimentación utilizando materiales simples que normalmente están al alcance de todos.
- Mencionar siempre las unidades y estimar en cada caso los errores en la medición de magnitudes.

# 1. La temperatura

---

## a) Medición de la temperatura

### Detalle de contenido

#### EQUILIBRIO TÉRMICO

Introducción fenomenológica del equilibrio y desequilibrio térmico. La tendencia natural al equilibrio cuando dos cuerpos a diferente temperatura están en contacto térmico.

#### TERMÓMETROS

Descripción y uso de los termómetros más comunes: el de mercurio, el de alcohol, etc. Su principio de operación en base al equilibrio térmico.

#### ESCALAS TERMOMÉTRICAS

Definición de una escala termométrica en base a puntos fijos. Las escalas Celsius y Kelvin.

#### TEMPERATURA Y MODELO MICROSCÓPICO DE LA MATERIA

Relación entre temperatura y rapidez de átomos y moléculas.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Observan, describen y analizan situaciones en que se produce equilibrio térmico. Analizan el funcionamiento de un termómetro ambiental de mercurio o alcohol.**

#### Ejemplo A

- Observan que una tetera o matraz con agua recién hervida se enfría poco a poco hasta que, después de cierto tiempo, alcanza la temperatura del medio ambiente.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que el medio ambiente ha incrementado ligeramente su temperatura. Discutir el caso de la estufa, calefacción en base a agua caliente, etc. Destacar el hecho que dos cuerpos a diferente temperatura y en contacto tienden a igualar sus temperaturas, el más caliente enfriándose, mientras el más frío se calienta. Puede servir la analogía de buscar el acuerdo entre dos personas que definen posturas diferentes y llegan a un acuerdo que corresponde a una postura intermedia.

### Ejemplo B

- Analizan el hecho de que, para medir correctamente la temperatura, debe esperarse que se produzca el equilibrio térmico entre la temperatura del termómetro y la del cuerpo al cual se la desea medir.

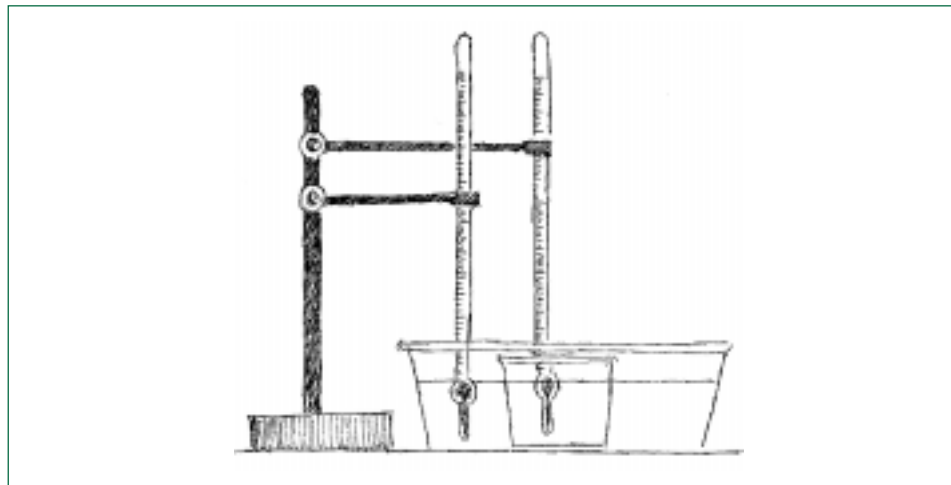
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Recordar a los estudiantes que el médico espera unos minutos antes de mirar el termómetro que nos ha colocado. Utilizar esta situación para señalar que, para realizar la medición con precisión, es necesario que el cuerpo cuya temperatura necesitamos medir posea una masa mucho más grande que la del termómetro con que ella se desea medir, a fin que la temperatura de aquella no varíe significativamente en el proceso de medición. Aprovechar el ejemplo para hacer ver que esta situación es habitual en las mediciones de la física, y que ella está en la base del principio de incertidumbre de la física cuántica. Discutir con el curso la posibilidad de observar un fenómeno sin influir de modo alguno en él.

### Ejemplo C

Vierten agua caliente en un tarro pequeño y luego lo introducen en un recipiente más grande que contiene agua fría. Ver figura 2.1. Con termómetros apropiados miden las temperaturas del agua en ambos recipientes a intervalos de unos 30 segundos. Grafican los datos obtenidos y los analizan. Discuten qué efectos pueden haber afectado las mediciones e influido en el proceso.

Fig. 2.1



#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Recomendar el proceder con cuidado para no quemarse. Sostener los termómetros por medio de pedestales, tanto para no quemarse como para no afectarlos demasiado con la temperatura de las manos. Se espera que los estudiantes adviertan que el aire ambiente y los recipientes probablemente influyen en la situación.

## Ejemplo D

Calientan un perno u otro trozo de metal no muy pequeño manteniéndolo sumergido durante algún tiempo en agua hirviendo, lo introducen en un termo para café (o vaso de plumavit que se pueda tapar) que contiene agua inicialmente a temperatura ambiente. Cuidando de revolver, miden la temperatura del agua a intervalos de 1 minuto y construyen el gráfico de temperatura versus tiempo. Especulan sobre cómo debe ser una curva que exprese la temperatura del metal en función del tiempo.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Cuidar que la masa del objeto así como la masa del agua sean adecuadas para que el tiempo hasta que se alcanza la temperatura de equilibrio sea de unos pocos minutos. Es necesario que los estudiantes manipulen con mucho cuidado el trozo de metal caliente para evitar quemaduras. Mantenerlo amarrado por medio de una pita e introducirlo con cuidado al termo sin soltarlo para que éste no se rompa cuando choque con el fondo. Preocuparse de que quede totalmente sumergido en el agua.

Analizar la situación con cuidado, reconociendo que no hay sólo dos cuerpos, sino además está el aire ambiente, el termo y el termómetro que estamos usando, influyendo todos en la situación aunque en pequeña medida. ¿Cuán pequeña?

## Ejemplo E

Construyen un termómetro ambiental de mercurio o de alcohol con un capilar de vidrio. Señalan paso a paso la secuencia de construcción (ver figura 2.2) y finalmente lo calibran en la escala Celsius.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

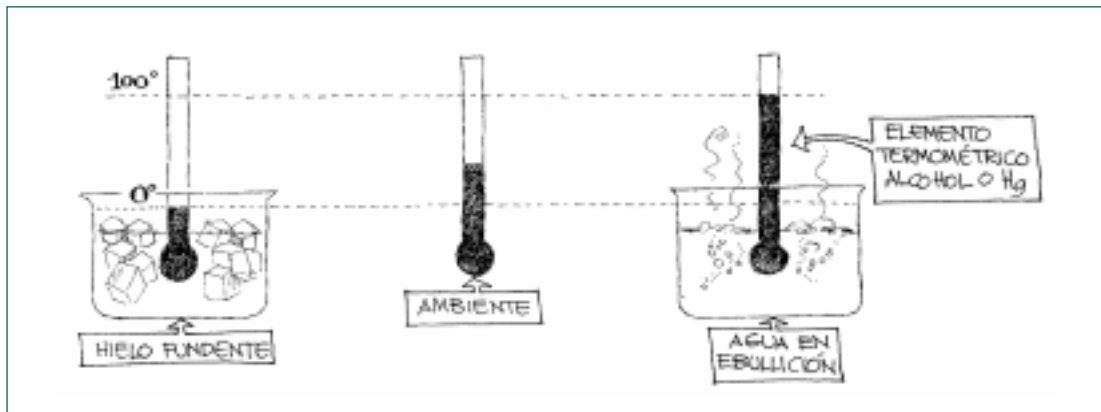
Si es de alcohol, colorearlo con una gotita de tinta. Si los estudiantes manipularan mercurio (cosa no recomendada), se les debe advertir de los riesgos que ello implica y de los cuidados que debe tenerse con él; es preferible evitar su uso o limitarlo al profesor o profesora. Es necesario también advertir a los alumnos y alumnas que manejen en forma cuidadosa los vidrios, especialmente cuando están a alta temperatura.

Fig. 2.2



Con relación a la graduación del termómetro señalar cuáles son, para la escala de Celsius, los puntos fijos (0 y 100 °C), discutir las ventajas de haberlos escogido y la metodología a seguir para graduar correctamente un termómetro (ver figura 2.3). Referirse brevemente al modo de reproducir con rigor las temperaturas correspondientes a los puntos fijos; por ejemplo, la necesidad de encontrarnos a nivel del mar y, especialmente, que la presión atmosférica en el lugar donde se produzca el cambio de estado del agua sea de 1 atmósfera. Recordar que en la altura el agua hierve a una temperatura inferior que a nivel del mar debido a que la presión atmosférica es menor.

Fig. 2.3



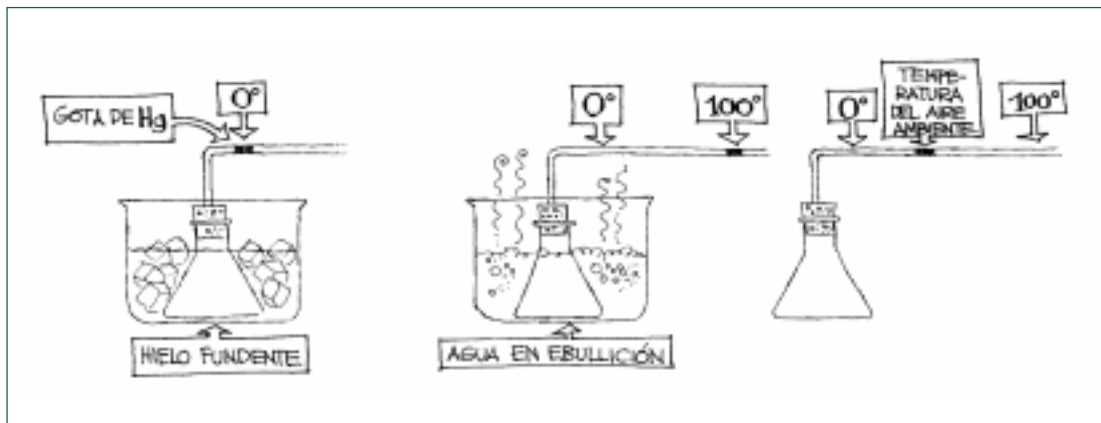
## Ejemplo F

Construyen un termómetro ambiental de aire y lo gradúan en la escala de Celsius. Miden con él la temperatura ambiente.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Basta una botella, un corcho, un tubo capilar de vidrio de unos 30 o 40 cm y una gotita de mercurio (ver figura 2.4).

Fig. 2.4



## Actividad 2

**Comparan temperaturas y escalas termométricas y relacionan el concepto de temperatura con el modelo microscópico de la materia.**

### Ejemplo A

- Comparan algunas temperaturas típicas en nuestro universo: en el Sol (centro y superficie), en la Luna (día y noche), temperaturas extremas de nuestro planeta y nuestro país (polo, desierto), etc., apreciando el rango en que se encuentran en la naturaleza.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Explicar que la altísima temperatura en el centro del Sol (ejemplo de estrella) provoca las reacciones nucleares que lo mantienen encendido.**

### Ejemplo B

- Comparan las escalas de Celsius y de Kelvin; discuten la ventaja conceptual de esta última. Especulan sobre el significado de que exista una temperatura mínima que puede alcanzar la materia.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Convertir algunas temperaturas significativas de una escala a la otra. Referirse a Anders Celsius (1701-1744) y a Lord Kelvin (1824-1907).**

Después de analizar críticamente las interpretaciones de los estudiantes en relación a la temperatura mínima que puede alcanzar la materia ( $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), señalar que a esta temperatura, un punto fijo en la escala de Kelvin, se la denomina cero absoluto. Introducir aquí, de un modo muy general, el modelo cinético de la materia, según el cual la temperatura no es más que la expresión macroscópica de la energía cinética de los corpúsculos que constituyen la materia. Esto da sentido al término “calor”, que es una forma en que se transfiere la energía vinculada a la temperatura. Aprovechar la oportunidad para describir la importancia del trabajo a bajas temperaturas en física (criogenia) y los fenómenos que a temperaturas cercanas al cero absoluto se producen en la materia (superconductividad, superfluidez). Mostrar una fotografía en que se observe la levitación magnética y explicar lo que allí ocurre. Mencionar aplicaciones, como trenes de alta velocidad que se desplazan casi sin roce por levitación magnética. Señalar las dificultades de frenar todo movimiento a nivel atómico y alcanzar al cero absoluto ( $0\text{ }^{\circ}\text{K}$ ), haciendo alusión al principio de incertidumbre de la física cuántica. Indicar que en laboratorios y por medio de poderosos campos magnéticos se ha llegado a temperaturas de  $2,0 \cdot 10^{-9}\text{ }^{\circ}\text{K}$ .

## Ejemplo C

Comparar algunas temperaturas expresadas en la escala de Fahrenheit y la de Celsius.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Mencionar que Gabriel Fahrenheit desarrolló el termómetro de mercurio como lo conocemos hoy, aun cuando se le atribuya a Galileo Galilei su invención. Agregar que existe la escala Fahrenheit, en uso aún en otros países, y señalar algunas temperaturas expresándolas tanto en la escala de Celsius como en la de Fahrenheit. Véase tabla de ejemplo.

Temperatura de (o del)	°C	°F
Punto de congelación del agua	0	32
Punto de ebullición del agua (a presión normal)	100	212
Cuerpo humano normal	36	97
Un día "caluroso" en el desierto	80	176
Un día "frío" en un glacial	-40	-40
Superficie del Sol	6000	10832

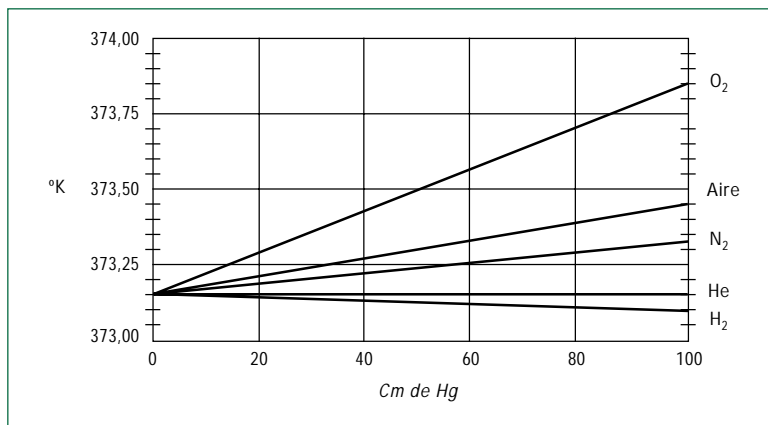
## Ejemplo D

Analizan con algún detalle la estructura de los termómetros y de las escalas termométricas, notando que no todos los termómetros corrientes registran exactamente la misma temperatura.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Si el grupo de alumnos y alumnas muestra un interés especial por la medición de la temperatura y un deseo por profundizar su estudio, se pueden tratar temas como los siguientes: ¿qué ocurre con el cristal en los termómetros de mercurio cuando varía la temperatura que se desea medir? ¿Son realmente lineales las escalas de temperatura para diferentes elementos termométricos? ¿Es conveniente escoger un elemento termométrico patrón para los termómetros? Mencionar que los gases como el oxígeno, nitrógeno, hidrógeno o helio cumplen bien esta función, sin que influya mayormente cuál de ellos se usa.

Analizar un gráfico temperatura versus presión para gases como el  $O_2$ , aire,  $N_2$ , He,  $H_2$ , para presiones inferiores a 100 cm de Hg. Discutir cómo se obtiene la temperatura del punto triple del agua y la utilización de esta temperatura en la construcción de escalas termométricas.



## b) Dilatación térmica y el termómetro

### Detalle de contenidos

#### DILATACIÓN TÉRMICA

Variación del volumen de los materiales con la temperatura. Ejemplos en la vida diaria. El caso especial del agua.

#### EL TERMÓMETRO MÉDICO DE MERCURIO

Cómo funciona el termómetro médico ordinario.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Observan, reconocen y analizan la dilatación térmica de sólidos, líquidos y gases. Experimentan con la congelación del agua.**

##### Ejemplo A

- Describen lo que ocurre durante el transcurso del día con los cambios de temperatura en pastelones de pavimento, rieles de tren, cables de tendido eléctrico, vidrios de ventanas, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver la razón por la cual se usa alquitrán en las juntas entre los pastelones de pavimento, el uso de masilla o silicona en la instalación de vidrios en marcos de puertas y ventanas, etc. Mencionar lo que ocurre en los observatorios con los grandes espejos y los cambios de temperaturas bruscos que se producen al abrir las cúpulas y discutir lo que les puede ocurrir si no se compensan las variaciones durante el día y la noche.

##### Ejemplo B

- Toman un perno y su correspondiente tuerca y prueban que a temperatura ambiente la tuerca entra con precisión en el perno. Calientan el perno en una llama e intentan ponerle la tuerca. Luego enfrían con agua las piezas y comprueban que la tuerca ajusta perfectamente. Proceden después a calentar la tuerca e introducirla en el perno. Resumen lo observado y le buscan explicación.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

En caso que esta experiencia se haga como una demostración, utilizar un perno bien grande para que lo puedan ver todos los alumnos y alumnas. Señalar e ilustrar con algún ejemplo que la dilatación en objetos en que predominan dos o tres dimensiones es equivalente a una (pequeña) ampliación fotográfica.

## Ejemplo C

- Describen el funcionamiento del termómetro de mercurio (o alcohol) en función de la diferente capacidad de dilatación del elemento termométrico y el recipiente (vidrio) que lo contiene.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que las tapaduras en las muelas son de un material que se dilata igual que las muelas mismas, discutiendo lo que ocurriría al ingerir alimentos muy fríos o calientes si no fuera así. Señalar las propiedades que hacen del mercurio un buen elemento termométrico y los límites entre los cuales un termómetro basado en él puede resultar útil. Hacer lo propio con el alcohol. Advertir que todo termómetro posee límites de aplicabilidad. Señalar como ejemplo que un termómetro clínico (con mercurio) puede ser apropiado para medir la temperatura del cuerpo humano; pero no lo será para medir la temperatura en el interior de un horno de fundición.

## Ejemplo D

- Miden temperaturas con un termómetro médico ordinario y analizan su funcionamiento.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Notar que este termómetro es útil en un rango muy estrecho, y diferente al de un termómetro atmosférico, por ejemplo. Discutir por qué hay que “agitarlo” antes de emplearlo. Comentar que ciertos termómetros atmosféricos están diseñados para medir la máxima y la mínima temperatura.

## Ejemplo E

- Llenan completamente con agua a temperatura ambiente una botella de vidrio que esté en desuso y la tapan a presión, afirmando el tapón si es posible con un alambre, como las botellas de champaña. Introducen la botella en una bolsa de plástico y, el conjunto, en el congelador de un refrigerador doméstico. Después de unas horas (o al día siguiente) examinar lo que ha ocurrido con la botella. Describir y formular hipótesis para explicar lo observado.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Si se propone a los estudiantes que realicen la actividad en sus hogares, advertirles que si la botella se quiebra (¡debiera!) manejen los restos con sumo cuidado para no cortarse.

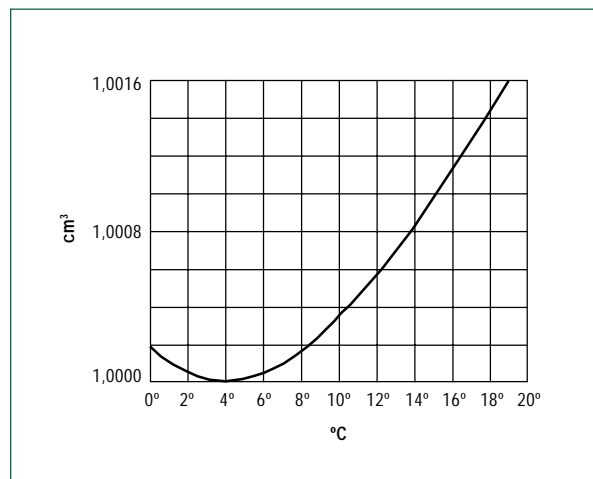
## Ejemplo F

- Formulan hipótesis destinadas a explicar hechos como los siguientes:
  - que un cubo de hielo o un iceberg floten en el agua líquida;
  - que un vaso se quiebre al echarle agua hirviendo;
  - que se rompa una manguera, una cañería o el radiador de un automóvil cuando hiela en la noche;
  - que el agua de un lago (o los cubos de hielo en el congelador doméstico) se congele primero en la superficie;
  - etc.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Indicar que estos ejemplos ilustran una característica extraordinaria del agua, ya que se trata del único material común que al enfriarse aumenta su volumen, contrariamente a lo que sucede normalmente. Aclarar que esta anomalía ocurre sólo en el rango de 0 °C a 4 °C, produciéndose la máxima densidad del agua a los 4° C. Esta es la base de la explicación de que el agua se congele desde la superficie hacia el fondo de un estanque. Analizar con los alumnos y las alumnas un gráfico que muestre el volumen del agua en función de su temperatura.

Indicar que este comportamiento anómalo del agua sólo encontró su explicación en épocas recientes en el ámbito de la física cuántica. Señalar que en general la ciencia avanza porque uno se sorprende por los comportamientos contrarios a la intuición, contrarios a lo que uno esperaría, como es el caso del agua. En el afán de buscarles una explicación, surgen nuevas teorías y descubrimientos.



## Ejemplo G

Observan y describen lo que ocurre con el aire en un globo pequeño cuando se lo cambia desde un ambiente a baja temperatura a otro con alta temperatura (ver figura 2.5).

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar la dilatación del gas en el termómetro de aire al aumentar la temperatura. Comentar también que cuando a los neumáticos se les mide la presión luego de un recorrido a alta velocidad la lectura resulta mayor que si el vehículo ha estado detenido.

Fig. 2.5



## Ejemplo H

Analizan el modelo microscópico de la materia interpretando desde este punto de vista el concepto de temperatura, y dando cuenta del efecto de dilatación térmica en sólidos, líquidos y gases.

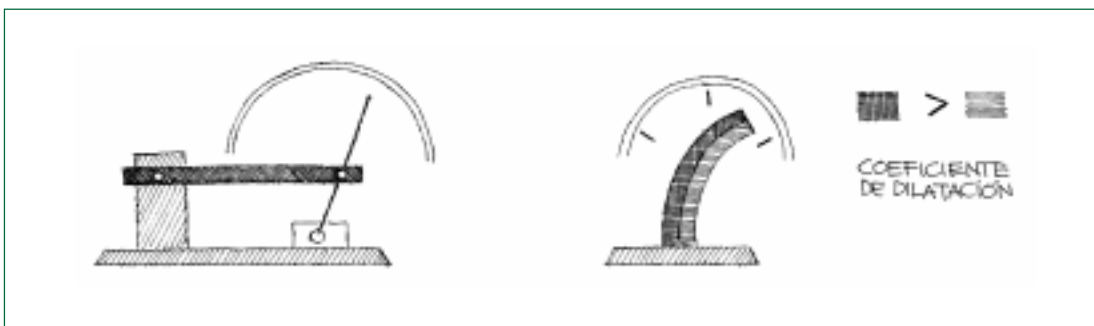
## INDICACIONES AL DOCENTE:

Como los estudiantes ya conocen modelos microscópicos de la materia para explicar efectos macroscópicos (1° Medio: modelo eléctrico para la materia) no resultará tan complejo realizar esta tarea. En cualquier caso dar sólo una descripción cualitativa elemental: átomos en movimiento aleatorio o vibrando, resortitos que representan las fuerzas de cohesión, etc.

## Ejemplo I

Analizan el funcionamiento de termómetros bimetalicos como los ilustrados en la figura 2.6.

Fig. 2.6



## INDICACIONES AL DOCENTE:

Comparar este tipo de termómetro con uno de mercurio o alcohol. Proponer a los estudiantes inventar un termómetro y, en lo posible, construirlo y medir con él algunas temperaturas. También puede ser oportuno dar a investigar cómo funcionan los termómetros eléctricos y/o los pirómetros.

## Ejemplo J

Analizan el funcionamiento de la máquina a vapor y la del motor de combustión interna de automóviles, desde el punto de vista de las violentas dilataciones térmicas que en ellos experimentan los gases en determinadas circunstancias.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer uso de un esquema que ilustre el funcionamiento de estas máquinas. Algunas enciclopedias computacionales muestran bastante bien el modo en que funcionan los motores de combustión interna por medio de animaciones.

## 2. Materiales y calor

### a) La energía calórica y los materiales

#### Detalle de contenido

##### CALOR

Introducción fenomenológica del concepto de calor. Calor y temperatura. Calor y energía.

##### CALOR ESPECÍFICO

El concepto de calor específico. Valores para diferentes materiales. Ejemplos relevantes para la vida cotidiana.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

##### Actividad 1

Identifican y analizan situaciones en que existe flujo de calor y cómo ello afecta a los materiales y su temperatura. Comparan la capacidad de absorción de calor por parte del agua con la de otros materiales.

##### Ejemplo A

- Describen lo que ocurre cuando se cuece al fuego un alimento en una olla con agua.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Como demostración, cocer por ejemplo un huevo. Ordenar la discusión de modo que se entienda la secuencia en que la energía es transferida desde el objeto que se quema hasta el alimento que se cuece: la esperma de la vela o el gas se queman, la olla se calienta y el calor se transmite al agua y al huevo. Destacar que hay transferencia de energía, lo que puede probarse haciendo girar una rueda de paletas colocada a la salida del vapor de una tetera.

### Ejemplo B

- Analizan y discuten si el calor fluye y, de hacerlo, en qué sentido lo hace. Discuten los conceptos de calor cedido y calor absorbido.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Señalar que si un cuerpo está aumentando su temperatura, entonces podría estar absorbiendo energía en forma de calor de otro cuerpo con el cual está de alguna forma en contacto; si está reduciendo su temperatura, es porque está cediendo energía en forma de calor. Mencionar ejemplos como: agua calentándose en una tetera que se encuentra en el fuego, lagartija tomando un baño de sol, productos alimenticios recién colocados en el refrigerador, etc. En cada ejemplo identificar quién cede calor y quién lo absorbe. Destacar que si en el ejemplo de la lagartija decimos que el Sol “cede calor”, entendemos que lo hace por radiación, vale decir, la intermediación de ondas electromagnéticas (luz, radiación infrarroja, etc.). En otros términos, señalar que no es necesario que dos cuerpos estén en contacto para que fluya el calor como se ha sugerido en las actividades anteriores.

### Ejemplo C

- Discuten cómo determinar el calor absorbido por medio litro de agua cuya temperatura aumenta, por ejemplo, de la temperatura ambiente hasta hervir (100° C).

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Una forma primitiva de medirlo es por el tiempo que tiene que estar la llama encendida. Hacer ver, sin embargo, que la unidad convencional es la caloría, la cual corresponde a la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de agua (líquida) en 1° C. Notar que la caloría, unidad que se usa para describir el contenido energético útil de los alimentos, corresponde a una kilocaloría. Definir el concepto de calor específico haciendo ver que la del agua es  $1 \frac{\text{Cal}}{^{\circ}\text{Cg}}$ , el significado de esta unidad y compararlo con el calor específico cobre, aluminio, etc.

### Ejemplo D

Determinan el calor absorbido por medio litro de agua cuya temperatura aumenta, por ejemplo, de la temperatura ambiente hasta hervir (100° C), y en la cual se ha sumergido un objeto grande de metal, y comparan con el ejemplo anterior.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este experimento permite comparar la capacidad calórica del metal (siempre menor) con la del agua. Para ello, cuidarse que el volumen total (agua más metal) sea el mismo (medio litro) que en el experimento anterior, y que el tamaño de la llama también sea igual. Usar la misma forma de medida y comentar el resultado. El cobre es un metal conveniente, ya que su calor específico es aproximadamente

un décimo del agua. Destacar que distintos metales o líquidos tienen distintas capacidades para ceder o absorber calor. Analizar con los alumnos y alumnas tablas como la siguiente:

Substancia (a 15 °C y a 1 atm)	cal/g°C
Aluminio	0,22
Cobre	0,09
Oro	0,03
Madera	0,42
Agua	1,00
Aire	0,24

#### Ejemplo E

Exponen simultáneamente a la radiación solar varios objetos de forma similar pero de distinto material (vidrio, madera, goma, plástico, aluminio, bronce, metal pintado de blanco, metal pintado de negro, etc.). Después de una o dos horas comparan las temperaturas entre ellos y explican las diferencias.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta experiencia puede prestarse como asignación para la casa. Advertir a los estudiantes que tengan cuidado al tocarlos pues en algunos casos es posible quemarse. Pedirles que expliquen las diferencias encontradas, destacando que la forma y masa de los objetos no son tan diferentes. Comentar que el techo de los automóviles, las rocas y pavimento, la arena en la playa y otros objetos expuestos a la radiación directa del Sol suelen alcanzar temperaturas muy superiores a la del aire y las máximas que dan los meteorólogos.

#### Ejemplo F

Analizan el significado de que se diga que el Universo se encuentra en equilibrio térmico, a pesar de que hay en él cuerpos a muy diversas temperaturas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que la temperatura actual del Universo es muy baja, próxima a 2° K, y que por lo tanto, desde este punto de vista, pareciera no favorecer la existencia de vida en él. Señalar que los organismos biológicos sobre la Tierra y, por lo tanto, nosotros los seres humanos, somos una excepción de esta tendencia de la naturaleza a alcanzar un equilibrio térmico con el ambiente. Mencionar que nuestro organismo trata de mantenerse a 36 °C, independientemente de la temperatura del medio, y que cuando ella cambia es señal de enfermedad.

### Ejemplo G

Formulan hipótesis para explicar el hecho que cerca del mar las temperaturas son menos extremas que en la zona cordillerana.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Destacar el hecho que el agua es el mejor medio para almacenar energía en forma de calor. Mencionar que, al tener el concreto un mayor calor específico que la tierra, las ciudades grandes tienden a tener una mayor temperatura en la noche que los campos que las rodean.**

### Ejemplo H

Exponen a una llama un vaso de papel lleno de agua y observan que el líquido puede llegar a hervir sin que se quemé el papel. Proponen hipótesis para explicar el fenómeno.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Si el papel mojado es todavía papel, ¿por qué no se enciende? Es interesante que se reflexione sobre el punto, destacando que a menudo lo que se cree entender no se ha comprendido por no haber pensado acerca de ello con rigor.**

### Ejemplo I

Analizan el modo en que los motores de los vehículos (especialmente de automóviles y camiones) son refrigerados y cuál es la característica de los refrigerantes.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Mencionar que, mientras algunos se refrigeran simplemente por el paso del aire, como los de las motocicletas, otros tienen un circuito de refrigerante interno, como en los automóviles. Mostrar un corte de un motor de combustión interna de modo que se vea el radiador, la bomba de agua y su red de circulación. Explicar que el alto calor específico del agua la convierte en un muy buen refrigerante. Advertir lo peligroso que es abrir la tapa del radiador cuando el motor está caliente, debido a que por la temperatura alcanzada el agua se encuentra a gran presión y a más de 100 °C.**

### Ejemplo J

Analizan y critican el uso de los términos corrientes “hace calor” o “tengo calor”, “tengo frío”, “en este lugar hay mucho calor”, etc. Describen qué sentimientos y cómo nos comportamos en estos casos, qué ocurre con las temperaturas y cómo deberíamos expresar técnicamente lo que nos ocurre.

INDICACIONES AL DOCENTE:

Describir y explicar nuestra conducta cuando nos incomodan las diferencias de temperaturas que existen entre la de nuestro cuerpo y la del ambiente en que nos encontramos: las posturas corporales que adoptamos y la razón y significado de abrigarnos o desabrigarnos. Hablar de las vestimentas de personas que viven en climas extremos; los esquimales y sus iglúes, los beduinos y sus ropas claras.

---

## b) Transmisión del calor

### Detalle de contenido

CONDUCCIÓN DEL CALOR

Paso de calor de un cuerpo caliente a uno frío. Distinción entre la capacidad para almacenar calor y la velocidad para transmitirlo. Transporte de calor por convección.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Observan y analizan la forma en que se propaga el calor en diversos materiales.**

Ejemplo A

- Colocan en una taza cucharas o varillas de diferentes materiales sin que se toquen entre sí. Vierten luego agua hirviendo en la taza, esperan algunos instantes y palpan con los dedos los extremos sobresalientes de las varillas. Ordenan de mejor a peor conductor del calor a los materiales de las varillas.

INDICACIONES AL DOCENTE:

**Cuidar que las cucharas o varillas tengan aproximadamente la misma forma. Usar materiales como cobre, aluminio, plástico, madera, vidrio, etc.**

Ejemplo B

Calientan el extremo de una varilla metálica en una llama observando lo que ocurre, a medida que pasa el tiempo, con trozos de parafina sólida (trozos de velas) dispuestos en la varilla a igual distancia uno de otro.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver que la varilla transmite (*conduce*) el calor originado en la llama a una velocidad finita que depende del material de que esté hecha la varilla. Este es un buen momento para introducir, si se desea, la ecuación para la rapidez de propagación del calor. Definir la conductividad térmica como la magnitud que caracteriza cuán bien los distintos materiales conducen el calor (ver con los estudiantes una tabla como la adjunta). Analizar la unidad en que se puede expresar la conductividad térmica. Indicar que ella está relacionada con la conductividad eléctrica, es decir, los mejores conductores del calor suelen ser también los mejores conductores de la electricidad. Destacar la baja conductividad del aire, razón por la cual se usa frecuentemente como aislante térmico.

Material	Conductividad térmica (kcal/s) / (m <sup>2</sup> ) (°C/m)
Aluminio	$4,9 \cdot 10^{-2}$
Bronce	$2,6 \cdot 10^{-2}$
Cobre	$9,2 \cdot 10^{-2}$
Agua	$15 \cdot 10^{-5}$
Aire	$5,7 \cdot 10^{-6}$
Oxígeno	$5,6 \cdot 10^{-6}$
Concreto	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Corcho	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Vidrio	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Madera	$2,0 \cdot 10^{-5}$

## Ejemplo C

Buscan la razón por la cual se siente tan helada una baldosa cuando se la pisa descalzo, y tan cálida una alfombra, aun cuando están a igual temperatura.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que la baldosa transmite mejor el calor que la fibra de las alfombras. El contraste también se siente, por ejemplo, al tocar un metal y un trozo de plumavit u otro aislante.

## Ejemplo D

Realizan una investigación bibliográfica y describen la estructura y funcionamiento de los termos de uso corriente.

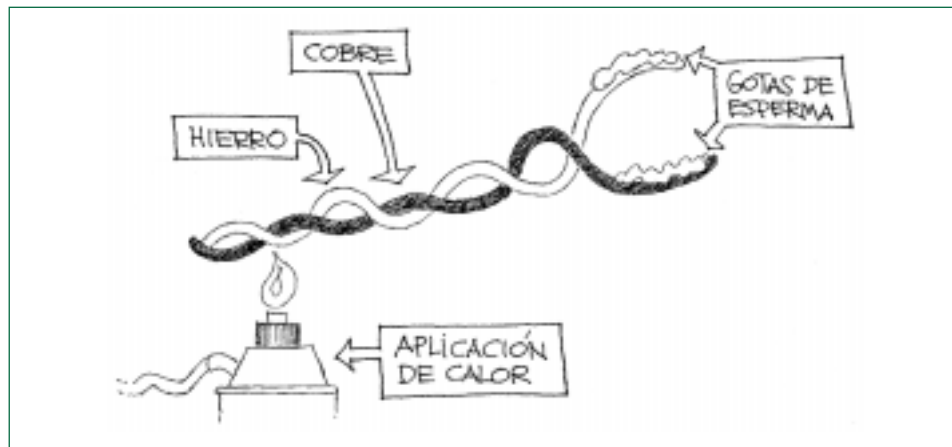
## INDICACIONES AL DOCENTE:

Mostrar la botella y la tapa indicando que entre la pared interior y la exterior hay prácticamente un vacío. Si es posible, mostrar un termo cuya botella esté rota. Destacar la calidad del vacío como aislador térmico y dar otros ejemplos, como el sistema Sol - Tierra.

### Ejemplo E

Demuestran experimentalmente que el cobre es mejor conductor del calor que el hierro. Para ello enrollan o trenzan dos alambres de igual diámetro y longitud por uno de sus extremos y disponiendo el otro como una "U" (figura 2.7). Con gotas de esperma de una vela cubren ambas ramas de la "U" y colocan los extremos enrollados al fuego de una vela o mechero. Observan y analizan lo que ocurre después de algunos instantes.

Fig. 2.7



### Ejemplo F

Buscan y analizan información sobre distintos aislantes térmicos que se usan en el ambiente doméstico como el horno de la cocina, el refrigerador, el techo de la casa, el termo eléctrico, la ropa, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Señalar los principales factores de los que depende la transmisión de calor en los sólidos (área de exposición, diferencia de temperatura, tiempo de exposición o contacto, espesor del material, etc.). Explicar que no existe un aislante térmico perfecto, que ellos sólo reducen la velocidad con que se propaga el calor, sólo retardando su transferencia.

### Ejemplo G

Averiguan (bibliográficamente) y describen cómo funcionan los refrigeradores convencionales.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Analizar un esquema que muestre los componentes de un refrigerador (compresor, cañerías por donde fluye el refrigerante, dispositivo regulador, condensador, etc.) y explicar el ciclo que tiene

lugar, aprovechando el hecho de que cuando la presión de un líquido cae bruscamente éste se transforma en gas y absorbe calor. Existen buenas animaciones en enciclopedias computacionales que permiten ilustrar el tema. Referirse a la invención del freón, a sus características y sus efectos sobre la reducción de la capa de ozono y el incremento del efecto invernadero en nuestro planeta. Comentar que el gran físico teórico Albert Einstein también se preocupó por las aplicaciones de la física y propuso una serie de modelos novedosos de refrigeración.

#### Ejemplo H

Averiguan las ventajas térmicas de diferentes materiales de construcción para muros y techos usados en diferentes regiones del país (norte, sur, cordillera, costa) para protegerse de los efectos térmicos del clima.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

La investigación puede orientarse primero a comparar viviendas de diferentes lugares del país, informarse de las temperaturas máximas y mínimas en días de invierno y verano, y luego informarse de las propiedades térmicas de materiales como la madera, el ladrillo, el adobe, la cerámica, etc.

#### Ejemplo I

Construyen una olla bruja y analizan su funcionamiento.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Revestir el interior de una caja de madera con plumavit pintado de negro, o simplemente envolver la olla en papel de diario. El agua y los alimentos se conservan calientes bastante más tiempo en ella que dejados al aire libre, constituyendo una manera simple de economizar energía. Ello se puede comprobar llenando dos vasos iguales con agua caliente y dejando uno dentro de la caja y otro fuera, para comparar las temperaturas un rato después.

#### Ejemplo J

Analizan y comparan la calidad del cocimiento al fuego de un alimento en una olla de metal con una de cerámica o vidrio. Explicar por qué las comidas tienden a pegarse y quemarse cuando se usa una olla de mala conductividad térmica.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Señalar que las ollas de cobre son muy usadas para lograr un buen cocimiento, por ejemplo para hacer mermeladas, pues transfieren el calor por toda la superficie metálica, evitando que se queme el alimento que se encuentra en contacto con la base del fuego. Indicar que por la toxicidad del cobre no es adecuado utilizarlo en forma bruta, sino recubierto con una capa de estaño.

### Ejemplo K

Llenan dos latas de bebida con agua. Colocan una sobre una pieza de metal que a su vez reposa sobre un trozo de plumavit; la otra lata se coloca sólo sobre una plancha de plumavit, y ambas se ponen a plena luz solar. Miden la temperatura inicial del agua y especulan sobre cómo será ésta después de cierto tiempo de exposición. Miden la temperatura después de la exposición a la radiación térmica y explican las diferencias encontradas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**En caso que la irradiación solar local sea débil puede usarse una potente lámpara incandescente o infrarroja. En algunas partes del país o en algunas fechas del año, esta actividad se presta para que los alumnos y alumnas la realicen en sus casas.**

### Ejemplo L

Comparan el aumento de temperatura del agua contenida en dos tarros de bebida expuestos a la radiación solar, cuando uno de ellos está pintado de blanco (o bien raspado con lija) y el otro pintado de negro (o ahumado).

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Este experimento es adecuado para que los estudiantes comprendan el concepto de absorción térmica, y reconozcan que ella depende de la capacidad de reflexión del calor de la superficie sobre la cual incide la radiación. Comentar la costumbre de los habitantes de zonas desérticas de cubrirse con ropas blancas aun cuando la temperatura ambiente es muy alta.**

## Actividad 2

---

**Observan el fenómeno de la convección en líquidos y gases. Analizan su importancia en el ámbito doméstico y planetario.**

### Ejemplo A

- Observan cuidadosamente y describen cómo hierve el agua en un matraz o tubo de ensayo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Es importante que los estudiantes observen las corrientes de convección mediante las cuales el fluido caliente transporta calor a las regiones más frías. Pequeños trozos de papel permiten visualizar las corrientes de convección. Señalar otras situaciones en que ellas ocurren, por ejemplo, en las masas de aire en nuestra atmósfera y la de otros astros.**

Comentar que una excelente manera de aislar térmicamente una pieza es mediante una doble pared hermética, dentro de la cual se impide la convección del aire atrapado. Lo mismo ocurre con la doble ventana (termo - panel).

#### Ejemplo B

- Comparan lo que ocurre al colocar los dedos a un lado de la llama de una vela y encima, y discuten las diferencias que se observan.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta experiencia permite constatar directamente la convección de un gas en la atmósfera terrestre. Preguntar a los estudiantes qué ocurriría si esta experiencia se realizara en un vehículo espacial girando en torno a la Tierra, en cuyo interior no se sienta la fuerza de gravedad.

#### Ejemplo C

- Soltar una pequeña pluma sobre una fuente de calor como una ampolleta encendida o una estufa, examinan y explican su movimiento.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

La convección que se produce sobre una ampolleta puede mostrarse también haciendo girar un remolino de papel ubicado sobre ella. Al hacer la experiencia, prevenir a los estudiantes de la alta temperatura de la ampolleta y las quemaduras y hasta incendios que puede provocar.

Referirse a la radiación infrarroja como una de las principales formas en que se propaga la energía térmica, y luego hacer ver que el calor que sentimos al exponernos al Sol se debe en verdad a esta radiación electromagnética. Señalar que todos los cuerpos a temperatura mayor que  $0^{\circ}\text{K}$  la emiten aunque ella no siempre se vea, como se comprueba cuando nos encontramos cerca de un horno encendido, una ampolleta o una fogata. Que las sillas, los muros que nos rodean y las personas también emiten este tipo de radiación aun cuando ella es de muy baja frecuencia, lejos del espectro visible o sensible, y de muy baja intensidad. Explicar el fundamento de los visores nocturnos.

#### Ejemplo D

Soplan la mano con la boca abierta y luego la soplan juntando los labios para formar un pequeño orificio, de tal forma que el aire se expanda al salir de la boca. Discuten y analizan las diferencias de temperatura con que se percibe el aire en la mano.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

El análisis de esta experiencia permite advertir que el aire se enfría al expandirse.

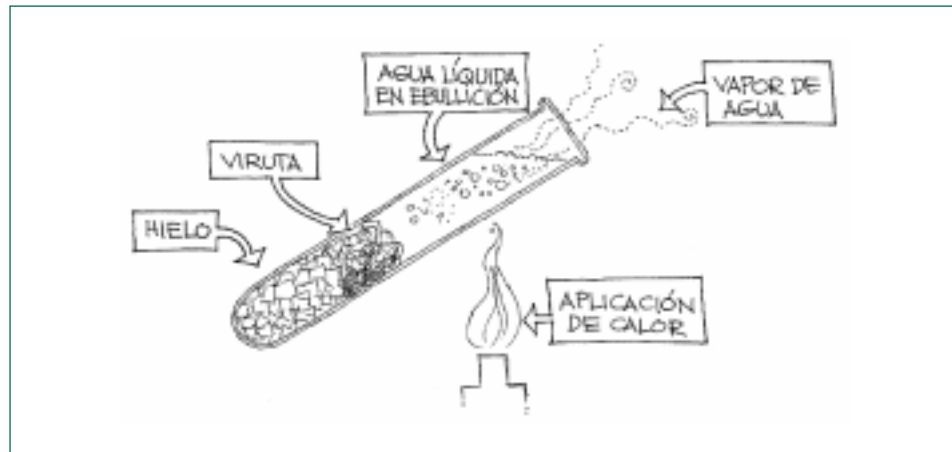
### Ejemplo E

En el fondo de un tubo de ensayo colocan trozos de hielo aprisionándolos con viruta de acero o plástico (de esa que se usa para raspar ollas) para que no asciendan. Vierten agua fría encima y calientan con una vela o mechero la parte superior del tubo de ensayo hasta que el agua hierva (figura 2.8). Comentan lo que ocurre.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Antes de realizar la experiencia puede ser conveniente describir el experimento y hacer que los estudiantes especulen sobre lo que ha de ocurrir, la función de la viruta, el cómo se propaga el calor por el vidrio y el agua, etc.

Fig. 2.8



### Ejemplo F

Discuten acerca de cómo se mide la temperatura atmosférica que informan los meteorólogos, y la razón por la cual se ha convenido medirla a la sombra.

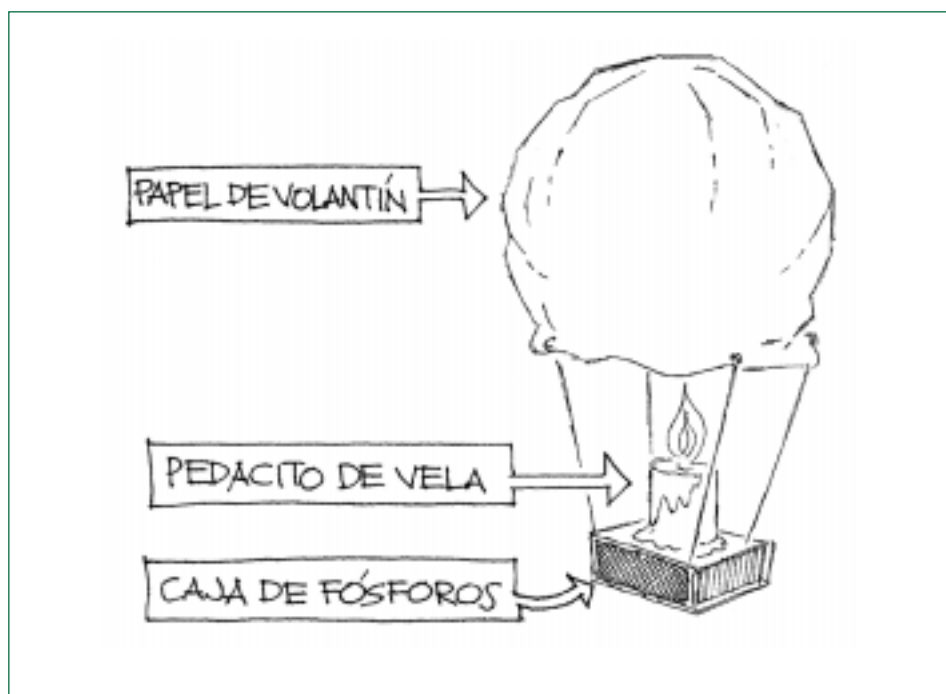
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que el estudiante reconozca que un termómetro colocado a la luz del Sol no mide la temperatura del aire pues la radiación del Sol la incrementa. Señalar que, por ejemplo, cuando se dice que a cierta hora la temperatura fue de  $30^{\circ}\text{C}$ , las piedras en el suelo, el pavimento y los metales expuestos al Sol alcanzan temperaturas de más de  $70^{\circ}\text{C}$ . Se puede aprovechar la ocasión para explicar el efecto invernadero que se produce en nuestra atmósfera, en el planeta Venus, en los invernaderos e incluso en el interior de los automóviles cuando se los deja expuestos a la radiación solar. Puede organizarse una actividad para que distintos grupos de estudiantes midan durante un mismo día las temperaturas en diferentes lugares, para posteriormente compararlas entre sí y con las que proporcionan los meteorólogos. Contactarse a través de la red Enlaces con otros estudiantes del país e informarse de las temperaturas en diferentes regiones.

### Ejemplo G

Con una bolsa de papel liviano (para volantín, por ejemplo), un trocito de vela y una caja de fósforos construyen una máquina voladora. Describen y explican cómo funcionan los globos aerostáticos de esos que calientan el aire de su interior.

Fig. 2.9



#### INDICACIONES AL DOCENTE:

En caso de realizar esta experiencia advertir a las alumnas y alumnos del peligro de que el globo se incendie y sus consecuencias. Recomendar amarrarlo con un hilo de volantín para no perder su control.

### Ejemplo H

Observan y describen el modo en que se distribuye espacialmente la temperatura en una habitación que contiene una estufa encendida. Miden la temperatura en las proximidades del suelo, cerca del techo, cerca de la estufa, cerca de un ventanal de vidrio, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta experiencia se presta como asignación para la casa, en cuyo caso puede aprovecharse la oportunidad para solicitar a los alumnos y alumnas un informe escrito.

### Ejemplo I

Especulan sobre qué temperatura hay en el espacio interplanetario y en los astros que, como la Luna y Mercurio, no poseen atmósferas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver que la atmósfera en la Tierra tiene un efecto regulador enormemente importante para la biosfera. De no existir los cambios de temperatura en el planeta entre zonas iluminadas por el Sol y zonas que se encuentren a la sombra, entre día y noche, las diferencias serían muy grandes, quizá como en la Luna en que las variaciones de temperatura son del orden de los 300 °C. Mencionar también lo complejo que es el traje espacial que deben llevar los astronautas a la Luna y en las caminatas espaciales, con el propósito, entre otros, de protegerlo de los bruscos cambios de temperatura.

### Ejemplo J

Describen la forma y funcionamiento de los hornos de barro, la forma, materiales y funcionamiento de las chimeneas y salamandras para los hogares.

### Ejemplo K

Discuten las posibles causas de la alta temperatura desarrollada durante el verano en las manzardas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que el aire caliente sube, por su menor densidad, hacia los espacios superiores de los edificios. Si es posible, medir las diferencias de temperatura entre una manzarda y el primer piso del mismo edificio.

## c) Cambios de estado (fase)

### Detalle de contenido

#### ESTADOS DE LA MATERIA

Las fases sólida, líquida y gaseosa. Transformación de una en otra por absorción o entrega de calor. Las temperaturas de fusión y vaporización. El caso del agua. Otros ejemplos de relevancia.

#### MODELO CINÉTICO DE LA MATERIA

Las diferentes fases, modeladas por moléculas en distinto estado de movimiento. Modelo cinético del calor.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Observan y analizan los cambios de estado que se producen en diferentes elementos y los relacionan con situaciones de la vida diaria, destacando el caso del agua. Interpretan estos fenómenos mediante el modelo cinético de la materia.**

#### Ejemplo A

- Introducen hielo picado en un recipiente de vidrio. Calientan lentamente el hielo en una llama y con un termómetro miden la temperatura a intervalos de un minuto, hasta que el hielo se licúa y luego el agua líquida se evapora. Simultáneamente grafican la temperatura en función del tiempo y analizan la curva obtenida.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente cerrar el recipiente con un tapón que posea dos orificios: uno donde, en lo posible, se inserta un tubo en ángulo para que salga desviado el vapor, y otro para afirmar el termómetro. Este último, de un rango que incluya el intervalo 0 - 100 °C, no debe quedar en contacto con el recipiente. Cuidar que el orificio por donde escapa el vapor de agua no se obstruya. Es importante asegurarse que el recipiente sea de un vidrio capaz de soportar los cambios de temperatura a que será sometido y que cuando los estudiantes se acerquen a observar el termómetro lo hagan con cuidado para no quemarse con el vapor. Deben usar lentes protectores. Introducir los conceptos de temperatura de fusión y vaporización, destacando el hecho de que éstas difieren de un material a otro. Adecuar la cantidad de hielo y el calentamiento para que el proceso no dure más de diez minutos.

## Ejemplo B

- Observan, comparan y explican las diferencias en la difusión de una gota de tinta que cae en un vaso con agua fría, y otro en agua caliente.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta experiencia permite introducir el modelo cinético de la materia: al estudiante le será posible inferir que a mayor temperatura del agua sus moléculas se agitan más rápidamente, golpeando con más frecuencia a las de tinta difundíendolas así con mayor rapidez. Mencionar que en los cambios de fase, la forma de movimiento de los átomos o moléculas cambia: si es gas, se mueven en todo el espacio disponible y si es líquido, se mueven erráticamente en un entorno de unos pocos diámetros atómicos; si es sólido, vibran en torno a una posición de equilibrio fija en el material (una red cristalina o amorfa). Destacar que al cambiar la fase hay intercambio de energía calórica. Por ejemplo, la evaporación es muy costosa energéticamente pues las moléculas del agua tienen que “emprender vuelo”, escaparse de la atracción del líquido, lo que sólo es posible a mucha más velocidad que la que tienen en el líquido.

## Ejemplo C

- Analizan un cuadro como el siguiente, en que figuran las temperaturas críticas que caracterizan los cambios de estado de diferentes elementos.

Substancia	Temperatura de	
	fusión (°C)	ebullición (°C)
Agua	0	100 (a 1 atm)
Helio	-272,2 (a más de 25 atm)	-268,9
Oxígeno	-218.4	-182,96
Oro	1063	2660
Mercurio	-39	357
Cloro	-101	-34,05
Cobre	1083	2567
Aluminio	660	2467
Plomo	327,3	1750
Tungsteno o volframio	3410	5660
Freón 12		-29

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Destacar que lo que habitualmente observamos en el agua también ocurre con las demás sustancias, sólo que a otras temperaturas. Agregar que estas temperaturas dependen de la presión a que se encuentren las sustancias. Por ejemplo, a dos atmósferas, el agua hierve recién a 120 °C, mientras sobre una montaña lo hace bajo 100 °C. Hacer notar la diversidad en las temperaturas anotadas en la tabla. Comentar el caso del agua y su importancia para la vida, del cobre en las instalaciones eléctricas, del volframio en la constitución de filamentos de ampolletas, del mercurio para construir

termómetros en un gran rango de temperaturas, del freón para construir refrigerantes, del plomo para soldar, etc. Destacar que el freón, así como otras sustancias que contienen flúor, dañan la capa de ozono cuando se vaporizan y suben a las altas capas de la atmósfera terrestre. Hacer ver que las temperaturas de fusión y solidificación son las mismas, así como las de ebullición y licuefacción, sólo que caracterizan procesos inversos entre sí. Definir otros términos relevantes, como sublimación. Mencionar que el agua muy pura y muy quieta puede enfriarse bajo  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  sin que se congele, o calentarse sobre  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  sin que se evapore, pero que a la menor perturbación cambia de estado en forma casi explosiva.

#### Ejemplo D

- Colocan la misma cantidad de agua en tres recipientes de forma distinta pero abiertos: un platillo, un vaso y una botella de gollete angosto y los dejan a la intemperie para comparar después de algunas horas (al día siguiente) las cantidades de agua que quedan en ellos.

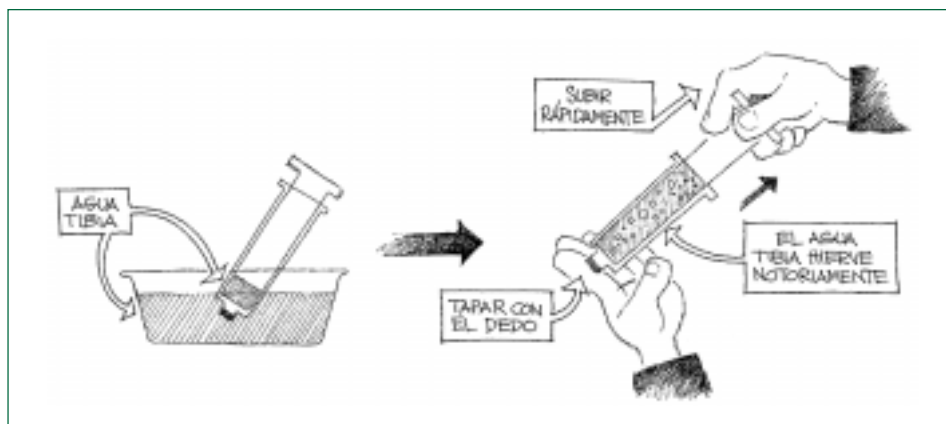
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Cuidar de medir la cantidad de agua restante con un mismo instrumento, ya que al ser la geometría diferente en los tres casos, la simple observación de los recipientes es engañosa. Es recomendable que, en base al modelo cinético de la evaporación, los alumnos y alumnas intenten predecir lo que ocurrirá y posteriormente intenten explicar las diferencias detectadas según el tamaño de la superficie líquida expuesta al aire. Comparar la evaporación del agua líquida con la del alcohol y la bencina blanca. ¿Por qué estas diferencias?

#### Ejemplo E

Succionan un poco de agua tibia con una jeringa; tapan la entrada del agua y en seguida tiran con rapidez el émbolo. Véase figura 2.10. Explicar lo que se observa.

Fig. 2.10



### Ejemplo F

Especulan sobre lo que sucede en situaciones como las siguientes:

- a) de una nave espacial se lanza un cubo de hielo de agua al espacio interplanetario;
- b) se rompe un recipiente que contiene agua en estado líquido en el espacio interplanetario;
- c) un trozo de un cometa (hielo) ingresa a la atmósfera terrestre;
- d) a un astronauta que se encuentra efectuando una caminata espacial se le rompe el traje espacial;

Considerar en todos los casos que el Sol está presente más o menos a la misma distancia a que se encuentra de la Tierra.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad posibilita iniciar un amplio análisis de lo que ocurre con algunos astros de nuestro sistema solar; en efecto, explicar por ejemplo lo que pasa con los cometas; por qué algunos astros poseen atmósferas muy grandes (Júpiter, Saturno, etc.); otros, atmósferas menos densas (la Tierra, Marte, etc.) y otros prácticamente no la poseen (Mercurio, la Luna, etc.); qué astros pueden poseer agua líquida y cuál podría ser el origen de ella.

### Ejemplo G

Analizan el significado del término habitual “gas licuado.”

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad sirve para hacer ver en forma bastante dramática la importancia de la presión para la temperatura de ebullición. Comentar que el nitrógeno y oxígeno usados para soldar, en hospitales u otras circunstancias, se guardan en recipientes a presión y en estado líquido para aprovechar mejor el volumen disponible. Hacer ver que, para saber si un balón de gas licuado está lleno, se lo puede golpear (si el sonido es agudo está lleno), o mecer de lado en el suelo (si oscila, aún tiene líquido dentro; esto no ocurriría si hubiera sólo gas en su interior). También es importante ver el gas licuado en un encendedor transparente.

### Ejemplo H

Realizan ejercicio físico durante algunos minutos y analizan lo que ocurre con el sudor.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad se presta para un trabajo interdisciplinario: Física, Educación Física y Biología. Hacer ver que el sudor al evaporarse en la superficie del cuerpo, le ayuda a mantener estable su temperatura. Mencionar cómo los animales que no tienen glándulas sudoríparas se valen de otros métodos para enfriarse: por ejemplo, los cerdos revolcándose en el lodo, los perros jadeando para que se produzca la evaporación en el hocico y en los bronquios, etc. Recordar el “frío” que se siente cuando se evapora el alcohol en nuestra piel.

### Ejemplo I

Colocan un trozo de vidrio o azulejo en las proximidades de una fuente de vapor de agua. Observan y formulan hipótesis que expliquen que el trozo de vidrio o azulejo se humedezca. Luego lo ponen cerca de una fuente de calor (radiación solar, por ejemplo) y describen lo que ocurre.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Señalar situaciones habituales en que se produce este mismo fenómeno: el rocío en las plantas, los vidrios del dormitorio una mañana de invierno, el aliento en contacto con la lente de un anteojito, la humedad en paredes frías (lado sur) de un hogar. Mencionar que esta propiedad se emplea en el desierto del país para obtener agua de la camanchaca. Aprovechar para que los estudiantes imaginen las moléculas que componen el vapor las que, al enfriarse en las proximidades de la superficie, pueden adherirse a ella, mientras si se calienta la superficie, las partículas escapan a las fuerzas eléctricas de atracción con mayor facilidad. Mencionar que al licuarse el vapor hay entrega de energía a la superficie, en cambio al evaporarse, la superficie se enfría dando energía calórica (cinética) a las moléculas. Aprovechar de definir los calores latentes correspondientes y dar algunos ejemplos.

### Ejemplo J

Discuten sobre la posibilidad de clasificar en uno de los tres estados de la materia ya tratados a sustancias anómalas como la gelatina de un postre, la plasticina, el cristal líquido de un visor de calculadora, el vidrio, la llama de un fósforo, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Destacar la enorme riqueza con que se manifiesta la naturaleza, la que siempre entrega sorpresas y anomalías a las reglas o clasificaciones que uno pudiera definir. Mencionar que el vidrio en ventanas de antiguos edificios (las catedrales europeas de la Edad Media) son más anchos en su base porque el vidrio fluye por gravedad, aunque lentamente. Mencionar el plasma, las temperaturas a que se produce, su existencia en el Universo, el interés de los físicos por producirlo en los laboratorios y las dificultades que ello entraña.

---

## d) Roce, calor y el sentido térmico

### Detalle de contenido

#### ROCE Y CALOR

Transformación de energía mecánica en calor a través del roce. Ejemplos de la vida cotidiana.

#### LA PERCEPCIÓN DEL CALOR.

Sensación de calor en la piel. Subjetividad en la percepción de la temperatura.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

Constatan en experimentos simples que cuando hay roce se origina calor. Analizan tanto consecuencias deseables como indeseables de este efecto. Comprueban la poca objetividad inherente a nuestro sentido térmico.

#### Ejemplo A

- Se frota las manos secas y describen lo que se siente. Constatan la relación entre la sensación de calor y el roce entre las manos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este simple ejercicio puede servir de base para desarrollar todo el tema, incluidos aspectos de la siguiente sección. Lo que ya se ha aprendido acerca del roce puede aplicarse para comprender el efecto de hacer más o menos fuerza entre una mano y otra, por ejemplo, o para calcular el trabajo mecánico y la potencia desplegada en el ejercicio; un modelo microscópico y molecular de la piel puede ayudar a comprender la transformación de energía mecánica en calor. Destacar el hecho de la transformación de una forma de energía en otra, sin que se pierda la cantidad total. Analizar lo que ocurre al lijar un trozo de madera. Comparan la temperatura de la madera y de la lija antes y después de hacerlo. Formulan hipótesis destinadas a explicar el aumento de la temperatura que se siente en la madera y la lija.

### Ejemplo B

- Introducen una mano en un recipiente con agua caliente y la otra en un recipiente con agua fría; después de esperar un rato, introducen ambas manos en un mismo recipiente pero con agua tibia. Describen y explican lo que se percibe.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Destacar que nuestro sentido térmico, que no debe confundirse con el sentido del tacto, es un termómetro natural, en general bastante eficiente tratándose de la supervivencia de las especies que lo poseen; pero, bastante limitado en el rango de percepción y poco confiable cuando se intenta comprender la naturaleza. Mostrar un esquema en que figure la piel y las estructuras que se relacionan con el sentido térmico: caloriceptores y frigoceptores. Esto puede hacerse en conjunto con la profesora o profesor del subsector Biología. Aprovechar de señalar las situaciones de quemaduras por roce. Por ejemplo, los cuidados que hay que tener al manejar volantines, sogas y cuerdas que puedan deslizar entre las manos.

### Ejemplo C

Formulan hipótesis destinadas a explicar el origen de las marcas dejadas sobre el pavimento por los neumáticos en frenadas bruscas de vehículos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Aprovechar de analizar el sistema de frenos de los vehículos desde el punto de vista de lo que ocurre en los tambores, balatas y pastillas. Mencionar lo peligroso que es el bajar una cuesta manteniendo pisado el pedal de frenos, al hacerse efectivo el menor roce dinámico entre neumático y suelo.

### Ejemplo D

Llevar a cabo una investigación bibliográfica acerca de las estrellas fugaces.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Interesa que alumnas y alumnos comprendan que cuando ingresan a nuestra atmósfera con gran rapidez pequeños fragmentos de materia, las altas temperaturas generadas las funden, originando así el bello efecto que apreciamos. Puede aprovecharse para mencionar que las cápsulas del Proyecto Apolo que traían de vuelta a los astronautas que habían viajado a la Luna enfrentaban un complejo problema al ingresar a la atmósfera: si no llegaban a ella en el ángulo correcto, corrían el riesgo de rebotar o quemarse por efecto del roce con la atmósfera. Mencionar que la zona de roce entre la cápsula y el aire estaba recubierta de un grueso material cerámico que se fundía durante el ingreso a la atmósfera, disipando así el calor generado por roce.

#### Ejemplo E

Juegan a adivinar la temperatura ambiente o la del agua contenida en diferentes recipientes. Luego miden las mismas temperaturas con un termómetro y comparan este resultado con las apreciaciones previas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Explicar las diferencias de opinión entre los distintos estudiantes, y la de éstos con las que indican los instrumentos.

## 3. Conservación de la energía

### a) Equivalente mecánico del calor

#### Detalle de contenido

##### TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA EN CALOR

Ejemplos de la vida cotidiana en que hay transformación de energía mecánica en calor o viceversa. El equivalente mecánico del calor.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

##### Actividad 1

**Producen situaciones en que se observe experimentalmente que la energía mecánica se transforma en calor y analizan la equivalencia entre el joule como unidad de energía mecánica y la caloría como unidad de energía térmica.**

#### Ejemplo A

- Diseñan un experimento que permita encontrar la relación entre calorías y joules.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Como los estudiantes ya han reconocido en el calor una de las formas en que se transforma la energía, y que a través del roce se puede transformar energía mecánica en calor, ya se puede establecer una relación entre el joule y la caloría. Para hacerlo, se puede idear una manera de calentar el agua u otro material por roce. Se procura que los alumnos y alumnas ingenien un mecanismo y se

comente en el grupo su funcionalidad. Al término de la actividad puede explicarse el experimento de James Joule de 1845. Instar a los estudiantes a predecir lo que ocurre en este experimento con la temperatura del agua y hacerlos reflexionar en la razón por la cual no observamos lo mismo al batir agua en un vaso con una cuchara. Señalar la complejidad del experimento y las dificultades de obtener medidas de alta precisión. Indicar algunos detalles de cómo hizo el experimento y del resultado altamente preciso que obtuvo, destacando su ingenio. Mencionar otros aportes de Joule, como la relación entre calor, corriente y resistencia eléctrica.

#### Ejemplo B

Buscan y analizan información sobre la “teoría del calórico” y la “teoría del flogisto.”

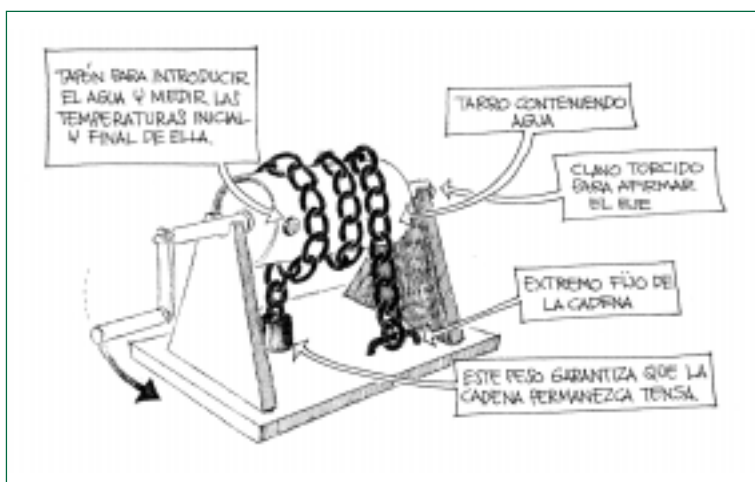
#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este tema es interesante por razones históricas. Ilustra que a veces una teoría debe abandonarse por no conformarse con la realidad experimental completa, aun cuando explique parte de ella. Se trata que los alumnos y alumnas se informen acerca de cómo la teoría del calórico concebía el calor: una sustancia que fluía de un cuerpo a otro, los intentos por ponerlo de manifiesto midiendo su supuesta masa, etc., y de cómo se suponía que se desprendía flogisto de la materia durante la combustión. Es también interesante que conozcan el modo en que Benjamín Thompson (o Conde de Rumford) descubrió a fines del siglo XVIII lo erróneo de la teoría del calórico al observar y analizar lo que ocurría mientras se taladraba un cañón.

#### Ejemplo C

Por medio de una manivela hacen girar un tarro metálico que contiene agua y alrededor del cual hay una cadena enrollada de la cual cuelga un peso, produciendo una fuerte fricción con el tarro. Miden el aumento de temperatura del agua, evalúan el calor absorbido por ella y lo comparan con el trabajo que se realizó al girar la manivela.

Fig. 2.11



#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Evidentemente no se trata de competir con Joule; pero sí es interesante este experimento debido a que el estudiante tiene la oportunidad de medir tanto el calor como el trabajo mecánico, y analizar la situación experimental en detalle. Idealmente la cadena y el recipiente a girar son de cobre.

### Ejemplo D

Estiman el volumen o masa de alimentos que requiere una persona para vivir un año alimentándose al mínimo para sobrevivir.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este trabajo requiere de una información previa: la cantidad de calorías que necesita una persona a diario, y las calorías que diversos alimentos contienen por unidad de masa o volumen, etc. Se puede motivar a los estudiantes haciéndoles calcular el espacio para alimentos que requiere una tripulación en un viaje interplanetario que dure, por ejemplo, un año.

---

## b) Transformaciones de energía y su conservación

### Detalle de contenido

#### LEY DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Enunciado de la ley. Ejemplos que exhiben su generalidad. Su importancia y situación en la historia de la física.

#### ENERGÍA Y TECNOLOGÍA

Ejemplos en que la conservación de energía es aprovechada en beneficio del ser humano.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Analizan y discuten situaciones en que distintas formas de energía se transforman una en otra en el mundo natural y el tecnológico.**

#### Ejemplo A

- Analizan las diversas formas de energía que juegan un papel en un camión u otro vehículo en marcha.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

En este ejemplo aparece, aparte de la energía mecánica y la calórica, la energía química de la gasolina y la eléctrica generada por la batería y la dinamo.

### Ejemplo B

- Discuten por qué se dice que la energía se conserva.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que en esta conversación con los estudiantes quede claro que la ley de conservación de la energía, una de las más firmes, sorprendentes e importantes leyes de la física, se estableció en forma inductiva a través de los siglos. De las leyes de Newton se puede derivar la conservación de la energía mecánica; sin embargo, cuando interviene además la energía química, por ejemplo, la conservación de la energía total es un resultado empírico.

### Ejemplo C

- Analizan las diversas formas de energía que juegan un papel cuando una persona corre saltando obstáculos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este tema es parte de los contenidos de 6º Año Básico y es conveniente que los estudiantes lo integren aquí. Es importante que reconozcan que las energías que desarrollan tienen su origen en procesos biológicos que las extraen de los alimentos ingeridos. Esta actividad puede coordinarse con el docente de Biología.

### Ejemplo D

Averiguan sobre la cantidad de calorías contenidas en ciertas cantidades de alimento (un pan, una manzana, un vaso de leche, etc.). Las expresan en joules y calculan hasta qué altura se podría levantar una masa de 1 kg si toda esa energía, al ingerirla, la convirtiéramos en trabajo útil.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Sería conveniente realizar esta actividad en conjunto con los profesores del subsector Biología. Averiguar y analizar qué porcentaje de la energía que consumimos en los alimentos se convierte en calor, en tejido interno, en trabajo externo realizado por los músculos, en desecho.

### Ejemplo E

Observan el funcionamiento de un ventilador eléctrico y discuten acerca de las transformaciones de energía que allí ocurren. Examinan la posibilidad de hacer funcionar el ventilador al revés, partiendo del viento para producir electricidad.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad puede ser conveniente para introducir las llamadas fuentes no convencionales de energía: el viento, la radiación del Sol, las mareas, etc. Destacar que no son contaminantes, y que su uso es limitado hoy por la abundancia y bajo costo del petróleo. Mencionar también la energía nuclear, haciendo un breve comentario en torno a la equivalencia entre masa y energía propuesta por Einstein a principios del siglo XX.

### Ejemplo F

Proponen máquinas de movimiento perpetuo y discuten la posibilidad de lograrlas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este tema ha preocupado a la humanidad desde la antigüedad y hay una documentada historia asociada a diversos e ingeniosos mecanismos que producirían movimiento perpetuo. Puede ser interesante relatar aspectos de esta historia, mencionando las ideas de Leonardo da Vinci, por ejemplo, y destacar los descubrimientos en el área de la termodinámica en el siglo XIX que dieron por tierra esta ilusión. Si se desarrolla esta actividad, es muy importante dejar en claro que las leyes de la física establecen claramente que esta máquina es imposible.

## c) Los recursos energéticos

### Detalle de contenido

#### RECURSO ENERGÉTICO

Origen de diversas formas de energía utilizadas por el hombre: represas, carbón, uranio, radiación solar, etc. Finitud de las reservas de ciertas fuentes de energía como el petróleo y sus consecuencias sobre la humanidad. Importancia de la investigación científica y tecnológica para desarrollar nuevas fuentes de energía.

#### MEDIDAS DE PRESERVACIÓN DE LA ENERGÍA

El malgasto de energía en diversas circunstancias: doméstica, industrial, a nivel de ciudad. Formas de reducir el malgasto.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Analizan cómo se usa y, a menudo, malgasta la energía, los peligros que ello implica y las posibles soluciones.**

#### Ejemplo A

- Analizan los sistemas de calefacción más usados, buscando la fuente última de energía. Discuten las ventajas y desventajas de cada uno de ellos desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

La idea es llevar la cadena hasta sus orígenes: por ejemplo, si se trata de una estufa eléctrica, la fuente sería la energía mecánica de una caída de agua, o la energía química en el carbón, pero finalmente llegaremos a la fuente última que es el Sol. Destacar que las fuentes de energía forman parte de un ecosistema, cuya integridad y equilibrio uno debe cuidar. Por ejemplo, la leña viene de los árboles, necesarios para evitar la erosión, mantener la vida animal, los equilibrios climáticos y la belleza del paisaje, etc.

### Ejemplo B

- Enumeran los cambios que se debieran adoptar en nuestro país y demás naciones para evitar que se produzca un colapso de la economía y la convivencia cuando ya no se disponga de petróleo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver que en su forma actual la vida humana depende fuertemente de la disponibilidad de energía útil. Si ésta entra en crisis, podrían producirse grandes hambrunas, guerras, etc. Destacar la capacidad del hombre a través de los siglos para irse adaptando a los cambios de todo orden, y que es posible hacerlo también cuando el petróleo se acabe, por ejemplo. Recalcar que este problema se puede enfrentar usando racionalmente la energía, y preparándose para la escasez buscando la forma de usar otras fuentes de energía, a través de la investigación básica y aplicada. Mencionar, por ejemplo, que si como fruto de esta investigación se llegara a utilizar el proceso de fusión nuclear, la fuente de energía será la muy abundante agua, y su elaboración no tendría mayores residuos contaminantes.

### Ejemplo C

- Enumeran las acciones individuales que debiéramos asumir con el fin de no malgastar energía.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este aspecto y otros de esta sección pueden ser motivo de un trabajo interdisciplinario que involucre además de Física, a Química, Biología, Historia y Ciencias Sociales, Lengua Castellana y Comunicación, Educación Artística, Inglés, Educación Física, etc. Todos pueden trabajar en conjunto realizando un proyecto cuya finalidad sea recopilar y analizar la información pertinente, para presentarla en una exposición o panel en que participe toda o gran parte de la escuela, con el fin de tomar consciencia de la responsabilidad de cada uno en un problema que nos involucra a todos. Es conveniente especificar a los estudiantes con mucha claridad el tipo y carácter del trabajo que se realizará, los plazos para la búsqueda de información, el formato de los informes escritos o exposiciones, etc. Se les debe señalar también el modo en que serán evaluados: ponderación del trabajo escrito, de la exposición oral, los aspectos que serán considerados en la evaluación de cada parte, etc.

Para motivar esta actividad, el profesor o la profesora puede empezar por discutir acerca de la eficacia de abrir la puerta de un refrigerador en un cuarto cerrado, la conveniencia de que las teteras poseen un silbato, de la conveniencia de no llenar la tetera si lo que se necesita es una taza de agua caliente, etc.

### Ejemplo D

Buscan estadísticas nacionales y/o mundiales de los recursos energéticos en uso actualmente, y del rol que en este contexto juega el petróleo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Enumerar las situaciones en que la energía que utilizamos es de origen fósil. La red internet puede ser una buena fuente para obtener este tipo de información.**

### Ejemplos de evaluación de la unidad

---

1. Construir un termómetro, graduarlo en la escala de Celsius y medir con él la temperatura ambiente.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

En este caso poner más atención en el proceso que en el producto. Para esto es conveniente que exista un intercambio de información permanente entre el profesor o profesora y los estudiantes de modo que el docente pueda conocer los pasos seguidos por el grupo en el trabajo y a su vez orientarlos en los inconvenientes que se les presenten. La evaluación del proceso requiere que el alumno o alumna reflexione y describa cómo se logró el resultado; qué funcionó y qué falló. En un trabajo como el propuesto se encontrarán evidencias de creatividad, uso de normas de seguridad en la realización del trabajo, nivel de integración y responsabilidad grupal.

- 
2. Escribir un artículo de divulgación científica sobre la vida y obra de James P. Joule.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Un trabajo individual que pone en manifiesto las destrezas para recopilar y seleccionar información de variadas fuentes, comunicar utilizando términos científicos, comprender los obstáculos que se deben vencer en una investigación y valorar la importancia y contribución de científicos en la sociedad.**

- 
3. Diseñar una casa que pueda aprovechar al máximo la radiación solar y que además tenga eficiente aislación térmica.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Creatividad, recolección y procesamiento de la información e interacción entre la física y el medio son las evidencias más notorias de este trabajo. Es adecuado para evaluarlo como una actividad grupal.**

- 
4. Diseñar y construir un calefactor solar o una cocina solar.

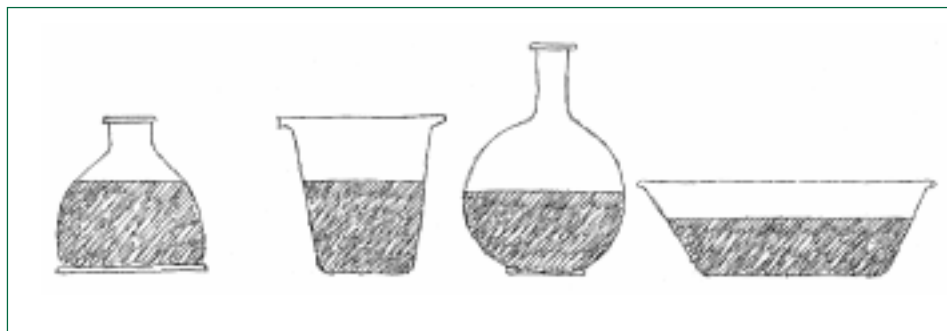
**INDICACIONES AL DOCENTE:**

Los estudiantes deben mostrar capacidad de relacionar ciencia con tecnología y sociedad, evaluar aspectos climáticos de su región y desarrollar un proyecto utilitario.

**Los ejemplos de evaluación siguientes representan preguntas que pueden ser usadas en pruebas de ensayo u objetivas o simplemente como una evaluación formativa.**

- 
5. Una cuchara de metal, una de madera y una de plástico se encuentran dentro de una taza de té caliente. Después de un minuto, establecer cuál cuchara se encuentra más caliente:
    - a) la de metal,
    - b) la de madera,
    - c) la de plástico,
    - d) las tres se sienten iguales.

- 
6. Cuatro recipientes abiertos de distinta forma poseen igual cantidad de agua y se colocan durante un día al sol (figura). ¿Cuál de ellos contendrá menos agua producto de la evaporación al final del día? ¿Por qué?



- 
7. Las colonias y perfumes tienen alcohol como uno de sus principales componentes. ¿Por qué no se usa simplemente agua?

- 
8. En un informe de lo observado en un experimento, un estudiante describe lo siguiente:  
*“ La botella de vidrio estaba con agua a 85 °C. hasta la mitad. La tapé, la invertí y la puse hielo sobre el vidrio de la parte superior. Después de un corto tiempo el agua comenzó a hervir.”*

Analice lo expresado por el estudiante y enjuicie la posibilidad de que ello haya ocurrido.

- 
9. Para aflojar un frasco de mermelada con la tapa atascada, basta con sumergir la parte de la tapa en agua bien caliente. ¿A qué fenómeno físico se recurrió?

- 
10. Critique la siguiente afirmación: *“Un acolchado de pluma de ganso no da calor; sólo retarda la transferencia de calor al medio ambiente.”*

- 
11. Para enfriar una botella de bebida cuando se hace un paseo, se sumerge en agua, pero se logra mejor efecto al envolverla en un paño húmedo. ¿En qué se basa este efecto?

- 
12. Los habitantes de lugares donde la temperatura es muy baja en las noches desaguan las cañerías del agua. ¿Por qué realizan esta operación?

- 
13. Explicar la causa de la condensación del agua en los vidrios de las ventanas interiores de las habitaciones.

- 
14. Cuando se hornea en la cocina, la temperatura del cuarto sube, pues las paredes del horno no son aislantes térmicos perfectos. A una persona se le ocurrió abrir la puerta del refrigerador para refrescarla. Dar argumentos convincentes para demostrar que no se va a lograr lo esperado.

---

15. Un auto de 1000 kilogramos de masa se mueve con una rapidez de 20 m/s y frena bruscamente "sacando humito" del pavimento.

- a) determinar la energía que tenía el auto antes de frenar;
- b) el término "sacar humito del pavimento" no es correcto. Explicar la transformación de energía presente y qué es lo que se quema y por qué.

---

16. Se afirma que un gas está compuesto de partículas que (I) están en continuo movimiento y (II) su agitación aumenta si la temperatura se eleva.

- a) dar argumentos que defiendan la afirmación (I);
- b) proponer un experimento que compruebe la afirmación (II).

---

17. Explicar lo que se entiende por «calentar un cuerpo», cómo se puede hacer, y los cambios que se producen al calentarlo.

---

18. Dé tres ejemplos en que la dilatación térmica en sólidos, líquidos o gases sea un efecto de utilidad práctica, y tres ejemplos en que representa más bien una dificultad que un beneficio.

---

19. Señalar tres diferencias entre los conceptos de *calor* y *temperatura*.

---

20. Una vieja costumbre de las abuelas consistía en colocar una cuchara de metal en el interior de un vaso en que fueran a verter agua hirviendo. ¿Hay en ello alguna base científica que lo justifique? Explique.



## Unidad 3

# La Tierra y su entorno

### Contenidos Mínimos

#### 1. La Tierra

- Descripción del tamaño, masa y composición de la Tierra. Nociones elementales acerca de su origen: enfriamiento, conformación de los océanos y continentes, grandes cadenas montañosas.
- El dinamismo del planeta: los sismos, las erupciones volcánicas, cambios de relieve. Escalas de Richter y Mercalli. Los grandes sismos en Chile.
- Discusión de las características únicas de la Tierra para la existencia de 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

- 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 en la Antigüedad y de la transformación de esta visión en el Renacimiento.
- Los movimientos de la Tierra: día y noche, el año, las estaciones. Explicación elemental de las mareas sobre la Tierra.
- La Luna. Su tamaño, sus movimientos y fases. La atracción gravitatoria en su superficie. Los eclipses.
- 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.

#### 3. El Universo

- Nociones acerca de las estrellas y su evolución. Dimensiones, composición y otras propiedades descriptivas del Sol.
- La vía láctea y la situación del sistema solar en ella. Tipos de galaxias y estructura a gran escala del Universo.
- 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.
- La exploración espacial: observaciones astronómicas y vuelos espaciales. Los observatorios en Chile.

### Aprendizajes esperados

Al completar la unidad alumnos y alumnas:

- reconocen que fenómenos naturales que afectan seriamente sus vidas son estudiables y comprensibles mediante conceptos básicos sencillos (por ejemplo, los terremotos a través de movimiento de placas, vibraciones y propagación de ondas);
- adquieren una visión cósmica de la Tierra, en cuanto a sus dimensiones, comportamiento, composición y ubicación en el Universo;
- reconocen que la observación detenida y cuidadosa abre un mundo hacia la diversidad presente en la naturaleza (distinciones entre cuerpos celestes aparentemente iguales);
- pueden relacionar una ley muy general de la naturaleza con fenómenos aparentemente inconexos (ley de gravitación de Newton);
- aprecian el carácter histórico de la ciencia (por ejemplo, hitos históricos en la cosmovisión);
- aprecian la enorme influencia que grandes descubrimientos científicos tienen sobre la cultura de una época (por ejemplo, el determinismo de la mecánica de Newton).

### Recomendaciones al docente

- Al observar el Sol o la Luna tomar precauciones especiales para evitar daño a la vista.
- En esta unidad suelen aparecer magnitudes muy fuera de lo común, que pudieran no significar nada para alumnos y alumnas, como las enormes distancias que separan a los astros, o los larguísimos tiempos cósmicos. Procurar que éstos no sean considerados a secas, sino que se lo haga en un contexto de significado a través de elementos que ellos puedan imaginar y concebir. Los modelos a escala son de gran utilidad para estos fines.
- Las actividades que se sugieren descansan mucho en trabajo bibliográfico de los estudiantes. Se recomienda que éste sea asignado para la casa, con consulta a las diversas fuentes de información de que puedan disponer, entre las cuales se encuentran libros, enciclopedias, internet (Enlaces), software, videos, programas de televisión, etc. En forma muy particular se recomienda que alumnas y alumnos lean y analicen pequeños fragmentos de las obras originales, o lean el capítulo de un libro de historia de la física o de divulgación científica pertinente.
- En la recopilación de información por parte de los estudiantes, procurar que siempre estén presentes preguntas del tipo ¿cómo se sabe que es así?, ¿quién y cómo lo descubrió?, etc.
- Los temas que se cubren tienen muchos aspectos interdisciplinarios y se prestan para realizar actividades en conjunto con docentes de otras asignaturas, en particular Química y Biología. Por la importancia que tiene el enfoque multidisciplinario a muchos problemas modernos es conveniente aprovechar la oportunidad para desarrollar la capacidad de trabajar en grupo desde perspectivas diferentes.

- Varios de los temas que contiene esta unidad pueden haber sido aprendidos por los alumnos y alumnas en cursos de Educación Básica, razón por la cual se recomienda realizar una cuidadosa prueba de diagnóstico con el fin de seleccionar sólo las actividades necesarias a ser tratadas en este curso, aprovechando lo que ya está aprendido y no gastar energías ni tiempo.

## 1. La Tierra

---

### a) Dimensiones, origen y evolución del planeta

#### Detalle de contenido

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Tamaño y masa de la Tierra. Elementos más abundantes en la corteza y la atmósfera.

##### ORIGEN Y EVOLUCIÓN

Edad de la Tierra. Descripción elemental acerca de su origen como cuerpo celeste. Su evolución: enfriamiento, conformación de los océanos, continentes y grandes cadenas montañosas, como la cordillera de los Andes.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

##### Actividad 1

---

**Analizan críticamente los datos e información que describen las principales características y estructura de nuestro planeta.**

##### Ejemplo A

- Fijar perpendicularmente a una cartulina blanca dos estacas de unos 20 cm. de longitud, a unos 40 cm. la una de la otra. Curvar la cartulina bajo la luz del Sol o de una ampollita simulando una franja de la Tierra y hacer que examinen las sombras que proyectan ambas estacas en las cartulina. Analizan la situación curvando más o menos la cartulina y discuten en base a esto un procedimiento para medir el radio de la Tierra.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Describir cómo Eratóstenes midió el radio de la Tierra en el siglo II AC. Señalar que por esa época los griegos sabían que la Tierra era esférica por la sombra que proyecta sobre la Luna durante los eclipses. Aprovechar la ocasión para contar anécdotas históricas relativas a la astronomía.

## Ejemplo B

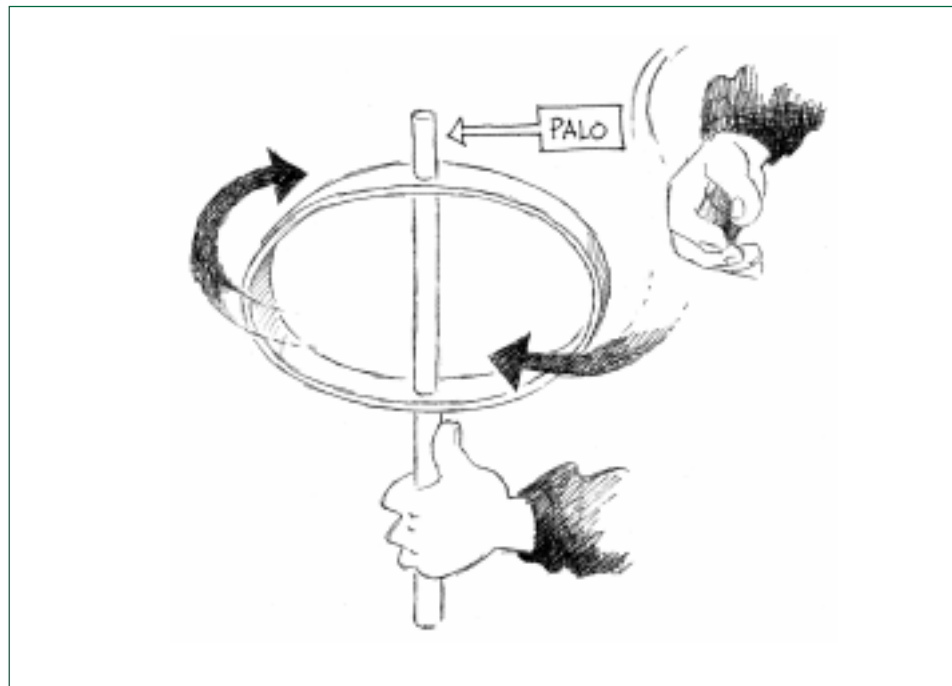
- Con la mano hacen girar un anillo flexible en torno a un palo delgado. Observan la deformación que experimenta y discuten acerca de sus causas. Luego modelan la Tierra como una esfera de 1 metro de radio ecuatorial y calculan, en esta escala, a cuántos milímetros corresponde la diferencia con el radio polar.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Ver figura 3.1. Comentar que este achatamiento polar, claramente perceptible en algunos planetas (Júpiter, Saturno), es una consecuencia del movimiento de rotación de los astros.

Señalar que si hacemos girar rápidamente una pelota de goma en torno a un eje veremos también este achatamiento. Comentar que las locomotoras y otras máquinas a vapor controlan la presión en la caldera usando este efecto. Comentar también que Newton predijo el achatamiento de la Tierra y que su confirmación medio siglo después contribuyó en forma importante al prestigio de su teoría de gravitación.

Fig. 3.1



### Ejemplo C

- Formulan hipótesis acerca del origen y formación de nuestro planeta y discuten las teorías actuales al respecto.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Después de que los alumnos y alumnas especulen o expresen sus conocimientos al respecto, narrar la teoría actual en relación al origen y evolución de nuestro planeta. Ellos deben comprender que la materia que en forma de anillo rodeaba al Sol en el proceso de formación de éste, se aglutinó en algunos lugares por atracción gravitacional y se formaron la Tierra y los otros planetas y posiblemente la mayor parte de los cuerpos del sistema solar.

### Ejemplo D

- Formulan hipótesis destinadas a explicar cómo se formaron la atmósfera y los océanos en la Tierra; analizan luego las teorías científicas al respecto.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Una vez que los estudiantes han expresado sus conocimientos y creencias al respecto, narrar las teorías actuales al respecto, de modo que comprendan que ellas establecen que los gases y el agua que pudo haber en la Tierra durante el proceso de su formación, debe haberse evaporado y perdido en el espacio como consecuencia de las elevadas temperaturas que en ella existían. Explicar que a diferencia de lo que ocurre hoy, la Tierra era permanentemente bombardeada por cometas que traían principalmente agua, gases, etc., los cuales contribuían a enfriar la corteza; que la temperatura bajó lo suficiente como para que el vapor de agua y otros gases no se perdieran en el espacio pudiendo ser atrapados por la gravedad, constituyendo así una espesa y oscura atmósfera, cargada de vapor de agua, que no permitía el paso de los rayos del Sol; que finalmente la temperatura decreció hasta el punto en que el agua pudo permanecer en estado líquido, adquiriendo entonces el planeta, después de una prolongada lluvia, un aspecto como el que tiene hoy, pero aún sin vida y sin oxígeno en el aire. Mencionar cómo ha evolucionado el interior de la Tierra. Mencionar en qué consiste la geología como profesión.

### Ejemplo E

Miden el radio de la Tierra a partir de la longitud de la sombra de una estaca vertical que proyecta el Sol simultáneamente en dos o más lugares distantes.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad, muy motivante para alumnas y alumnos, debe desarrollarse en varias etapas: primero realizar un estudio teórico del problema, ayudados de la geometría, para decidir cuál debe ser la longitud de la estaca o el ángulo que se medirá, la hora del día en que se realizará, etc. Segundo, tomar contacto a través de internet con jóvenes de diferentes partes del país que estén interesados

en realizar esta actividad y tomar los acuerdos que corresponda, averiguar la distancia a que se encuentran. Tercero, procesar los datos para obtener el resultado. Cuarto, comparar este resultado con el conocido y discutir su grado de coincidencia. Comentar las fuentes de error. El análisis geométrico del problema puede coordinarse con el profesor o la profesora del sector Matemáticas.

#### Ejemplo F

Imaginan nuestro planeta como una esfera de 1 m de diámetro y, a esa escala, calculan el espesor de la atmósfera, el de la hidrósfera en los lugares en que su profundidad es máxima, así como las mayores cumbres de sus montañas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que la densidad de la atmósfera disminuye paulatinamente, por lo que es difícil asociarle un espesor, siendo el valor habitual dado de 80 km sólo una convención. Indicar su composición, destacando que el oxígeno, más pesado que el hidrógeno y el nitrógeno, se hace muy escaso en la altura por lo que la vida se hace más difícil en las montañas. Destacar entonces que la existencia de la vida como la conocemos requiere de condiciones excepcionales que también son frágiles y hay que cuidar. Mencionar que una de las profundidades oceánicas más grandes conocidas está cerca de las islas de Mindanao en Filipinas, con unos 11,1 km, y que la cumbre montañosa más alta (Everest) alcanza sólo unos 8,8 km sobre el nivel del mar.

#### Ejemplo G

Calculan la densidad de la Tierra, la comparan con la densidad promedio de las rocas superficiales ( $2,6 \text{ g/cm}^3$ ) y formulan hipótesis que expliquen la diferencia.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Como datos para que los alumnos y alumnas realicen este cálculo, proporcionar la masa de la Tierra ( $M = 5,9 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ), su radio promedio ( $R = 6370 \text{ km}$ ), la fórmula para calcular el volumen de una esfera ( $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ ) y recordar el concepto de densidad de masa ( $D = \frac{M}{V}$ ). Decir, por ejemplo, que la densidad del agua es  $1 \text{ gr/cm}^3$  y que la de las rocas, en promedio, de unos  $2,6$  a  $3,0 \text{ gr/cm}^3$ . Ayudar a las alumnas y alumnos en el cálculo, especialmente con las unidades. Una vez obtenido el resultado, compararlo con valores que ellos pueden conocer, como la densidad del agua, y hacer ver que si se obtuvo un valor muy distinto el cálculo está mal hecho y hay que revisarlo. Es importante aprovechar esta oportunidad y otras que se presenten para que ellos comprendan que todos nos equivocamos al hacer cálculos, que ello ocurre en todo ámbito de cosas, y que siempre hay que revisar críticamente los resultados que se obtienen. Explicar cómo es el interior de la Tierra. Mostrar un diagrama en que figuren sus distintas capas interiores, referirse a la composición química de cada una de ellas, las temperaturas a las que se encuentran y las altas densidades y presiones que reinan hacia su interior hasta llegar al núcleo. Señalar cuáles son las máximas profundidades a las que ha llegado el ser humano (minas, excavaciones de prospección petrolíferas) e indicar que ellas son una fracción insignificante del radio de la Tierra y que en consecuencia el interior del planeta se conoce sólo en forma indirecta.

Explicar en términos cualitativos cómo a través del análisis de los sismos se conoce el interior de la Tierra. Destacar que las características de las ondas sísmicas cambian dependiendo de los materiales en los cuales se propagan, reflejándose o refractándose al igual que la luz cuando cambia de un medio a otro. También puede mencionarse el hecho de que la aceleración de gravedad, cuando se la mide con gran precisión, muestra diferencias de un lugar a otro, cuyo análisis también le habla al geólogo del interior de la Tierra.

#### Ejemplo H

A partir de información proporcionada en una tabla de valores construyen un esquema a escala de las distintas estructuras que constituyen el interior de la tierra, desde la corteza al núcleo, señalando los nombres de las distintas capas y el porqué de esos nombres.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Puede ser adecuado acompañar esta información de gráficos que muestren cómo crecen la temperatura y las presiones con la profundidad.

#### Ejemplo I

A partir de datos como los de la tabla siguiente construyen una línea de tiempo que haga corresponder la evolución de la Tierra desde sus comienzos a un día, que se inicia con el nacimiento del planeta, a las 00:00 horas, y termina en la época actual, a las 24:00 horas.

Origen de la Tierra	Hace 4650 millones de años	00:00
Origen de la vida	Hace 3600 millones de años	
Desaparición de los dinosaurios	Hace 65 millones de años	
Edad de piedra	Hace 2,5 millones de años	
Hombre de Cro- Magnon	Hace 75 mil años	
Construcción de las pirámides	Hace 4000 años	
Nacimiento de Cristo	Hace 2000 años	
Hoy		24:00

---

## b) El dinamismo del planeta

### Detalle de contenido

#### MODIFICACIÓN DEL RELIEVE

Los sismos. Descripción elemental de sus causas en términos de movimientos de placas tectónicas.  
Las erupciones volcánicas.

#### INTENSIDAD Y MAGNITUD DE UN SISMO

Las escalas de Richter y Mercalli. Historia sísmica de Chile.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Analizan críticamente algunos efectos que ponen de manifiesto la actividad de la superficie terrestre, tanto en escalas de tiempo grande (acomodación de placas, formación de cadenas montañosas, etc.) como breve (sismos, terremotos, tsunamis).**

#### Ejemplo A

- Diseñan y construyen un modelo simple de un terremoto y sus consecuencias.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Una posibilidad es construir un pequeño castillo de naipes y observar cómo con una leve vibración se cae.

#### Ejemplo B

- Elaboran una lista con los principales terremotos y tsunamis que han afectado a la historia de la humanidad, destacando los que han ocurrido en Chile.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Puede ser interesante trabajar tabulando esta información en una planilla de cálculo de manera que ellos puedan ser ordenados por fechas, por intensidades y alfabéticamente por lugares, los cuales conviene que alumnos y alumnas identifiquen en un mapa. También conviene que grafiquen dicha información con estas herramientas computacionales. señalar que *tsunami* es una palabra japonesa que significa “ola de puerto.”

## Ejemplo C

- Discutir las diferencias y significados de las escalas de Richter y de Mercalli.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Destacar que mientras la escala de Mercalli expresa el grado de destrucción en un lugar mediante números romanos que van del I al XII, la de Richter mide la energía liberada por el sismo completo. Indicar que la escala de Richter va de 0 a 9 grados siendo los primeros imperceptibles y el último el cataclismo en que hay destrucción total. Indicar, en un lenguaje adecuado para los estudiantes, que se trata de una escala logarítmica e indicar que el valor de un sismo expresado en esta escala corresponde a la energía liberada en el lugar en que se originó (foco o epicentro).

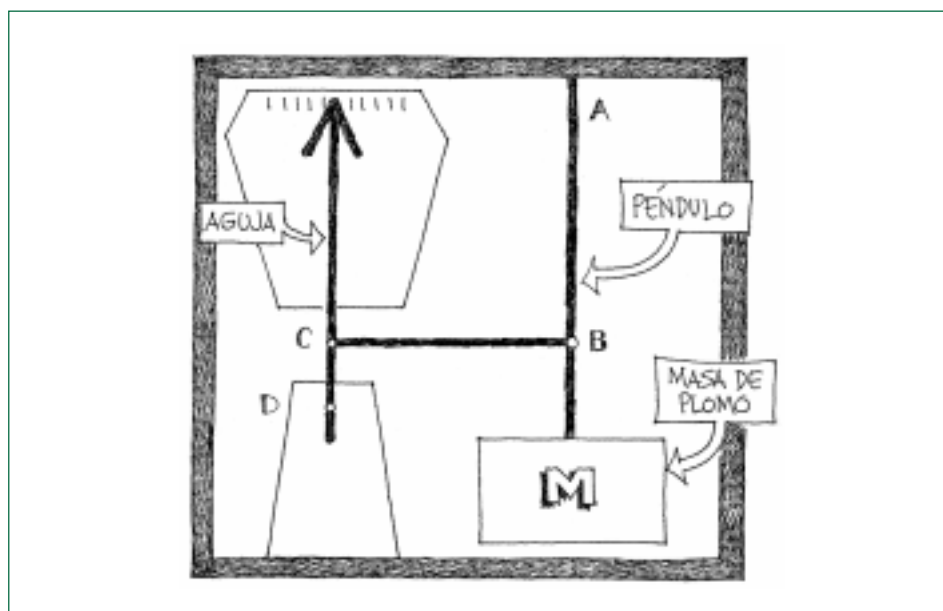
## Ejemplo D

Construyen un sismógrafo y lo prueban colocándolo sobre una mesa y simulando en ella un sismo. Discuten los principios bajo los cuales funciona.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Dar a examinar a los alumnos y alumnas un esquema como el de la figura 3.2. Las claves son la masa del péndulo (M) y las distancias entre los ejes (A, B, C y D), las que permiten que la aguja amplifique la oscilación del péndulo varias veces haciendo visible un movimiento a veces imperceptible. Describir los distintos tipos de sismógrafos que se emplean en geología, explicar muy brevemente cómo funcionan y la sensibilidad que poseen. Mostrar esquemas de ellos.

Fig. 3.2



### Ejemplo E

Realizan una investigación bibliográfica acerca del origen de los volcanes y de las características de sus erupciones.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**En su expresión mínima esta actividad puede consistir en reproducir un esquema que muestre el corte de un volcán y su subsuelo, y describir el motivo, inicio y desarrollo de una erupción. Existen animaciones computacionales que muestran dinámicamente este proceso.**

### Ejemplo F

Formulan hipótesis para explicar el relieve que se observa en la corteza: montañas, valles, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Después de la conversación con los estudiantes en que expresan sus ideas al respecto, es importante que comprendan que la corteza y las rocas que la constituyen tienen cierto grado de flexibilidad y que, desde su origen, han estado cambiando. Narrar las teorías que nos hablan de la separación de los continentes a partir del pangea, las de las placas tectónicas y, en particular, referirse a la placa de Nazca y a la situación de Chile. Hay animaciones en distintos software educativos que muestran el movimiento de las placas tectónicas y otros que muestran cómo los continentes se han ido separando a partir del pangea.**

## c) Nuestro planeta, ambiente para la vida

### Detalle de contenido

#### EL AGUA, EL AIRE Y SUS TEMPERATURAS

Presencia del agua en la Tierra en forma líquida, sólida y gaseosa: ubicación y volúmenes relativos. Su relación con la temperatura del entorno. Su importancia para la vida.

#### EL EQUILIBRIO AMBIENTAL

La necesidad del agua y el aire puro para la flora y faunas naturales, y para la agricultura. Cuidado del recurso agua. Fuentes de contaminación de la atmósfera. Preservación de la capa de ozono.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Discuten qué características de nuestro planeta determinan la existencia de la vida y cuáles la ponen en peligro.**

#### Ejemplo A

- Confeccionan una lista de los factores astronómicos y geológicos que directa o indirectamente inciden sobre la vida en la Tierra y explican cómo lo hacen.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Se espera que los alumnos y alumnas señalen, por ejemplo, el tipo de estrella que tenemos por Sol y las radiaciones que emite (especialmente luz visible e infrarroja), la distancia a que nos encontramos de él (intensidad de radiación adecuada), la aceleración de gravedad en la superficie terrestre (nos retiene), el período de rotación en torno a su eje (día y noche templan la temperatura), la existencia de atmósfera (descontamina el cuerpo), agua líquida (constituyente esencial de la célula), carbono y otros elementos. Por contraste, examinar las posibilidades de vida en la Luna u otro planeta como Marte, por ejemplo.

### Ejemplo B

- Construyen un listado con las principales acciones humanas que afectan el medio ambiente (flora y fauna), discuten el modo de priorizarlas según la magnitud del impacto negativo que ellos producen, y la publican en el diario mural o difunden en alguna revista escolar.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente orientar esta actividad hacia aquellas señales de alteración del medio ambiente que los propios estudiantes pueden identificar, y a aquellas medidas de protección que ellos mismos pueden practicar. No se trata de responsabilizar a la humanidad, sino a cada habitante del planeta en lo que a él o ella le corresponde, incluidos por supuesto, el propio docente y los estudiantes.

### Ejemplo C

Discuten qué diferencia, desde el punto de vista físico, a la materia viva de la materia inerte.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Si bien el tema de la vida misma es propio del subsector de Biología, es conveniente reflexionar acerca del medio físico en que la vida se manifiesta: sus átomos y moléculas. Ponerse como meta el que alumnas y alumnos comprendan que la materia viva posee un nivel de complejidad mayor que la materia inanimada en la organización de átomos y moléculas. Destacar el rol fundamental del átomo de carbono y su facilidad para combinarse con otros, y que la complejidad necesaria se produce sólo en un rango estrecho de temperaturas y presiones, y en presencia de agua.

### Ejemplo D

Especulan sobre cómo habría evolucionado la vida en la Tierra y cómo seríamos los seres humanos si cambiáramos ligeramente algún parámetro astronómico. Por ejemplo, si el Sol hubiese sido un poco más frío o más azul, si la gravedad en la superficie terrestre hubiese sido un poco mayor, si el período de rotación de la Tierra fuera mucho mayor, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Tener presente que la existencia de la vida en nuestro planeta y en particular la de los seres humanos depende de demasiados factores y en niveles muy estrechos. Por ejemplo, el incremento de unos pocos grados de la temperatura global del planeta producida por un leve incremento del efecto invernadero (aumento del  $\text{CO}_2$  en el aire, como consecuencia de fábricas, motores de combustión interna, etc.); cualquier variación en la capa de ozono (que puede ser también responsabilidad nuestra); la contaminación del aire y de las aguas por diferentes tipos de desechos químicos y radioactivos, pueden convertir nuestro planeta en un astro no adecuado para nuestra vida. Si se manejan algunas ideas de la teoría de la selección de las especies biológicas, esta actividad puede resultar bastante entretenida y dar pie a la fantasía para imaginarse cómo podrían ser los habitantes de planetas u otros ambientes muy diferentes al nuestro. Puede ser motivante el recomendar a los estudiantes algún libro de ciencia ficción para su lectura.

## 2. El sistema solar

### a) Visión del sistema solar

#### Detalle de contenido

##### LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR

Enumeración de los planetas del sistema, su ordenamiento en relación a su distancia al Sol, y sus dimensiones.

##### ÓRBITAS DE PLANETAS Y COMETAS

Primera ley de Kepler. Descripción cualitativa de órbitas elípticas.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

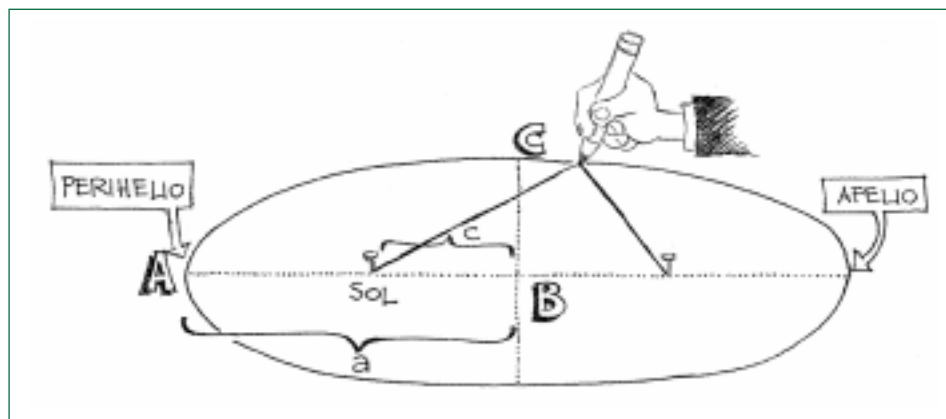
##### Actividad 1

**Analizan y comparan información relativa a las características de los cuerpos que constituyen el sistema solar y sus órbitas.**

##### Ejemplo A

- Para visualizar las órbitas de los planetas en torno al Sol, clavan dos alfileres en un cartón, amarran a cada uno el extremo de un hilo y, tensándolo, con un lápiz trazan una elipse. Discuten el concepto de excentricidad de la elipse y la comparan con la circunferencia (ver figura 3.3).

Fig. 3.3



## INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que los estudiantes especulen sobre lo que ocurre al aproximar o alejar los alfileres y que luego confirmen sus hipótesis. Señalar que esta es la forma que poseen las órbitas de planetas, cometas, etc., que los puntos donde están los alfileres se denominan focos, que el Sol se encuentra en uno de ellos y que este descubrimiento lo realizó Johannes Kepler gracias a las mediciones realizadas por Tycho Brahe. Señalar que la distancia  $a = \overline{AB}$  se denomina semi eje mayor y  $b = \overline{BC}$  semi eje menor, indicar cuál es el perihelio y cuál el afelio. Señalar que la excentricidad ( $e$ ) de una órbita es  $e = c/a$ , donde  $c$  es la distancia de uno de los focos hasta el centro de la elipse. Mostrar, o hacer dibujar a los estudiantes, elipses con diferentes excentricidades, por ejemplo con la de la Tierra, Marte y la del Cometa Halley.

## Ejemplo B

A partir de un conjunto de datos del Sol y de los planetas del sistema solar construyen una tabla de datos que considere al Sol una esfera de 15 cm de diámetro y 100 kg y los diámetros de los planetas en mm, sus masas en gr y sus distancias al Sol en metros, manteniendo la escala.

Sol	Mercurio	Venus	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno	Plutón
Diámetro	15 cm							
Masa	100 kg							
Dist.- Sol	---							

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Hacer ver el sin sentido de dibujar, por ejemplo en una cartulina, un modelo a escala del sistema solar que respete tanto los tamaños como las distancias. Una manera interesante de apreciar las distancias del Sol a los planetas es calcularlas expresándolas en tiempo - luz.

## Ejemplo C

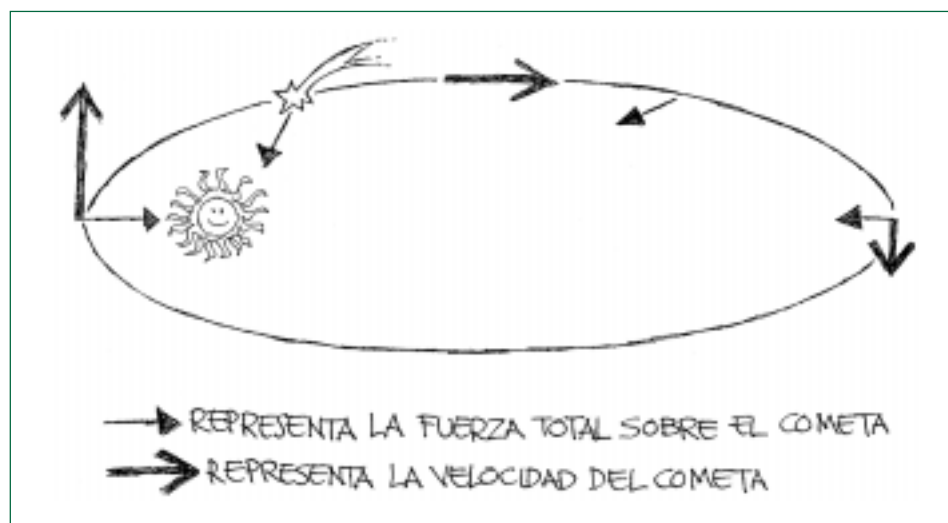
Dibujan una elipse que represente la órbita de un cometa en relación al Sol ubicado en uno de sus focos. Discuten sobre cómo es la rapidez del cometa en dicha órbita y la fuerza que actúa sobre él en diferentes partes de la trayectoria.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Se procura que el estudiante comprenda que, al igual que una piedra que se lanza al aire se mueve más lentamente a medida que se aleja del suelo, el cometa se mueve más lentamente cuando está en el afelio y en general bastante más rápido cuando está en el perihelio. El dibujo debe señalar la fuerza que actúa sobre el cometa, dirigida siempre hacia el Sol y mayor cuando está más cerca de él (ver figura 3.4). Señalar que lo mismo es válido para los planetas, incluida la Tierra, pero como la excentricidad de su órbita es tan pequeña, no se percibe ningún efecto. Aprovechar la oportunidad para describir la estructura de los cometas y otros tantos aspectos fascinantes de ellos. Por ejemplo,

el que sus colas están siempre en oposición al Sol, que están básicamente constituidos por una mezcla de hielo de agua y polvo, que se sublima una proporción de él cada vez que pasa por las proximidades del Sol. Mostrar fotografías o imágenes de internet de cometas y analizar datos de ellos. Mencionar la circunstancia en que Edmund Halley descubre el cometa que lleva su nombre y la importancia de su descubrimiento. Mencionar que fue Tycho Brahe quien, midiendo la paralaje de un cometa, probó que no eran fenómenos que se produjeran en la alta atmósfera, creencia corriente de la época.

Fig. 3.4



## Ejemplo D

Observan algunos de los planetas que se encuentren visibles (Venus, Marte, Júpiter y Saturno).

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Enseñar a diferenciar a simple vista los planetas de las estrellas. Con un telescopio pequeño y eligiendo una noche apropiada, atmósfera clara y preferentemente sin Luna, y un lugar bastante oscuro, es fácil reconocer las fases de Venus, sombras en la superficie de Marte, bandas en la atmósfera de Júpiter y sus cuatro satélites observables, los anillos de Saturno, etc. Normalmente en este tipo de actividades los estudiantes se crean muchas expectativas, las cuales se ven rápidamente frustradas al mirar por el telescopio y no ver prácticamente nada. Es indispensable que sepan esto con anticipación y que necesitan mucho tiempo para acostumbrar el ojo al nivel de oscuridad que se necesita. Mientras los alumnos y alumnas se turnan para observar por el telescopio, aprovechar de explicar cómo se diferencian a simple vista planetas de estrellas; señalar también cómo es el movimiento de los planetas en el firmamento, etc. Si en esta actividad se emplea un telescopio con montura ecuatorial explicar, mientras se instala, cuáles son sus características, enfatizando en particular que el eje horario debe orientarse paralelo al eje terrestre para lograr seguir los astros con un solo movimiento.

### Ejemplo E

Analizan y discuten los enunciados de cada una de las tres leyes de Kepler.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que los estudiantes comprendan que la primera ley (ley de la elipticidad de las órbitas planetarias) rompe con la circularidad atribuida desde siempre al movimiento de los astros; que la segunda (ley de las áreas) rompe con la uniformidad atribuida al movimiento de los astros y que con la tercera ley (ley armónica) queda claro por primera vez que el movimiento de los astros puede ser descrito en términos matemáticos.

### Ejemplo F

Buscan información, principalmente fotográfica, del Sol, de los planetas y satélites del sistema solar. Las analizan críticamente.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Existen abundantes y hermosas imágenes en libros, revistas y también en internet. Lo importante es documentarse sobre dichas imágenes y que se comprenda muy bien a qué corresponden. Este tema puede ser materia de un trabajo para la casa u horas de estudio en la escuela, que puede ser adecuado para una exposición ante el curso, para publicar en un diario mural, etc. Si se desea publicar fotografías en una exposición, buscarlas en internet e imprimirlas por medio de la computadora, en ningún caso malograr libros ni revistas. Acompañar siempre estas imágenes con una breve explicación.

## b) La Tierra y sus movimientos

### Detalle de contenido

#### ROTACIÓN Y TRASLACIÓN

Movimientos de la Tierra: en torno a su eje y en torno al Sol. Día y noche. Origen de las estaciones en los distintos hemisferios. El año bisiesto.

#### EL ORIGEN DE LAS MAREAS

Descripción de las mareas y su diversidad a lo largo del país. Su origen en la atracción gravitacional de la Luna y la rotación terrestre.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Describen los movimientos de la Tierra por medio de modelos reales o dibujos y analizan sus consecuencias ópticas (luz y sombra) y gravitacionales (mareas).**

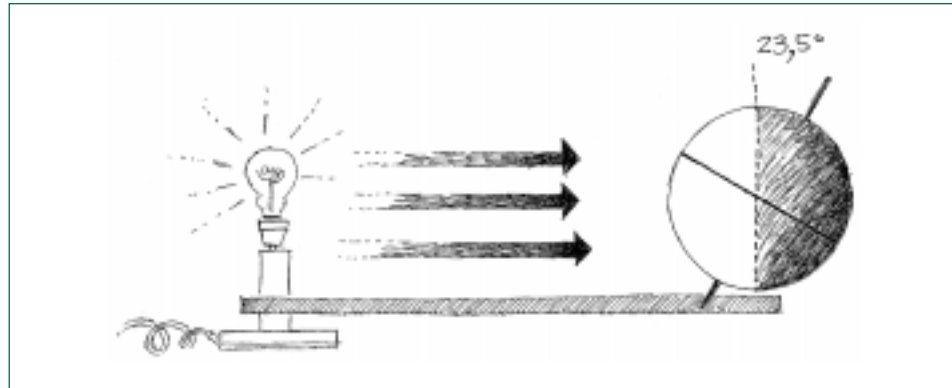
#### Ejemplo A

- Construyen un globo terráqueo y lo mueven alrededor de una ampollita encendida que simule al Sol y analizan los movimientos de la Tierra.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

El globo terráqueo puede hacerse con una esfera de plumavit con un palo delgado que la cruce simulando el eje terrestre. Dibujar con plumón la línea del ecuador, algunos meridianos y, en lo posible algunos continentes. Haciendo el ángulo correspondiente, clavar el palo en una varilla que haga las funciones de radio orbital y cuyo extremo en lo posible pueda girar en torno de la base de la ampollita, fija en algún lugar de la sala de clases y única fuente de luz (ver figura 3.5). Procurar que el eje terrestre permanezca paralelo a sí mismo al trasladarse la Tierra.

Fig. 3.5



Este modelo permite explicar diversos fenómenos como, (1) la sucesión del día y la noche; (2) el por qué en un mismo momento hay estaciones opuestas en los dos hemisferios del planeta; (3) cómo la inclinación del eje terrestre, que se mantiene prácticamente paralelo a sí mismo formando un ángulo de aproximadamente  $23^\circ$  respecto a una perpendicular al plano de la órbita, determina las estaciones y el clima global en el planeta; (4) por qué se habla del “Sol de medianoche” en los polos y sus proximidades, donde se tienen aproximadamente 6 meses consecutivos de luz continua y 6 de oscuridad; (5) que el efecto térmico sobre el planeta se produce por el ángulo diferente con que inciden los rayos que vienen del Sol, que van cambiando a medida que la Tierra rota y se traslada. Señalar los movimientos de precesión del eje terrestre con su período de 26.000 años, el cual invierte completamente las estaciones cada 13.000 años, y los movimientos de nutación. Para esto último, comparar el movimiento de la Tierra con el de un trompo de juguete.

#### Ejemplo B

- Discuten la razón por la cual hay invierno y verano.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar las respuestas de los estudiantes. Si alguien opina que es porque la Tierra se encuentra más lejos o cerca del Sol, aprovechar la ocasión para hablar de la racionalidad del método científico. La respuesta indicada es muy frecuente. Sin embargo, un momento de reflexión aclara que ella no es razonable pues hay invierno y verano simultáneamente en los dos hemisferios. Aprovechar la ocasión para destacar que toda explicación científica debe ajustarse con total rigor a la razón, y que es necesario abandonar teorías que no obedecen a todos y cada uno los hechos registrados.

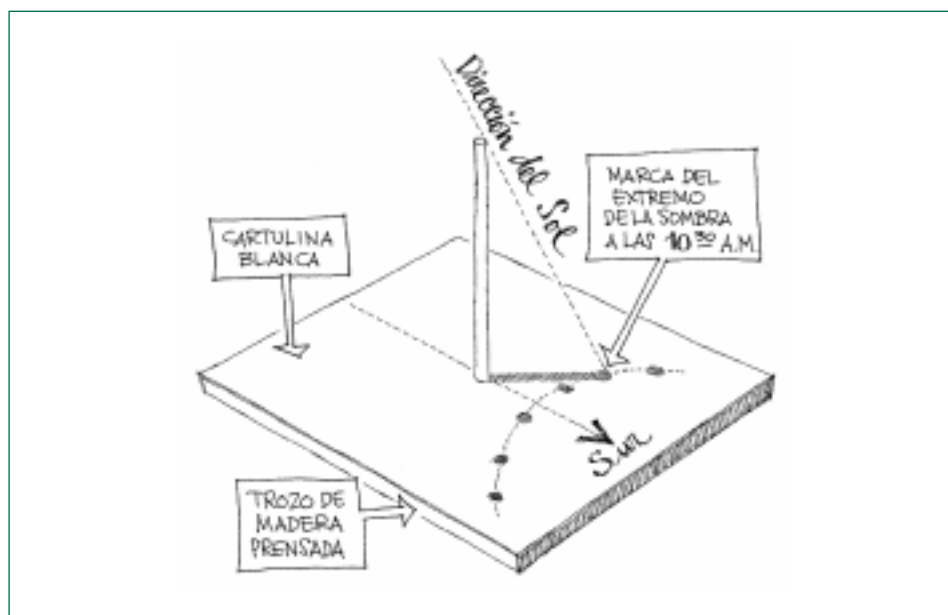
## Ejemplo C

- Construyen un reloj de Sol. Para ello, sobre una superficie horizontal expuesta gran parte del día al Sol clavar una estaca vertical de cerca de un metro de longitud. Durante un día completo examinan y marcan la sombra que el Sol proyecta, así como los horarios en que ello ocurre. Analizan y discuten la dirección y el momento que señala la sombra más corta que se produce y especulan cómo sería la sombra proyectada durante días de otras estaciones del año.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Esta actividad puede desarrollarse durante un día de paseo y coordinarse con actividades de otras asignaturas. Es suficiente que el sistema esté listo tipo 9:30 de la mañana y turnarse para marcar la posición del extremo de la sombra de la estaca cada media hora (marcar un punto y al lado la hora que marca un reloj que posee correctamente la hora local (ver figura 3.6). Es útil para que los alumnos aprendan a orientarse y a estimar la hora observando la sombra que proyecta el Sol. Es importante también que les quede claro que el momento en que se produce la sombra más corta corresponde al medio día astronómico local y que en nuestro hemisferio señala exactamente el Sur geográfico. Se puede discutir también con los estudiantes la relación de la latitud geográfica del lugar en que se realiza el experimento y el ángulo de la estaca y la dirección del Sol cuando la sombra es más corta.

Fig. 3.6



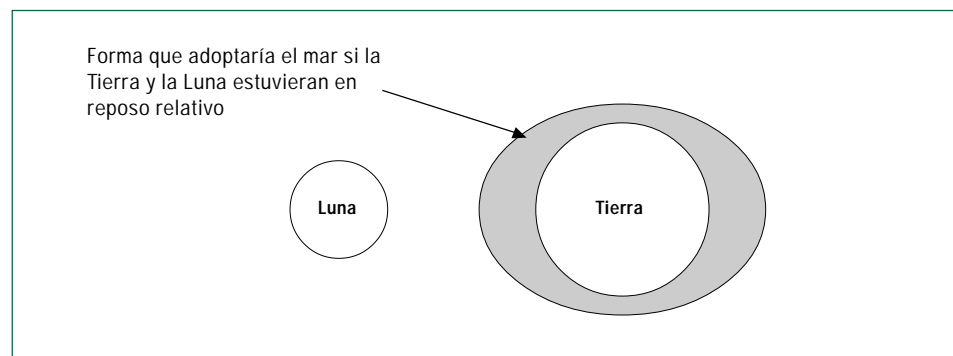
## Ejemplo D

- Discuten en qué consisten fenomenológicamente las mareas, si se producen siempre en el mismo horario o no, si ocurren igual en todas las costas y océanos, qué las produce, etc. Se informan después sobre las respuestas correctas según nuestro entender actual.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Comentar que las mareas observadas y aprovechadas por el ser humano desde siempre, nunca recibieron una explicación hasta la ofrecida por Isaac Newton en base a su ley de la gravitación universal. Señalar que se trata de un fenómeno que afecta globalmente a toda la hidrósfera, que consiste en que el mar sube y baja, en promedio, dos veces al día; que en algunos lugares es del orden de un metro y en otros lugares alcanza más de 17 metros. Comenzar el análisis de la situación suponiendo que existe sólo la Tierra y la Luna, que no rota una sobre la otra. Considerar la forma que adoptaría el mar debido a la atracción gravitacional que debido a la presencia de la Luna afecta a cada lugar de la Tierra. Una figura como la siguiente (3.7) puede ayudar en la explicación. Agregar que el mismo efecto está produciendo el Sol sobre la Tierra e incorporar a la situación el hecho que la Tierra está rotando sobre su eje y la Luna orbitando en torno de la Tierra. Comentar que la roca de la corteza es flexible y que también en ella se producen las mareas; es decir, el suelo con montañas, ciudades, etc., sube y baja alrededor de dos veces al día, alcanzando dicha elevación hasta 50 cm. en algunas partes.

Fig. 3.7



## Ejemplo E

Especulan sobre las consecuencias que pueden tener las mareas globalmente sobre nuestro planeta y si ellas se producen en otras partes del sistema solar.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante conducir el razonamiento de los estudiantes a fin de que comprendan que estas mareas han ido frenando el movimiento de rotación de nuestro planeta, el cual posiblemente en su origen era de unas nueve horas. Que las mareas que producía la Tierra en la Luna antiguamente eran tan grandes que terminaron por frenar casi totalmente el movimiento de rotación de la Luna

(todavía le queda un pequeño bamboleo que nos recuerda su movimiento de rotación). Señalar que esta es la razón por la cual desde la Tierra siempre vemos la misma cara de la Luna. Concluir que la rotación de la Tierra también a la larga va a ser capturada por la de la Luna quedando el período de rotación de la Tierra en unos 27 días y por lo tanto ambos astros se mirarían mutuamente la misma cara por el resto de sus vidas. Señalar que lo mismo está ocurriendo entre el planeta Mercurio y el Sol y entre Venus y el Sol. Destacar que en ambos astros su día es comparable a su año, haciendo que se produzcan noches y días muy largos en que las temperaturas llegan a ser muy bajas y también muy altas. Explicar que estas mareas deben producirse sobre los múltiples satélites de Júpiter, Saturno, Urano; que es bastante probable que las mareas hayan sido de la magnitud suficiente para destrozar algunos de ellos (los que más se acercaron) y formar anillos a su alrededor. Mencionar que sólo los anillos de Saturno son visibles por telescopios y que los de Júpiter y Urano son muy tenues y sólo fotografiables por sondas que estén en sus proximidades.

#### Ejemplo F

Entrevistan a pescadores de una caleta, a un marino o a gente de mar sobre la importancia de las mareas en sus actividades, los efectos que ellas producen y cómo saben a qué hora se producirá la marea baja y a cuál la alta.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Si se está al interior del país, comunicarse a través de red internet (Enlaces) con estudiantes de 2º Medio de las zonas costeras y preguntarles a ellos sobre el tema, o encargarles que consulten a las personas adecuadas.

#### Ejemplo G

Proponen mecanismos capaces de convertir el movimiento de subida y bajada del mar (las mareas) en un movimiento circular y, eventualmente, en energía eléctrica.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Investigar algunos proyectos que existen en otros países con este propósito.

---

## c) La Luna

### Detalle de contenido

#### TAMAÑO Y MOVIMIENTOS

Dimensiones de la Luna en relación a las de la Tierra. Descripción de su movimiento.

#### FENÓMENOS DE LUZ Y SOMBRA

Las fases de la Luna. Eclipses de Luna y de Sol.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

##### **Analizan y comparan información descriptiva de la Luna.**

##### Ejemplo A

- Construyen un círculo de papel de 10 cm de diámetro que represente a la Tierra y otro, a esta misma escala, que represente a la Luna. Calculan además a qué distancia debieran encontrarse ambos círculos, según esta escala. Usan el modelo para estudiar el eclipse de Luna.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Si se necesita ahorrar tiempo, esta actividad puede ser realizada por el profesor o profesora en forma demostrativa. Puede ser el momento para indicar algunos datos, como que la Luna es bastante grande en relación a otros satélites con sus planetas, se mueve en torno a la Tierra en una órbita prácticamente circular de unos 384.600 km, es decir, la luz tarda un poco más de 1 segundo en llegar a la Tierra. Su período de rotación y de traslación, en relación a la Tierra, son aproximadamente iguales y de unos 27 días, por lo que parte de su superficie (la “cara oculta”) nunca se ve desde nuestro planeta.

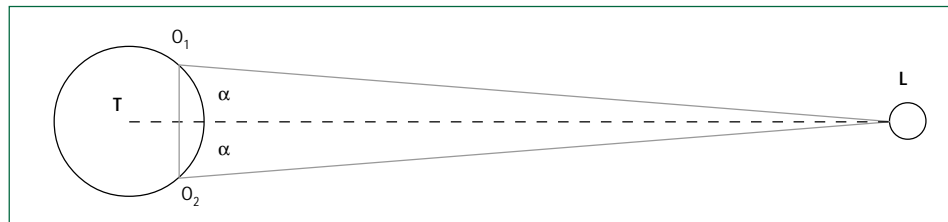
## Ejemplo B

Discuten posibles métodos para medir la distancia de la Tierra a la Luna y su masa.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Agregar a las ideas desarrolladas por los estudiantes el hecho que ello puede hacerse aplicando la geometría. Mostrar cualitativamente en una figura como la siguiente (3.8), que la distancia de los observadores  $O_1$  y  $O_2$  que observan la Luna L desde distintos lugares del planeta, está relacionada con la distancia entre los observadores y los ángulos  $\alpha$ .

Fig. 3.8

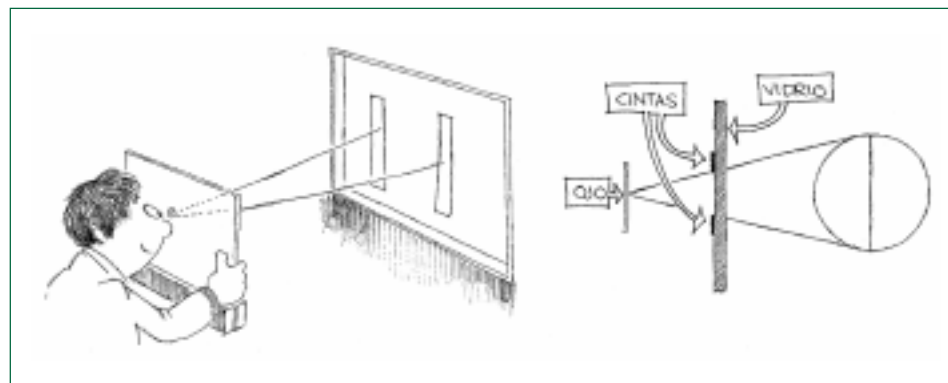


Describir la técnica basada en el rayo láser que se emplea actualmente para medir la distancia a la Luna, la cual es posible gracias a un particular espejo dejado por los astronautas que la visitaron; y la extraordinaria precisión con que puede conocerse gracias a las propiedades extraordinarias de la luz láser (unos pocos cm de incerteza). A partir del radio lunar, y suponiendo que la Luna posee la misma densidad que la Tierra, estimar la masa de la Luna y compararla con la de ésta.

## Ejemplo C

Miran la Luna a través de un pequeño orificio perforado en un cartón que se encuentre fijo, y también, a través del vidrio de una ventana. Pegar al vidrio dos cintas autoadhesivas de color de modo que, para el ojo que observa, toquen los bordes de la Luna quedando ésta entre ambas. Luego, por proporciones, conociendo la distancia a que se encuentra la Luna, calcular su diámetro. Ver figura 3.9.

Fig. 3.9



## INDICACIONES AL DOCENTE:

Antes de realizar cálculos discutir cuál será el procedimiento geométrico, qué se debe medir y cuál será el momento más adecuado para hacerlo: ¿cuando la Luna está en el cenit?, o ¿cuando está cerca del horizonte?

## Ejemplo D

Buscan información sobre las teorías que explican el posible origen de la Luna.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Destacar la teoría “evolucionista” que establece que la Luna se formó en un proceso prácticamente simultáneo con la Tierra y los demás planetas del sistema solar, y las teorías más recientes que sostienen que se formó por el gran impacto de un gran asteroide con la Tierra. Comentar que con frecuencia en la historia de la física ha habido teorías que compiten, como las ondulatoria y corpuscular de la luz. Con el tiempo algunas disputas se han aclarado, mientras otras esperan todavía más información para dilucidarse.

## Ejemplo E

Leen la obra “De la Tierra a la Luna” de Julio Verne y comparan este viaje con el realizado en 1969 por el Apolo 11.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Hay información, variados documentales y películas sobre el histórico viaje del hombre a la Luna y también de la obra de Julio Verne.

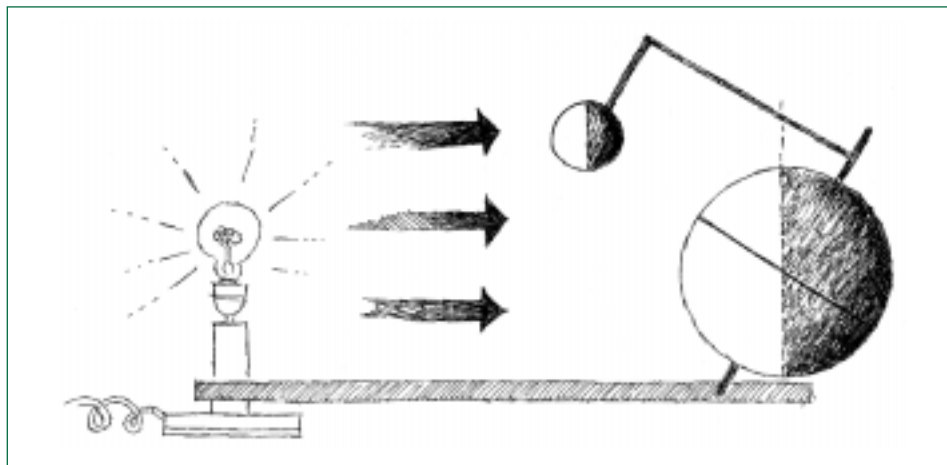
## Ejemplo F

Al montaje descrito en la figura 3.5 agregar una esfera de plumavit según se indica en la figura 3.10, de modo que pueda orbitar la Tierra. Analizan cómo se ve la Luna desde distintos puntos de la Tierra, y los eclipses de Sol y lunares.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que visualicen el proceso que va de Luna nueva a Luna nueva, pasando por los cuartos crecientes y menguantes. Con relación a los eclipses, mostrar los conos de sombra y penumbra que proyectan la Luna y la Tierra y lo que sucede durante los eclipses de Sol y de Luna. Destacar la casualidad de que el diámetro angular del Sol y la Luna sean casi iguales, lo que posibilita que podamos, entre otras cosas, estudiar la corona solar durante los eclipses totales de Sol. Explicar en qué consiste el eclipse anular. Mostrar y analizar fotografías de distintos tipos de eclipses. Varias enciclopedias computacionales poseen excelentes simulaciones de las fases de la Luna y de los distintos tipos de eclipses que se producen. Narrar la observación realizada por el astrónomo inglés Sir Arthur Eddington (1882 - 1944) del eclipse del 29 de mayo de 1919 en África, en que comprobó la predicción de Albert Einstein (teoría general de la relatividad) de que alrededor de grandes masas como el Sol el espacio se curva.

Fig. 3.10



## Ejemplo G

Discuten en cuál de sus fases es más conveniente observar la Luna y la observan con un telescopio y/o binoculares.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Es preferible observar la Luna cuando se encuentra en uno de sus cuartos, por cuanto las sombras que se proyectan dibujan más claramente el contorno de los cráteres y otros accidentes topográficos. Cuando hay Luna llena prácticamente no se ve nada. La medición de las longitudes de estas sombras, conocida la posición del Sol, permiten calcular, como lo comprendiera Galileo Galilei, las alturas de las estructuras que las proyectan. Si el telescopio es de cierta potencia, no olvidar emplear un filtro apropiado para observar la Luna evitando que se produzca daño al ojo.

## Ejemplo H

Discuten cómo se sabía que la Luna no poseía atmósfera mucho antes de que sondas o el ser humano la pisaran.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

El alumno o alumna debe comprender que cuando la Luna eclipsa a una estrella, su luz desaparece repentinamente; si tuviera atmósfera la veríamos cambiar ligeramente de color (dispersión cromática) y desaparecer lentamente. Este es por lo demás el método que se emplea para reconocer atmósferas en otros planetas y satélites del sistema solar. Más aún, el análisis de los cambios que se producen en la luz de la estrella cuando este fenómeno se produce, permite conocer la composición de las atmósferas con un buen grado de certeza. Señalar que, debido a la inexistencia de atmósfera, durante el día las diferencias de temperatura “al sol” y a “la sombra” es muy grande y más aún la que se produce entre día y noche.

## d) La ley de gravitación de Newton, ejemplo de teoría

### Detalle de contenido

#### LEY DE GRAVITACIÓN DE NEWTON

Formulación de la ley. Evaluación cualitativa de sus efectos en el ámbito planetario.

#### CONTEXTO HISTÓRICO

Impacto de las ideas de Newton sobre la concepción del Universo y el valor del método científico. Su carácter unificador de una diversidad de fenómenos.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Analizan el origen, significado e implicancias científicas y culturales de la ley de gravitación universal de Newton.**

#### Ejemplo A

- Discuten y analizan cualitativamente el significado de la expresión  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$  señalando a qué corresponde cada uno de los términos que en ella aparecen y cómo se relacionan.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que los estudiantes conozcan esta expresión aun cuando no la utilicen en la resolución de problemas cuantitativos complejos. Así, por ejemplo, deben comprender, (1) que  $F$  es la fuerza que se aplican mutuamente (pares del tipo acción y reacción) dos masas de valores  $m_1$  y  $m_2$  entre cuyos centros hay una distancia  $r$ ; (2) que  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$  es una constante fundamental de la naturaleza, la llamada Constante de Gravitación Universal; (3) que  $m_1$  y  $m_2$  pueden ser las masas de dos astros cualesquiera (la Tierra y la Luna, el Sol y Júpiter), la de un astro y un objeto (la Tierra y una manzana, la Luna y un astronauta), la de dos objetos cualquiera (dos manzana, un lápiz y un cuaderno, dos estudiantes), etc. Comprender que en los últimos ejemplos la fuerza no se percibe debido a que la constante  $G$  es muy pequeña. Calcular la fuerza con que se atraen dos estudiantes del curso a 1 m de distancia, y compararla con la fuerza con que la Tierra atrae (en su superficie) a una de estas masas. Como parte del análisis de esta ley es conveniente construir y estudiar el gráfico de  $F$  en función de  $r$  para dos masas. Es importante que con este ejercicio quede claro que la fuerza disminuye rápidamente con la distancia, que si la distancia se duplica, triplica, etc., la fuerza se reduce a un  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{9}$ , etc. y que dicha fuerza se extiende hasta el infinito pues a ninguna distancia es nula estrictamente. Comentar que en el interior del planeta la gravedad también actúa, pero decrece hacia su interior hasta llegar a cero en su centro.

## Ejemplo B

Calculan la Masa de la Tierra.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Este cálculo es trivial a partir del valor de la aceleración de gravedad en su superficie  $g$ , de su radio y de la expresión de la ley de gravitación universal de Newton. En efecto, como el peso de un cuerpo de masa  $m$  cualquiera es  $P=mg$  en la superficie terrestre y que, según Newton esta fuerza es también  $P = \frac{GmM}{R^2}$ , en que  $M$  es la masa de la Tierra y  $R$  su radio. Igualando ambas expresiones y despejando  $M$  tenemos:

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

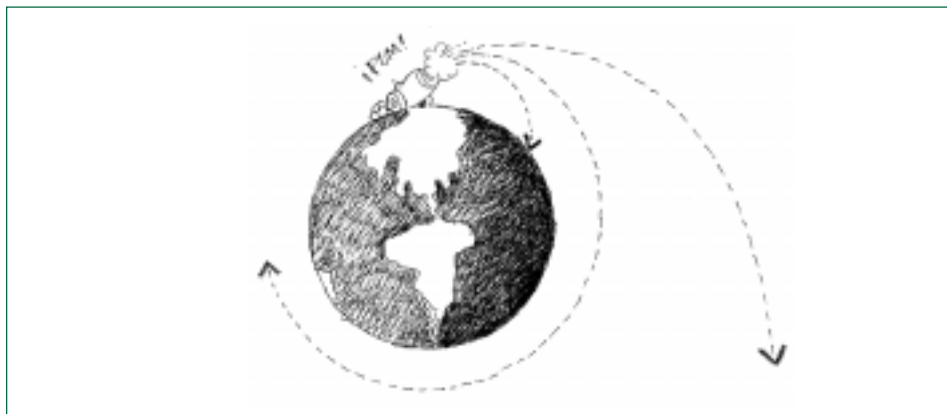
## Ejemplo C

Discuten el modo en que Newton llegó a concebir su ley de gravitación universal y analizar después los aspectos esenciales de este descubrimiento.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

Analizar la figura 3.11. en que Newton ilustra cómo un proyectil puede orbitar la Tierra, aproximarse a ella hasta estrellarse o alejarse de ella indefinidamente dependiendo de la velocidad inicial del proyectil. Relatar algunos aspectos anecdóticos que rodean el hallazgo como la leyenda de la manzana cuya caída Newton habría relacionado con el movimiento de la Luna, como el hecho de que Edmund Halley fuera quien convenciera a Newton de publicar sus descubrimientos de juventud dado que Robert Hooke (su contrincante máximo) estaría próximo a alcanzarlos, etc. Señalar que, basándose en las leyes de Kepler, Newton dedujo que la fuerza de gravedad decrecía como el cuadrado de las distancias y que el resto de las ideas que encierra esta teoría son producto de su intuición. Entre estas intuiciones destaca el suponer que la fuerza de atracción sobre los cuerpos que están en la superficie de la Tierra es la misma que atrae a la Luna y opera entre los demás astros y otros objetos. Debe comprenderse además que esta teoría es unificadora en el sentido de que explica tanto el movimiento de un proyectil aquí en la superficie terrestre como el de la Luna en torno a la Tierra y el de ésta en torno al Sol, etc.

Fig. 3.11



Comprender que en todos estos casos la fuerza que actúa sobre el proyectil, se aleje, se acerque o mantenga en órbita en torno a la Tierra, es la fuerza de gravedad, la que se reduce al distanciarse del centro de la Tierra. Comentar que para resolver todos los problemas matemáticos que implicaban estas ideas, Newton se vio en la necesidad de inventar matemáticas nuevas para su tiempo: el cálculo diferencial y el cálculo integral.

#### Ejemplo D

Especulan sobre posibles aplicaciones de la ley de gravitación de Newton y analizan después el gran abanico de situaciones en que ha resultado enormemente útil.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Interesa que los estudiantes comprendan que la ley de gravitación de Newton permite calcular la masa de la Tierra como se ilustró en el ejemplo B, la masa de otros planetas, la del Sol e incluso de otras estrellas (como la principal de las binarias). La misma ley permite calcular con exactitud las mareas y prácticamente todos los complejos movimientos que experimentan los planetas, satélites, cometas, asteroides, naves espaciales, etc. Narrar las interesantes circunstancias en que se predijo la existencia de Neptuno y su siguiente hallazgo, la repetición de la historia con la predicción de Plutón y su difícil detección y los actuales posibilidades de planetas aún más alejados. Enfatizar el hecho que se trata de una teoría que es capaz de predecir la existencia de astros nunca vistos y con gran precisión. Explicar que estas predicciones son posibles analizando pequeñas influencias gravitacionales (o perturbaciones) que los astros se ejercen mutuamente. Explicar, por último, que los complejos cálculos para colocar satélites en órbita, para enviar vehículos tripulados a la Luna, para mandar sondas a los planetas, etc. emplean la ley de la gravedad descubierta por Newton.

#### Ejemplo E

Analizan la importancia cultural de la ley de gravitación universal.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Interesa que el alumno o alumna reconozca que el gran éxito alcanzado por la teoría de Newton tuvo un impacto muy grande, no sólo dentro de la física sino también en las otras ciencias. El gran prestigio alcanzado por esa teoría influyó también en consolidar la propuesta determinista propia de las leyes de movimiento de Newton, la que se extendió a las otras ciencias y a la filosofía. Esta discusión puede hacerse en coordinación con la profesora o el profesor de Filosofía, si la escuela ha abierto esta asignatura como subsector en este nivel.

## 3. El Universo

---

### a) Las estrellas

#### Detalle de contenido

##### LAS ESTRELLAS Y SUS MOVIMIENTOS

Distinción visual de la diversidad de objetos en el cielo: el Sol, los cuerpos del sistema solar, las estrellas, constelaciones y nebulosas.

##### LA EVOLUCIÓN DE LAS ESTRELLAS

Nociones elementales acerca de la evolución de las estrellas: nacimiento, estados intermedios, fines posibles según su masa (estrella de neutrones, enana blanca, agujero negro).

##### COMPOSICIÓN DE LAS ESTRELLAS

Elementos que forman una estrella encendida. El Sol y las manchas solares.

#### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

##### Actividad 1

---

**Observan estrellas y constelaciones, describen sus movimientos aparentes como se ven desde la Tierra y conocen de un modo general cómo evolucionan.**

##### Ejemplo A

- Observan las estrellas, identifican algunas en una carta estelar y reconocen las constelaciones a las que pertenecen.

##### INDICACIONES AL DOCENTE:

Destinar a esta actividad una noche ojalá sin Luna en que la atmósfera esté despejada. Puede aprovecharse algún paseo fuera de la ciudad para evitar la luz artificial. Será de gran utilidad que los alumnos y alumnas lleven una linterna muy pequeña (que preferentemente ilumine en rojo) y una fotocopia de la carta estelar más apropiada. Señalar estrellas de distintos brillos indicando que se habla de estrellas de distinta magnitudes. Identificar las constelaciones zodiacales que sean visibles en aquel momento, señalando que si la misma observación se realizara 6 meses después se observarían otras. Indicar que ése es el lugar por donde se mueve el Sol y también los planetas. Mover el brazo señalando los puntos cardinales y después moverlo del modo que lo hace una estrella austral, una zodiacal y otra boreal. Evidentemente esta es una buena oportunidad para que las alumnas y los

alumnos realicen otras actividades como la observación de planetas con pequeños telescopios, la Vía Láctea, las nubes de Magallanes, etc. Es muy motivante observar las lunas de Júpiter, los anillos de Saturno, la imagen de Venus. Durante la misma noche comparar la posición de alguna configuración bien destacada, en dos horarios diferentes, a fin de percibir la aparente rotación de la bóveda estelar. Comentarla contrastando esta percepción con la posibilidad de que sea la Tierra la que rota. Si el paseo empieza durante el día, se puede aprovechar de observar las manchas solares, y seguir la sombra que el Sol proyecta de una estaca vertical. El éxito de un conjunto de actividades como las descritas pasa por una preparación previa de los estudiantes. Una buena guía de observaciones puede ayudar considerablemente.

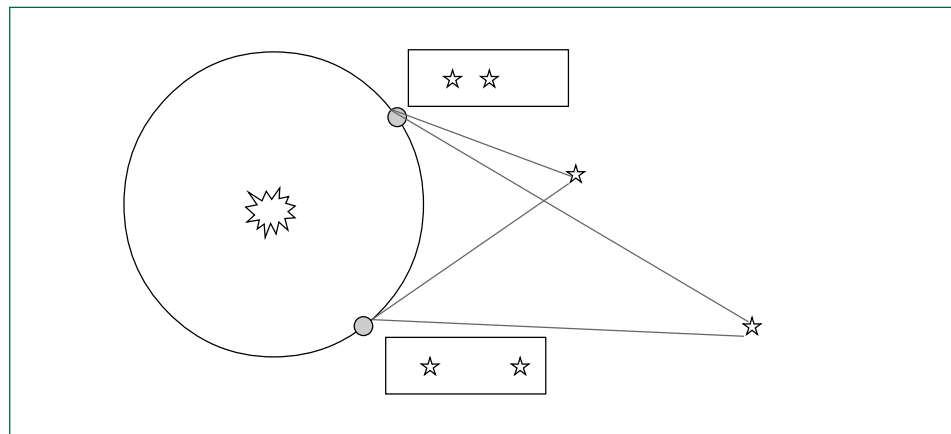
#### Ejemplo B

- Cuestionan el aparente inmovilismo de las estrellas y de la Tierra.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Introducir el concepto de paralaje. Mirar el pizarrón anteponiendo un dedo con el brazo estirado. Indican respecto del dedo (a su derecha o a su izquierda) la posición de un letra escrita en la pizarra al mirarla primero con un ojo y luego con el otro. Plantear entonces, por medio del análisis de la figura 3.12, que las estrellas debieran cambiar de posición unas respecto de las otras si la Tierra se moviera en una órbita alrededor del Sol.

Fig. 3.12



Señalar que estos problemas quedan resueltos si, como se creyó antiguamente, admitimos que todas las estrellas están a una misma distancia de nosotros, fijas sobre una esfera, la bóveda celeste, la cual rota en torno de la Tierra fija. Agregar que las paralajes estelares en realidad sí existen pero que no se advierten a simple vista, que se requiere de telescopios potentes y precisos para medirlas. Esto se debe a que las distancias son realmente muy grandes comparadas con el desplazamiento la Tierra en su órbita en el curso de 6 meses. Ilustrar esto comentando que si en una escala en que el Sol es una esfera de 15 cm de diámetro, la estrella más cercana es otra esfera similar que se encontraría a 460 kilómetros del Sol, mientras que la Tierra estaría sólo a 17 metros.

#### Ejemplo C

- Realizan una búsqueda bibliográfica sobre las principales características del Sol.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

De esta investigación el estudiante debe quedar con algunas ideas claras en relación a la estructura interna del Sol, su cromósfera y su corona. Debe conocer las manchas solares, las protuberancias, etc. que se observan en su superficie. Es importante que él sea considerado un ejemplo de estrella y que se lo compare, principalmente en tamaño y color, con algunas otras estrellas bien conocidas. Existen interesantes videos y software educativo que exponen muy bien estos temas.

#### Ejemplo D

- Especulan y formulan hipótesis relativas al posible origen o formación de las estrellas y al modo en que evolucionan.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Con posterioridad al esfuerzo hecho por los estudiantes en una actividad como la que se propone, puede ser adecuado dar a leer algún capítulo de algún libro de divulgación que trate el tema al nivel de los estudiantes, discutirlo y compararlo con las hipótesis de ellos. Hay también videos educacionales que tratan bastante bien estos aspectos e igualmente software que simulan estos procesos. Comentar que en la cosmovisión aristotélica las estrellas eran eternas e inmutables y, por lo tanto, no evolucionaban ni menos morían. Agregar que esta creencia se estremeció fuertemente con la aparición de una supernova de 1604 visible a simple vista y observada por Galileo y Kepler.

#### Ejemplo E

Observan las manchas solares.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Con un pequeño telescopio es posible que los estudiantes observen las manchas solares de dos maneras. Una de ellas es mirando directamente el Sol con el telescopio estando éste provisto del filtro apropiado. Si no se dispone del filtro que corresponde, o si éste no queda bien afirmado al ocular y se corre el riesgo de que se salga, es mejor no realizar la actividad. Advertir a los estudiantes que después de un cierto tiempo de observación el ocular y el filtro óptico se calientan, razón por la cual el ojo no debe pegarse a él. La otra forma, mucho más segura y práctica, es proyectando la imagen del Sol sobre una cartulina de modo que quede de unos 10 cm o más de diámetro. Varios alumnos o alumnas pueden observar simultáneamente y los ojos no corren ningún riesgo. Si la actividad se realiza varios días consecutivos, en la proyección se pone un papel con una circunferencia dibujada que coincida con la proyección del Sol y se marcan en ella las posiciones de las manchas solares, se puede apreciar el movimiento de rotación del astro, tema interesante de discutir con los estudiantes.

### Ejemplo F

Visitan un planetario virtual y lo exploran ordenadamente.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Existen software educativos que simulan planetarios. Algunos de estos programas son excelentes debido a que muestran un número importante de estrellas de diferentes magnitudes (seleccionables), sus posiciones (según la hora, fecha y lugar de observación), proporcionan sus nombres, dibujan y desdibujan las constelaciones, indican algunas nebulosas, galaxias y los planetas, la Luna y el Sol.

### Ejemplo G

Visitan un planetario. Analizan y discuten posteriormente lo observado.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Como en toda actividad que implique una visita a exposición, museo, cine, etc., ésta también requiere de acciones previas y posteriores. Es conveniente advertir a los estudiantes que observen, escuchen atentamente y de ser posible anoten, para poder después comentar y consultar sus dudas durante la clase.

### Ejemplo H

Realizan una búsqueda bibliográfica acerca de las etapas que vive una estrella y las diferentes formas que adopta.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Puede ser motivante para alumnas y alumnos concentrar esta actividad en los objetos más sorprendentes en el cielo, como los cuásares, los agujeros negros, los púlsares, la materia oscura. Información no técnica sobre ellos se puede encontrar en libros de astronomía, enciclopedias, la revista Investigación y Ciencia, internet, etc.

Investigan las novas que se han presenciado a lo largo de la historia y la importancia y significado que poseen en la astronomía actual.

---

## b) La Vía Láctea y otras galaxias

### Detalle de contenido

#### ORGANIZACIONES ESTELARES

Agrupaciones de estrellas en galaxias. Tipos de galaxias.

#### LA VÍA LÁCTEA

Características elementales de la Vía Láctea: dimensiones, número de estrellas que contiene, ubicación del sistema solar en ella.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

---

**Observan la Vía Láctea y otras galaxias. Describen sus principales características.**

Ejemplo A

- Observan y analizan fotografías de diferentes galaxias y las clasifican según su forma.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Existen muchos libros en que se puede encontrar este material, aunque la red internet ofrece la ventaja de permitir imprimir las fotografías y trabajar con ellas sin dañar libros. Si existen los medios, mostrar diapositivas de galaxias y otras formaciones estelares. Identificar por ejemplo la famosa y popular galaxia de Andrómeda (M31), señalar sus brazos y las galaxias satélites que posee, indicar que se encuentra a unos 2,3 millones años luz y que sus dimensiones son similares a las de la nuestra. Mencionar que si una galaxia fuera del tamaño de una persona, a esta escala la galaxia más cercana estaría a unos 100.000 km. La historia que rodea temas como éste es ilustrativa e interesante. Mencionar que Emanuel Kant interpretaba las nebulosas en el cielo como “universos islas”, y que recién en 1929 las observaciones de Edwin Hubble confirmaron la existencia de las galaxias como grandes agrupaciones de estrellas fuera de la Vía Láctea.

### Ejemplo B

En una noche despejada observan la Vía Láctea y formulan hipótesis que expliquen su formación. Observan también las nubes de Magallanes.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Este ejemplo se puede realizar conjuntamente con el ejemplo A de la sección 3 (pág. 140). Comentar que en uno de sus viajes por el hemisferio sur Hernando de Magallanes en una primera observación confundió las galaxias que hoy llevan su nombre con especies de nubes fijas en el cielo.

Comentar el origen mitológico del término “Vía Láctea” y mencionar que también recibe otros nombres. Describir su geometría y la visión parcial que tenemos de ella desde la Tierra.

### Ejemplo C

Observan la Vía Láctea en cartas estelares y planetarios virtuales.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Muchos libros muestran cartas estelares en que está delineada la Vía Láctea; también se la muestra en variado software educacional.

## c) Evolución del conocimiento del Universo

### Detalle de contenidos

#### COSMOVISIONES CLÁSICAS

El modelo geocéntrico primitivo. Modelo estático, homogéneo e infinito de Newton. La paradoja de Heinrich Olbers. El modelo del universo en expansión.

#### LAS INCÓGNITAS DE HOY

Posibles escenarios para el futuro del Universo.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Analizan los principales modelos del Universo en la historia.**

#### Ejemplo A

- Investigan, analizan y sintetizan información relativa a la cosmovisión de la Grecia clásica.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

La información se puede obtener fácilmente de diferentes fuentes. Elementos importantes son, (1) la concepción aristotélica de la materia terrestre: tierra, agua, aire y fuego y el lugar que les corresponde, y la materia celeste de la cual están hechos los astros; (2) el concepto de que la circularidad perfecta de las órbitas de los astros y la uniformidad de sus movimientos caracterizan la perfección propia de los dioses así como su inmutabilidad; (3) el modelo de estrellas fijas en la bóveda celeste; (4) el modelo geocéntrico de C. Ptolomeo. Puede mencionarse el modelo heliocéntrico, descubierto en nuestra época, de Aristarco de Samos. Es importante que los estudiantes valoren en su justa medida la imagen del Universo que nos legó la Grecia clásica; reconocer que en su tiempo ella constituía un gran logro.

### Ejemplo B

- Analizan y comparan los modelos cosmológicos estático y expansivo. Examinan críticamente las teorías actuales sobre el origen y evolución del Universo.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es conveniente que esta actividad se desarrolle a partir de una lectura previa por parte de los estudiantes de algún texto que trate el tema a un nivel apropiado. Deben manejar a grandes rasgos las ideas que implica la teoría de la gran explosión primordial. A ello puede ayudar una introducción de la ley de Hubble y sus consecuencias. Mencionar y explicar la existencia de la “radiación de fondo” como verificación de esta teoría. Puede ser muy motivante para alumnas y alumnos la lectura o un relato de los grandes hitos en la evolución del Universo desde sus inicios. Destacar que el destino del Universo es una pregunta abierta en cosmología. Hacer ver que hay muchas preguntas no respondidas satisfactoriamente a la fecha en la física en general, y que probablemente así será para siempre.

### Ejemplo C

- Comentan algunos de los descubrimientos del físico y astrónomo alemán Heinrich Wilhelm Mathias Olbers (1758 - 1840).

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Referirse por ejemplo a los cometas y asteroides que descubrió, explicar especialmente la paradoja que lleva su nombre; es decir, el hecho de que el cielo estaría permanentemente iluminado si la distribución de estrellas en el universo fuera infinita y homogénea y hubiesen estado allí desde siempre (recordar que la velocidad de la luz es finita).

### Ejemplo D

Realizan una búsqueda de información (bibliográfica y/o electrónica) para conocer los aspectos más relevantes de las cosmología mapuche, maya, azteca, china, egipcia, hindú, etc. de modo de poder aprenderlas y compararlas.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Es importante que el estudiante no desprecie las imágenes primitivas del universo sobre los cuales reúna información, sino que, por el contrario, procurar que haga un esfuerzo por situarse en el contexto cultural en que se dieron. Este trabajo puede realizarse en grupos de 4 ó 5 alumnos o alumnas que asumen el estudio de una de las culturas mencionadas y las exponen al resto. También puede realizarse una actividad colaborativa entre liceos con estudiantes mapuches, aymarás de Chile y de otros pueblos de otros países.

## d) La exploración del espacio

### Detalle de contenido

#### OBSERVACIÓN DEL CIELO

Formas de observar el cielo: telescopios ópticos, de infrarrojo, rayos X y radiotelescopios. El problema de la atmósfera: telescopios espaciales. Grandes hitos en la exploración del espacio con sondas o viajes tripulados.

#### LA ASTRONOMÍA EN CHILE

Los grandes observatorios en Chile.

#### LA ASTRONÁUTICA

Su evolución y aportes al conocimiento del Universo.

#### LAS PERSONAS Y SUS OBRAS

Astrónomos y astrónomas de todos los tiempos.

### Actividades genéricas y ejemplos a elegir

#### Actividad 1

**Analizan diversas formas en que el ser humano adquiere conocimientos del Universo y conocen algunos personajes vinculados a esta historia.**

#### Ejemplo A

- Realizan un listado de los observatorios que se encuentran en nuestro país, los localizan geográficamente y mencionan sus principales instrumentos y características.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Internet puede ser una fuente de información adecuada. El tema puede asignarse como un trabajo para la casa a ser informado por escrito.

## Ejemplo B

- Realizan una búsqueda bibliográfica acerca de un astrónomo o astrónoma importante.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

La astronomía ha sido practicada desde los orígenes de la cultura y hay numerosos y legendarios nombres de hombres y mujeres asociados a ella, como los de Claudius Ptolomeo, Nicolás Copérnico, Tycho Brahe, Galileo Galilei, Edmund Halley, Caroline Herschel, Edwin Hubble, Jocelyn Bell y muchos otros. Datos acerca de estos personajes pueden extraerse de libros, internet, enciclopedias, videos, etc. Es particularmente importante mencionar a los siguientes:

Nicolás Copérnico (1473 - 1543) que en su libro “Las revoluciones de las esferas celestes” presenta por primera vez formalmente el modelo de un Universo no centrado en la Tierra. Este hito es importante en la historia de la física, como refutación de un modelo aceptado por la cultura civil y religiosa de la época. Es una muestra valiosa por parte de Copérnico de apertura a nuevas ideas y modelos de la naturaleza, necesaria para el avance de la ciencia y el conocimiento en general.

Tycho Brahe (1546 - 1601) que, aunque geocentrista, se trataba de un gran astrónomo que realizó mediciones extraordinariamente precisas de los movimientos de los astros en una época en que aún no se usaba el telescopio.

Johanes Kepler (1571 - 1630), que, inicialmente ayudante de Tycho y en base a la información precisa proporcionada por éste, le fue posible encontrar las tres leyes del movimiento planetario que llevan su nombre.

Isaac Newton (1642 - 1727), “sobre hombros de gigantes” logra construir una extraordinaria síntesis en su obra “Principios matemáticos de filosofía natural”, la que se agrega a sus descubrimientos en óptica y otros campos.

Sir Henry Cavendish (1731 - 1810), 70 años después de la muerte de Newton vino a medir con gran precisión el valor de la constante de gravitación universal. Conocer la metodología que Cavendish empleó, vale decir, comparar el modo de oscilación de una balanza de torsión aislada y con masas a su alrededor. Mostrar un esquema del experimento de 1798 y ver cualitativamente cómo la atracción gravitacional entre las masa afecta el modo de oscilación de la balanza.

## Ejemplo C

Realizan un cuadro sinóptico donde se señala desde las principales misiones no tripuladas, a partir del Sputnik 1, hasta los robot enviados actualmente a explorar otros astros. Incluir las principales misiones en que el protagonista fue el ser humano, desde Yuri Gagarin, John Glenn, Valentina Tereshkova, el proyecto Apolo que nos puso en la Luna, hasta las actuales misiones de los transbordadores y estaciones espaciales.

## INDICACIONES AL DOCENTE:

En enciclopedias computacionales y software de astronáutica existe abundante material con el que los estudiantes se pueden informar. Es conveniente que la investigación considere también el funcionamiento de los cohetes, que se conozcan las investigaciones al respecto de Wernher von Braun.

#### Ejemplo D

Examinar los principales problemas para la observación astronómica: cielos nublados, las luces de la ciudad, la humedad del aire, etc.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Si se dispone de una lámina que muestre el espectro de absorción del agua se puede mostrar para qué longitudes de onda no es viable la astronomía a través de la atmósfera. Aprovechar para destacar la calidad de los cielos del norte de Chile, razón por la cual allí se han instalado varios observatorios de gran calidad.

#### Ejemplo E

Describir ejemplos concretos de aportes de la astronáutica a la astronomía.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Enfatizar el hecho de que ya no necesitamos determinar, por ejemplo, indirectamente la composición, temperatura, densidad de la atmósfera de Marte o de su suelo, pues mandamos un robot que en el terreno haga el trabajo. Describir los aportes más importantes a la astronomía realizados por esta vía en el estudio del Sol, la Luna, la propia Tierra y los demás planetas y sus satélites, o en el estudio de cometas o/y asteroides. Mencionar los aportes de los observatorios espaciales (ópticos y de rayos X).

#### Ejemplo F

Visitan un observatorio astronómico.

#### INDICACIONES AL DOCENTE:

Los observatorios suelen permitir visitas en grupos. Existen también algunos clubes de astronomía para aficionados los cuales poseen pequeños observatorios y realizan actividades de divulgación.

#### Ejemplo G

Se informan y describen las investigaciones espaciales realizadas por Chile: Fasat Alfa (1995) y Fasat Bravo (1998).

## Ejemplos de evaluación de la unidad

---

1. Diseñar y editar un diccionario ilustrado o atlas astronómico.

### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Actividad grupal que permite evaluar la recolección y procesamiento de la información, conceptos y manejo de contenidos, procesos históricos asociados con la física y las dimensiones sociales, éticas y tecnológicas del tema. Es posible que los alumnos y alumnas puedan trabajar haciendo animaciones o software y también videos.**

---

2. Realizar una exposición en paneles de aspectos más relevantes del sistema solar y el Universo.

### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Trabajo en grupo que deja en evidencia la utilización de medios de información tales como bibliografías, e informáticos (software educativo, internet, etc.), la capacidad de comunicación y de trabajo cooperativo.**

---

3. Exponer oralmente las teorías de evolución de la Tierra, la Luna, el sistema solar y del Universo.

### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Se presta para observar la habilidad desarrollada por el alumno o alumna para: expresarse oralmente y utilizar lenguaje científico, utilizar diversas fuentes de información, analizar la evolución en la forma de hacer observaciones en astronomía.**

---

4. Realizar un análisis crítico de una película de ficción relacionada con viajes espaciales y detectar las inconsistencias científicas de ella.

### INDICACIONES AL DOCENTE:

**Es conveniente que el maestro o maestra elija adecuadamente la película de modo de preparar una guía de trabajo en la cual las preguntas apunten hacia fenómenos y situaciones que concuerdan con la física y otras en que se produzcan errores serios.**

**Los ejemplos de evaluación siguientes representan preguntas que pueden ser usadas en pruebas de ensayo u objetivas, o simplemente como una evaluación formativa.**

---

5. Al moverse la Tierra alrededor del Sol, se aleja y acerca de éste. ¿Explica ello el fenómeno de las estaciones? Fundamente.

---

6. Es usual que la gente que ve la imagen de un astronauta “flotando” en su nave espacial, cuando está orbitando la Tierra, diga que el astronauta no tiene peso y por ello “flota.” Explicar por qué es errada esa afirmación.

---

7. El Sol tiene un diámetro de  $1,4 \cdot 10^9$  metros y el último planeta se encuentra a una distancia de  $7,4 \cdot 10^{12}$  metros. Si el Sol se representa con una esfera con 0,14 m de diámetro ¿de qué tamaño sería una maqueta del sistema solar?

---

8. Leer con atención la siguiente argumentación, criticarla y relacionarla con el movimiento de un satélite: *“Si lanzamos horizontalmente un proyectil, la trayectoria es parabólica y su movimiento puede considerarse como el resultado de uno horizontal con velocidad constante y uno vertical con aceleración constante (caída libre), lo cual implica que si la Tierra fuera plana, el proyectil siempre caería sobre su superficie. Pero, dado que la Tierra es esférica, si lanzamos un proyectil desde una gran altura, donde no exista roce con el aire y con una gran velocidad horizontal, el cuerpo podría girar eternamente en torno a la Tierra a la misma altura.”*

---

9. Representar en un esquema los detalles de la alineación del Sol, la Tierra y la Luna para explicar los siguientes fenómenos:

- Luna llena,
- Eclipse lunar,
- Luna nueva,
- Eclipse solar,
- Media luna.

---

10. En un mismo lugar las mareas altas y bajas se alternan aproximadamente cada seis horas. Explicar la causa que genera este efecto.

---

11. Señalar qué efectos se producirían en el clima global de nuestro planeta si:

- a) se duplicara la duración del día;
- b) se redujera a la mitad la duración del día;
- c) se enderezara el eje terrestre quedando perpendicular al plano de la órbita;
- d) se inclinara más el eje terrestre hasta alcanzar los  $45^\circ$  o los  $90^\circ$  respecto del plano de la órbita.



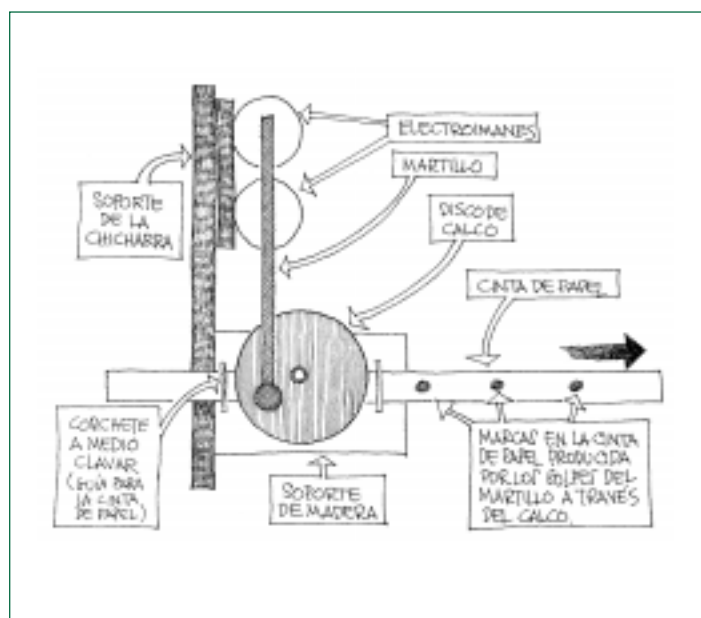
## Anexo A: Equipo de laboratorio

Para realizar las experiencias destacadas con un punto verde (●) se requiere el siguiente material básico, para cada una de las tres unidades de que consta el programa:

El movimiento	El calor	La Tierra y su entorno
Reglas y huinchas de medir, bolita o pelota pequeña	Termómetro ambiental	Cartulina blanca y estacas
Clavo e imán	Botella de vidrio y bolsa de plástico	Juego de naipes
Reloj o cronómetro	Termómetro médico (Hg)	Anillo flexible y palillo
Balanza o dinamómetro	Tetera o matraz	Alfileres, hilo, cartulina
Resorte o elástico para dinamómetro	Globo pequeño y tubo de ensayo o botella	Esfera que represente al globo terráqueo, lámpara
Globo pequeño para fiesta	Perno grande con tuerca	Reloj de Sol
Paño de sacudir y escoba	Varillas metálicas, velas y fósforos	Fotocopia de carta estelar
Dinamómetro (0 - 5 newton)	Pluma pequeña y ampolleta	
Moneda, vaso, naipe	Recipiente de pyrex	
	Vasos y gotario con tinta	
	Jeringa desechable	
	Papel lija, trozos de madera	

### Marcador de posiciones en cinta de papel

A la derecha se ilustra una manera de construir un vibrador que permite analizar diversas formas del movimiento unidimensional: De un timbre ordinario sacar la campanilla, enderezar el martillo y adecuar del modo que se indica en la figura, que representa una vista superior del dispositivo resultante.



## Anexo B: Criterios y descriptores para la evaluación

El uso de la evaluación, en pruebas, trabajos prácticos, tareas e informes, es esencial para permitir a los educadores y a los propios estudiantes identificar sus fortalezas y debilidades y por tanto hacer las correcciones adecuadas para el logro de los objetivos del programa.

Los criterios de evaluación derivan tanto de los objetivos fundamentales del curriculum específico de Física, como de los objetivos transversales. Puesto que la evaluación debe basarse en una variada gama de actividades y procedimientos, los docentes son libres de elegir la naturaleza de la evaluación que quieran utilizar. Sin embargo, es conveniente que en cada caso se utilicen criterios de evaluación específicos de acuerdo al nivel de desarrollo del alumnado.

Cada uno de los criterios de evaluación debe tener descriptores de desempeño de modo que queden claros tanto los niveles de desempeño esperados para el educando como para el docente. Por ejemplo, se podrían utilizar los siguientes criterios de evaluación para los trabajos prácticos y/o informes, con los descriptores que se indican. Es importante notar que el puntaje que aparece a la izquierda de cada descriptor debe tomarse como una mera sugerencia, siendo el profesor o profesora quien pondere los niveles de logro según la realidad de los estudiantes y los medios que se dispongan.

### CRITERIO

#### Interacción entre la física y el medio

Se espera que los estudiantes sean capaces de apreciar la contribución y las limitaciones de la ciencia en el mundo actual, analizar los modos en que se aplica la física, incluyendo su impacto en el medio ambiente, la salud, la ética y la moral.

<b>Puntaje</b>	<b>Descriptores</b>
0	no menciona relaciones entre la física y el entorno;
1-2	reconoce algunas aplicaciones de la física y muestra tener algunas nociones de su efecto en la sociedad;
3-4	es capaz de señalar diferentes aplicaciones y mostrar su impacto en su salud, entorno ambiental, ético y moral;
5-6	es capaz de mostrar conciencia del impacto de la ciencia en una variedad de cuestiones sociales y puede hacer algunas sugerencias para generar un desarrollo con armonía con el medio ambiente, la salud, ética y moral.

## CRITERIO

## Conceptos científicos y manejo de contenidos

Los estudiantes deben poseer un buen manejo de los conceptos y de los contenidos relacionados con el tema, demostrando comprensión y capacidad de aplicación de esos conceptos a situaciones novedosas.

<b>Puntaje</b>	<b>Descriptor</b>
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 demuestren habilidad para reconocer y utilizar inteligentemente un mínimo vocabulario científico como, por ejemplo los nombres y símbolos con que se representan las magnitudes más importantes, unidades adecuadas, gráficos y diagramas, leyes, etc.

<b>Puntaje</b>	<b>Descriptor</b>
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

Se espera que los estudiantes sean capaces de recoger información de las más variadas fuentes y de extraer las conclusiones que corresponda. Esta información se puede obtener observando y registrando datos, revisando críticamente bibliografía y revistas de divulgación científica, páginas de internet, etc.

<b>Puntaje</b>	<b>Descriptores</b>
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.

## CRITERIO

## Manejo de lo cuantitativo

Parte del aprendizaje es adquirir la capacidad de aplicar relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales evaluando con espíritu crítico su significado.

<b>Puntaje</b>	<b>Descriptores</b>
0	no es capaz de aplicar relaciones;
1-2	ha desarrollado cierta habilidad para aplicar relaciones, pero no logra inferir el orden de magnitud de los resultados ni la dimensionalidad de ellas;
3-4	muestra habilidad para relacionar e inferir los resultados numéricos y dimensionales;
5-6	es capaz de inferir el orden de magnitud y la dimensión de los resultados e interpretar y evaluar en forma crítica su significado.

## Anexo C: Unidades, símbolos y datos del sistema solar

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
temperatura	kelvin	K

Equivalente mecánico del calor:  
1 caloría = 4,18 joule

Algunas unidades derivadas			
Cantidas	Nombre	Símbolo	
frecuencia	hertz	Hz	s <sup>-1</sup>
velocidad		m/s	
aceleración		m/s <sup>2</sup>	
fuerza	newton	N	kg · m/s <sup>2</sup>
trabajo, energía	joule	J	N · m
potencia	watt	W	J/s
carga eléctrica	coulomb	C	A · s
potencial eléctrico	volt	V	W/A
resistencia eléctrica	ohm	Ω	V/A

### Datos de los planetas del sistema solar

	Distancia media al Sol en U.A.	Período de traslación en años.	Período de rotación en días	Diámetro medio, considerando el de la Tierra = 1	Inclinación de los planos orbitales en relación al de la Tierra	Densidad media (agua = 1)	Energía solar recibida (Tierra = 1)	Excentricidad de la órbita	Masa (Tierra = 1)
Mercurio	0,387	0,241	58,65	0,39	7° 0'	3,8	6,67	0,21	0,06
Venus	0,723	0,615	243	0,973	3° 24'	4,8	1,91	0,01	0,82
Tierra	1,000	1,000	1	1,000		5,52	1,00	0,02	1,00
Marte	1,524	1,881	1,03	0,532	1° 51'	3,8	0,43	0,09	0,11
Júpiter	5,203	11,862	0,41	10,97	1° 18'	2,3	0,04	0,05	317,8
Saturno	9,539	29,458	0,42	9,03	2° 29'	0,7	0,01	0,06	95,1
Urano	19,19	84,018	0,42	4,9	0° 46'	2,3	0,003	0,05	14,5
Neptuno	30,06	164,79	0,65	3,9	1° 47'	2,2	0,001	0,01	17,2
Plutón	39,44	247,7	?	0,46	17° 19'	?	0,0001	0,25	0,004

	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno	Plutón
Símbolo									



## Anexo D: Bibliografía

Los siguientes obras, ordenadas alfabéticamente, contienen material de utilidad en relación a los contenidos tratados en este documento. Son libros, revistas, software, videos, direcciones de internet.

Alonso; Marcelo; Rojo, Onofre (1979). Física, mecánica y termodinámica (Fondo Educativo Interamericano S. A.) 454 páginas.

Examina con bastante más rigurosidad los contenidos que considera este programa, pero lo hace de un modo simple y con matemáticas elementales. Propone una gran cantidad de preguntas, problemas, ejemplos, experimentos, tablas de datos, etc. que pueden resultar de gran utilidad para el profesor.

Alvarenga B. Máximo A. (1976). Física General (Editorial Harta, 3º 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. Jerde, David. (1996). Fundamentos de Física (McGraw-Hill, cuarta edición en español, traducido de la sexta edición en inglés, México) 2 tomos de 500 páginas cada uno. El tomo I se divide en dos partes: Mecánica y Propiedades mecánicas y térmicas de la materia: oscilación y ondas. En el tomo II se estudia con bastante profundidad electricidad y magnetismo, luz 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.

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.

Copérnico, Nicolás; (1543). Las revoluciones de las esferas celestes (Editorial Universitaria de Buenos Aires) 102 páginas.

Este texto, pequeño en extensión, pero obra de gigante, permite que los estudiantes tengan acceso a las fuentes originales. La lectura y análisis de algunos de sus capítulos puede resultar enormemente enriquecedor para alumnas y alumnos.

Creces, el nuevo conocimiento (Publicación mensual especializada de CONIN).

Numerosos e interesantes artículos y noticias de actualidad científica (Física, Medio ambiente, Astronomía y espacio, entre otros) están especialmente dirigidos a los profesores y estudiantes de la Educación Media de nuestro país.

Cruz González, Irene; Nosnik, Abraham; Recillas, Elsa; (1989). Galileo Galilei, El hombre de la torre inclinada (Editorial Andrés Bello) 97 páginas.

Obra breve, pero también justa y precisa. Sus bellas y adecuadas ilustraciones, su lenguaje simple lo convierten en una lectura conveniente para nuestros estudiantes de Educación Media.

Galileo Galilei, (1610). *El mensajero de los astros* (Editorial Universitaria de Buenos Aires) 92 páginas.

Texto pequeño, pero de gran importancia, posibilita que los alumnos y alumnas tengan acceso a las fuentes originales. La lectura y análisis de algunos de sus capítulos puede resultar enormemente enriquecedor para ellos.

Hewitt, Paul. (1995). *Física conceptual* (Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, 2<sup>o</sup> edición, E.U.A) 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.

*Investigación y Ciencia* (Edición española de Scientific American) (Prensa Científica, S. A., Barcelona).

Revista mensual que trata temas de las diversas ciencias a nivel no especializado. Los artículos son en general excelentes, abundantes en material histórico y bien actualizados.

Murphy, J.P. (1972). *Física: Una ciencia para todos* (Merrill Publishing Company, USA) 574 páginas.

Trata todos los temas del presente programa 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.

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

Se exponen en forma excelente el origen y evolución de los principales conceptos de la física e incluye un importante apéndice con una selección de textos clásicos muy bien escogidos.

Papp, Desiderio. (1975). *Ideas revolucionarias de la Ciencia* (Editorial Universitaria,

Santiago) 3 tomos de 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.

Perelman, Y. (1971). *Física recreativa* (Ediciones. Martínez Roca S.A.) 187 páginas.

Lectura amena que enseña a pensar desde el punto de vista de la física. Interesantes, motivantes e ingeniosos capítulos nos aproximan a los más variados temas de esta ciencia. Adecuada para docentes y estudiantes.

Reeves, Hubert; de Rosnay, Joël; Yves Coppens; Simonnet, Dominique (1997). *La más bella historia del mundo* (Editorial Andrés Bello) 174 páginas.

Apasionante relato de la historia del mundo, desde los orígenes del Universo (Big Bang), hasta los orígenes de la Tierra, la vida y el ser humano. El Acto 1 "El universo" puede ser una lectura adecuada para los estudiantes durante el desarrollo de la unidad 3 de este programa.

Serway, Raymond. (1994). *Física* (Editorial McGraw-Hill, 3<sup>o</sup> edición, USA).

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

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

El tomo 1 expone los temas relativos al movimiento, el calor y el Universo 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.

**Software educativo:**

Historia del Tiempo, Interactiva, Editorial Anaya, España 1996.  
 Enciclopedia Encarta, Microsoft 1999.  
 Distant Suns, First Light, Versión 1.0, 1990.

**Videos:**

“El universo mecánico... y el más allá.”  
 Es una serie traducida al español de 9 cintas de video cada una de las cuales contiene dos capí-

tulos de 30 minutos cada uno. Se presentan temas de cinemática, dinámica, las leyes de Kepler, gases, electricidad, electromagnetismo, óptica y el átomo con ejemplos tomados de la vida real, e incluye demostraciones, experimentos y animaciones.

United Video S. A. Augusto Leguía 132.  
 Las Condes, Santiago. Fono 3359202, Fax 3359203.  
 Consultar el Catálogo CRA 1999 del Ministerio de Educación.

Algunas direcciones de Internet que pueden resultar interesantes.

<http://aagc.dis.ulpgc.es/aagc.html>  
<http://dir.lycos.com/Science/Astronomy/>  
<http://members.xoom.com/espacio/>  
<http://olmo.pntic.mec.es/~hiparco/index.html>  
<http://oposite.stsci.edu/pubinfo/index.html>  
<http://planetary.org/>  
<http://search.espanol.yahoo.com/search/espanol?p=astronom%EDa>  
<http://spaceart.com/solar/span/homepage.htm>  
<http://thecity.sfsu.edu/~lglira/astro.htm>  
<http://www.astro.virginia.edu/~eww6n/bios/bios0.html>  
<http://www.astrored.org/>  
<http://www.astrored.org/digital/>  
<http://www.astrored.org/efem/>  
<http://www.astrored.org/internet/internet/superlinks1.html>  
<http://www.civila.com/chile/astrocosmo/conteni.html>  
<http://www.ctc.cl/escolar/guzi/html/guzi.htm>  
<http://www.das.uchile.cl/links.html>  
<http://www.enlaces.cl>  
<http://www.eso.org>  
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2921/anisotropy.html>  
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2921/cosmolog.htm#Contenidos>  
<http://www.sadeya.cesca.es/~pdiaz/laberint/preambul.htm>  
<http://www.ucm.es/info/Astrof/sol.html>  
<http://www3.uniovi.es/MIBI/ciencia/>

Si en el teclado no encuentran el símbolo: ~, manteniendo pulsada la tecla ALT, digitar en el teclado numérico 126 y soltar ALT.; lo mismo para el símbolo @; pero digitando 64.  
 Puede que algunas de las direcciones dejen de existir o se cambien después que este programa de estudio se publique.



## Índice alfabético

### A

absorción térmica, 89  
 acción y reacción, 32, 35, 36, 40, 44  
 aceleración,  
     concepto de, 21, 22, 24, 26  
     de gravedad (g), 44-47, 118, 122, 138  
     unidades de, 23  
 acelerador, 22  
 aerodinámicas, formas, 52  
 agua,  
     anomalía del, 76-78  
     su importancia para la vida, 84, 95, 96,  
     107, 122, 123  
 agujeros negros, 140, 143  
 aislante térmico, 87  
 alcohol (elemento termométrico), 70, 77  
 Andrómeda, 144  
 anillos de Saturno, 132, 141  
 anomalía del agua, 78  
 aprendizajes esperados,  
     el calor, 69  
     el movimiento, 19  
     la Tierra y su entorno, 113  
 Aristarco, 146  
 Aristóteles, 142, 146  
     y el movimiento, 33  
     y la caída de los cuerpos, 44, 45  
 asteroide, 139, 147, 150  
 atmósfera, 89, 90, 91, 93, 96, 97, 100, 116, 117,  
     122, 126, 136, 150

### B

balanza, 38, 55  
 Bell, Jocelyn, 149  
 bicicleta, 53, 54  
 Brahe, Tycho, 125, 126, 149  
 Braun, Wernher von, 149

### C

caída libre, 44-48, 60  
 calor,  
     cedido y absorbido, 82  
     concepto de, 81  
     conducción del, 85-91  
     específico, 80, 82, 84  
     latente, 98  
     y roce, 99-101  
 calorías,  
     en los alimentos, 82, 103, 104  
     unidad, 82, 104, 159  
 calórica, energía, 81-93, 98, 101-103  
 calórico, teoría del, 102  
 camanchaca, 98  
 cambios de estado (fase), 94-98  
 capa de ozono, 88, 96, 122, 123  
 Cavendish, Henry, 149  
 Celsius, Anders, 74  
 Celsius, escala de, 72-74-108  
 cero absoluto, 74  
 coeficiente de roce, 48-53  
 cometa, 97, 116, 124, 125, 147, 150  
 comportamiento anómalo del agua, 76-78  
 conductividad térmica, 85-91  
 conservación de la energía, ley de, 101-108  
 conservación del momentum, ley de, 22, 40 - 44  
 constante de gravitación universal (G), 137  
 constelaciones, 140  
 contaminación, 105, 107, 123  
 contenidos mínimos,  
     el calor, 68  
     el movimiento, 18  
     la Tierra y su entorno, 112  
 convección, 85, 89, 90, 92  
 Copérnico, Nicolás, 149

cosmología, 146, 147  
cuásares, 143

## D

descripción del movimiento, 21-31  
desplazamiento, 21, 24  
dilatación térmica, 76-80  
dinamismo del planeta, el, 119-121  
dinamómetro, 33, 38, 45, 51, 54, 57  
diseño de un experimento dinámico, 55, 155

## E

ebullición, 96  
eclipse, 115, 133, 135  
Eddington, Arthur, 135  
efecto invernadero, 88, 91, 123  
Einstein, Albert, 46, 88, 105, 135  
ejemplos de evaluación de la unidad,  
    el calor, 108-111  
    el movimiento, 62-67  
    la Tierra y su entorno, 151-153  
electrón, 38  
elipse, 124, 125, 126  
energía,  
    calórica, 81-93, 98, 101-103  
    cinética, 59-61, 74, 98  
    concepto de, 59, 61  
    conservación de la, 60, 61, 101-108  
    fuentes de, 106, 107  
    mecánica, 56-61, 103, 106  
    nuclear, 105  
    potencial, 59-61  
    química, 103, 106  
Enlaces, 91, 132  
equilibrio térmico, 70, 71, 83  
equivalente mecánico del calor, 101, 102, 159  
Eratóstenes, 115  
escala de temperaturas,  
    Celsius, 70, 72-74, 108  
    Fahrenheit, 75  
    Kelvin, 70, 74  
escalas sísmicas de,  
    Mercalli, 119, 120

Richter, 119, 120

estados de la materia, 94-98

estrellas,

    de neutrones, 140  
    enana blanca, 140  
    fugaces, 100  
    las, 122, 126, 140-143

evaporación, 96

excentricidad, 125, 159

experimento, diseño de un, 55, 155

exploración del espacio, la, 148-151

## F

Fahrenheit, Gabriel, 75

física cuántica, 71, 74, 78

flogisto, 102

fotón, 38

Foucault, León, 30, 31

freno, sistema de, 22, 53

freón, 88, 96

fuerza,

    concepto de, 32, 34, 36  
    de acción y reacción, 32, 35  
    de gravedad o peso, 34, 44-46, 60, 139  
    medida de la, 32  
    normal, 34, 49  
    y aceleración, 37  
    y roce, 48-53

## G

Gagarin, Yuri, 149

galaxias, 38, 143, 144

Galileo Galilei y, 19, 28, 62, 149

    el movimiento, 33

    el termómetro, 75

    la caída de los cuerpos, 44, 45, 46

    la relatividad del movimiento, 27, 28

    los astros, 136, 142

gas licuado, 97

glándulas sudoríparas, 97

Glenn, John, 149

gráficos de,

    la caída libre, 45

- temperatura, 71, 72, 75, 94  
energía-tiempo, 61  
fuerza de gravedad-distancia, 137  
posición-tiempo, 21, 25, 26, 27, 66  
velocidad-tiempo, 21, 24, 25
- gravedad,  
aceleración de, 44-47, 118, 122, 138  
fuerza de, 34, 44-46, 60, 139
- H**
- Halley, cometa, 125  
Halley, Edmund, 126, 138, 149  
Herschel, Caroline, 149  
Hooke, Robert, 138  
horno de barro, 93  
Hubble, Edwin, 144, 149
- I**
- incerteza, 20, 22, 27, 47  
inercia, 32, 33, 52  
internet, 61, 108, 116, 126, 127, 132, 143, 144, 148, 149, 151
- J**
- Joule, James, 102, 108  
joule (J), unidad de energía, 56, 101, 104, 159  
Júpiter, 38, 97, 115, 126, 132, 141
- K**
- Kant, Emanuel, 144  
Kelvin, escala de, 74  
Kelvin, Lord, 74  
Kepler, Johannes, 19, 125, 142  
kilogramo (kg), 37, 38, 159
- L**
- Leonardo da Vinci, 105  
ley de,  
acción y reacción, 32, 35, 36, 40, 44  
caída libre, 44-48  
conservación de la energía, 60, 61, 101-108  
conservación del momentum, 22, 40-44  
gravitación universal, 131, 137-139
- Hubble, 147  
inercia, 33, 52  
leyes de Kepler, 124, 127, 138  
leyes de Newton, 32, 35, 36, 37, 104  
licuefacción, 96  
Luna, 38, 46, 74, 93, 97, 100, 122, 126, 128, 131-138, 143, 149
- M**
- manchas solares, 140, 141, 142  
manzardas, 93  
máquina de vapor, 80  
mareas, 105, 128, 131, 132, 139, 153  
Marte, 97, 122, 125, 126, 150, 159  
masa,  
concepto de, 45  
de la Tierra, 117  
diversidad de valores de, 38  
gravitacional, 46  
inercial, 37, 38, 46
- medición de la,  
fuerza, 32  
temperatura, 75, 77
- medio ambiente, 123  
Mercalli, escala de, 119, 120  
mercurio (elemento termométrico), 70, 77, 95  
Mercurio (planeta), 97, 132, 159  
metro (m), 21, 159  
modelo cinético de la materia, 70, 74, 79, 94, 95  
momento angular, 44  
momentum, 22, 40-44  
motor, 33  
motor de combustión interna, 80, 84, 123
- movimiento,  
de la Tierra, 29, 30, 46, 128-132  
perpetuo, 105  
rectilíneo, 21, 24  
relativo, 27-31
- N**
- nebulosas, 140, 143, 144  
Neptuno, 159  
neutrino, 41

neutrones, estrella de, 140  
Newton, Isaac, 19, 33, 115, 131, 137, 138, 139, 149  
newton (N), unidad de fuerza, 37, 45, 159  
normal, fuerza, 34, 49  
notación científica, 38  
Nubes de Magallanes, 141

## O

objetivos fundamentales, 14, 16  
observatorios, 76, 148, 150  
océanos, origen de los, 116  
Olbers, Heinrich Wilhelm Mathias, 146, 147  
olla bruja, 88  
ordenes de magnitud, 23, 38  
ozono, capa de, 88, 96, 122, 123

## P

pangea, 121  
paradoja de Olbers, 147  
paralaje, 126, 141  
partículas elementales, 38, 41  
péndulo,  
    de Foucault, 30, 55  
    oscilación de un, 55, 61  
percepción del calor, 99, 100  
perturbaciones gravitacionales, 139  
peso, 34, 45, 46, 60, 139  
petróleo, 68, 69, 105, 106, 107, 108  
placa de Nazca, 121  
placas tectónicas, 119, 121  
planetas, 38, 116, 124, 126, 136, 139, 143, 159  
plasma, 98  
Plutón, 139, 159  
posición, 21, 24  
potencia,  
    concepto de, 56, 57  
    eléctrica, 57  
    mecánica, 56-58  
primera ley de,  
    Kepler, 124  
    Newton, 32  
principio de incertidumbre, 71, 74

protón, 38  
proyecto Apolo, 100, 135, 149  
Ptolomeo, Claudio, 146, 149  
púlsares, 143

## Q

química, energía, 103, 106

## R

radiación,  
    de fondo, 147  
    electromagnética, 82, 90  
    infrarroja, 82, 90  
    solar, 82, 83, 89, 90, 105, 106, 108  
rapidez, 26  
recomendaciones al docente,  
    el calor, 69  
    el movimiento, 20  
    la Tierra y su entorno, 113  
recursos energéticos, los, 61, 106, 108  
reflexión del calor, 89  
refrigerador, 87  
refrigerante, 84, 87, 96  
relatividad del movimiento, 27-31  
reloj de Sol, 130, 141  
Richter, escala de, 119, 120  
roce,  
    dinámico, 48  
    estático, 48  
    fuerza de, 48-53  
    y calor, 99-101  
rotación de la Tierra, 30, 115, 122, 123, 129  
Rumford, Véase Thompson, Benjamín

## S

Saturno, 97, 115, 126, 132, 141, 159  
segunda ley de Newton, 32, 37, 46  
segundo (s), 21, 159  
sentido térmico, 99, 100  
sismógrafo, 55, 120  
sismos, 118, 119  
sistema de freno, 53, 100  
sistema de referencia, 27

sistema solar, el, 112, 116, 124-139, 151  
 Sol, 29, 30, 38, 74, 75, 122-131, 135, 142, 143  
 solar, cocina, calefactor, 109  
 Sputnik I, 149  
 sublimación, 96  
 sudor, 97  
 supernova, 142, 143

## T

tecnología, 103, 106, 109  
 telescopio, 126, 132, 136, 141, 142, 148  
 temperatura,  
   atmosférica, 91  
   concepto de, 70-80  
   de ebullición, 94, 95  
   de fusión, 94, 95  
   global del planeta, 123  
   medición de la, 70, 71, 108  
 teoría del calórico, 102  
 tercera ley de Newton, 32, 35  
 Tereshkova, Valentina, 149  
 termo, 72, 86, 87  
 termómetro, 70-80  
   ambiental, 72, 73  
   bimetálicos, 80  
   de aire, 79  
   de alcohol, 70, 77  
   de mercurio, 70, 75, 77  
   médico (clínico), 76, 77  
 terremoto, 119, 120  
 Thompson, Benjamín, 102  
 tiempo de reacción, medición del, 47  
 Tierra,  
   achatamiento polar de la, 114  
   características físicas de la, 114-118  
   densidad de la, 117  
   interior de la, 117, 118  
   masa de la, 38, 117  
   movimiento de la, 29, 30, 46, 128-132  
   origen y evolución de la, 114-118  
   radio de la, 114, 116  
 torque, 53, 54  
 torre de Pisa, 45

trabajo,  
   mecánico y potencia, 56-58  
   y energía, 59-61  
 transformaciones de energía, 81, 103-105  
 transmisión del calor, 85-93  
 tsunamis, 119, 120

## U

unidades de,  
   aceleración, 23, 159  
   calor, 82, 101, 104, 159  
   energía, 56, 159  
   potencia, 56, 159  
   velocidad, 23, 159  
 Universo, el, 29, 83, 98, 112, 137, 140-150  
 Urano, 132, 159

## V

velocidad,  
   concepto de, 21, 22  
   de la luz, 23, 28  
   de rotación y traslación de la Tierra, 30  
   instantánea, 24, 26  
   media, 22, 24, 26  
   relativa, 28, 30  
   unidades de, 23, 159  
 velocímetro, 24  
 Venus, 91, 126, 141, 159  
 Verne, Julio, 135  
 Vía Láctea, 141, 144, 145  
 vida, 83, 107, 122, 123  
 Vinci, Leonardo da, 105  
 volcanes, 119, 121

## W

watt, 56, 159



# Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios Primer a Cuarto Año Medio

## Objetivos Fundamentales

1<sup>o</sup>*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<sup>o</sup>*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<sup>o</sup>*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<sup>o</sup>*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<sup>o</sup>

Primer Año Medio

### El sonido

- Vibración y sonido
  - 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.
  - Comparación entre las propiedades de reflexión, transmisión y absorción en diferentes medios como la madera, la piedra, la tela, etc.
  - Descripción de la fisiología del oído en relación con la audición. Rangos de audición: el decibel.
- Ondas y sonido
  - La cuerda vibrante. Relación entre longitud y tensión con su frecuencia. Resonancia.

- 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.
  - El espectro sonoro: infrasonido, sonido y ultrasonido. Aplicaciones del ultrasonido en medicina y otros ámbitos.
- Composición del sonido
    - Relación entre superposición de ondas y timbre de un sonido. Pulsaciones entre dos tonos de frecuencia similar.
    - Construcción de instrumentos musicales simples: de percusión, cuerdas o viento.

## 2<sup>o</sup>

Segundo Año Medio

### El movimiento

- Descripción del movimiento
  - 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.
  - Sistemas de referencia. Su importancia para describir el movimiento relativo. El rol de Galileo Galilei en la formulación de estos conceptos. Contexto histórico.
- Fuerza y movimiento
  - El concepto de fuerza que actúa sobre un objeto. Fuerza de acción y fuerza de reacción. Formulación y discusión del principio de inercia.

- 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.
- Definición de momentum lineal. Su conservación; demostración experimental.
- 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.
- 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 del com-

## 3<sup>o</sup>

Tercer Año Medio

### Mecánica

- Movimiento circular
  - 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.
  - Manifestaciones del movimiento circular y de la fuerza centrípeta en ejemplos tales como el auto en la curva, las boleadoras, el sistema planetario.
  - Nociones de momento angular. Reconocimiento de su conservación a través de demostraciones y ejemplos simples de movimiento circular.
- Conservación de la energía mecánica
  - Comprobación de la independencia del tiempo de la

energía mecánica en la caída libre sobre la superficie de la Tierra.

- 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.
- 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.
- Aplicaciones cuantitativas a situaciones de la vida diaria a través de la resolución de problemas diversos en modalidad individual y grupal.

## 4<sup>o</sup>

Cuarto Año Medio

### Electricidad y magnetismo

- Fuerzas entre cargas
  - Cargas en reposo. Fuerza de Coulomb en distintas situaciones. Campo y potencial eléctrico. Aplicaciones a la electricidad atmosférica.
  - El condensador de placas paralelas. Su capacidad en términos de la geometría y el dieléctrico.
  - Cargas en movimiento. Cálculo y análisis gráfico de la trayectoria de una carga en un campo eléctrico constante y uniforme.
  - 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

- Carga y descarga de un condensador. Análisis gráfico de la dependencia temporal del voltaje entre las placas.
  - 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.
  - 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.
- Ondas electromagnéticas
    - 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.

portamiento de objetos que se mueven en presencia de roce en situaciones diversas.

- f. Introducción fenomenológica del torque. Dedución 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.

### 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. Dedución 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.

### 3. Conservación de la energía

- a. Introducción fenomenológica de la transformación de 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.
-



