

Física

Programa de Estudio
Tercer Año Medio



Física
Ciencias Naturales

Programa de Estudio
Tercer Año Medio



Física / Ciencias Naturales
Programa de Estudio, Tercer Año Medio, Formación General
Educación Media, Unidad de Curriculum y Evaluación
ISBN 956-7933-59-6
Registro de Propiedad Intelectual N° 116.760
Ministerio de Educación, República de Chile
Alameda 1371, Santiago
www.mineduc.cl
Primera Edición 2000
Segunda Edición 2004

Santiago, octubre de 2000

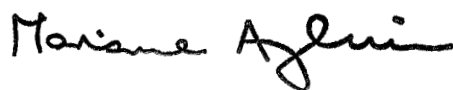
Estimados profesores:

EL PRESENTE PROGRAMA DE ESTUDIO de Tercer Año Medio de la Formación General 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, en el año escolar del 2001.

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 Tercer Año Medio de la Formación General 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 Tercer 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 Tercer 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.



MARIANA AYLWIN OYARZUN
Ministra de Educación

Presentación	9
Objetivos Fundamentales	14
Cuadro sinóptico de las unidades	15
Objetivos Fundamentales Transversales y su presencia en el programa	16
Unidad 1: Mecánica	18
1. Movimiento circular	21
a) Descripción del movimiento circular uniforme	21
b) Dinámica del movimiento circular uniforme	25
c) Nociones sobre el momento angular	31
2. Conservación de la energía mecánica	37
a) La energía mecánica en la caída libre	37
b) Estudio de la energía en la montaña rusa	44
c) Energía mecánica y roce	48
d) Resolución de problemas aprovechando la ley de conservación de la energía mecánica	52
Unidad 2: Fluidos	56
1. Hidrostática	59
a) Descripción general de los fluidos	59
b) Presión hidrostática	60
c) Principio de Arquímedes	76
d) La Capilaridad	80
2. Hidrodinámica	84
a) Las leyes de Bernoulli	84
b) Roce y velocidad límite	89
c) Presión sanguínea	93
d) Los científicos y sus contribuciones	95

Anexo A: Glosario de fórmulas	99
Anexo B: Evaluación	100
Ejemplos de evaluación Unidad 1, Sección I	105
Ejemplos de evaluación Unidad 1, Sección II	111
Ejemplos de evaluación Unidad 1, Sección III	112
Ejemplos de evaluación Unidad 2, Sección I	114
Ejemplos de evaluación Unidad 2, Sección II	121
Ejemplos de evaluación Unidad 2, Sección III	123
Anexo C: Elementos de laboratorio	125
Anexo D: Unidades y símbolos	127
Anexo E: Bibliografía (libros, revistas, softwares, videos, direcciones internet)	129
Índice alfabético	135
Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios	
Primer a Cuarto Año medio	139

Presentación

COMO TEORÍA DEL UNIVERSO material circundante, la física se construye en la mente de cada persona siguiendo diversos caminos. Uno es la experiencia cotidiana. Así, desde niños todos aprenden a un nivel intuitivo, sin proponérselo, las nociones de rapidez, peso, fuerza, densidad, equilibrio estable o inestable, temperatura, presión, etc. Otro camino es la vida cultural ordinaria que, a través de los medios de comunicación o la vida social, transmite información relativa a la física en torno a un eclipse reciente, el descubrimiento de una nueva partícula, el comentario acerca del último Premio Nobel. Luego está la sala de clases, ese lugar que puede encantar y despertar vocaciones fecundas, o arruinar para siempre el interés por aprender la disciplina.

Por su inherente dificultad, la enseñanza de la física en el aula usualmente se aborda en forma escalonada. El proceso se asemeja a una escalera de caracol, que asciende peldaño a peldaño volviendo sobre sí misma siempre a niveles superiores. El programa de Física de Educación Media ha sido estructurado teniendo presente esta realidad, buscando además que la experiencia sea grata para docentes y alumnos, de modo que terminen con una buena sensación de la disciplina, y un deseo, a lo largo de la vida, de informarse más acerca de ella y sus avances.

En 1º y 2º Medio se entrega un panorama global de la física a un primer nivel elemental. El objetivo es motivar al estudiante e introducirlo a los conceptos más primarios a lo ancho de la disciplina. El método descansa fundamentalmente en la observación y

el desarrollo de la sensibilidad hacia los fenómenos cotidianos, limitando el uso de las matemáticas a los conceptos que alumnos y alumnas dominan sin dificultad. Hasta este nivel, el programa de física es obligatorio para todos los niños y niñas de Chile. Es un primer ciclo en el proceso de aprendizaje.

A partir de 3º Medio, sin embargo, las circunstancias cambian. En primer lugar ya no existe la obligatoriedad del ramo. En segundo lugar, la herramienta matemática disponible es más avanzada, permitiendo un enfoque crecientemente cuantitativo en la enseñanza, a través del uso de fórmulas más complejas. Los contenidos mínimos obligatorios enriquecen y profundizan temas introducidos en el primer ciclo, a la vez que se presentan también temáticas nuevas. Es así que en el plan de formación general de este año se ha incluido la física de los fluidos, un tema que, como tal, no se exige en los años anteriores. La formación diferenciada a su vez profundiza temas de la mecánica e incluye nociones de la teoría de la relatividad.

Si bien la herramienta matemática disponible en tercero medio es más diversa, el enfoque general del programa adoptado sigue estando principalmente en la observación y análisis del fenómeno físico. Se pretende que el docente no olvide que la física se refiere a la realidad concreta y que su aprendizaje sólo tiene sentido en referencia a dicha realidad. La tentación de enseñar la materia en forma deductiva a partir de postulados matemáticos es muy grande y descansa en una larga tradición que este programa pretende revertir. En esta tradición más se aprende

operatoria matemática que física. El presente programa en cambio pretende integrar a la cultura del educando las nociones centrales y básicas de la física, las cuales sólo pueden ser incorporadas a través de una equilibrada alusión a los fenómenos observados y a las leyes matemáticas formales.

Si se dominan los conceptos y se les sabe aplicar a situaciones concretas, la física puede convertirse en una valiosa herramienta para su uso en el hogar y en el trabajo. Mediante una cuidadosa selección de los ejemplos sugeridos, el programa hace hincapié en esta dimensión práctica de la disciplina. Da creciente importancia a la resolución de problemas numéricos y al uso de fórmulas de utilidad en lo cotidiano. Se aspira a que alumnos y alumnas se familiaricen con unas pocas relaciones sencillas y las aprendan a usar en situaciones diversas. En el plan diferenciado su uso es más intenso, ya que se supone que quienes sigan este plan tienen una mayor motivación y habilidad para las matemáticas, y pretenden hacer de la física una herramienta de trabajo en el futuro campo laboral. En este nivel el énfasis en la resolución de problemas es, naturalmente, mayor.

La física es hermosa. Por encima de los objetivos culturales y prácticos, se espera que la experiencia de este programa transmita esta belleza y motive a los jóvenes a interesarse cada vez más por la disciplina y todo nuevo conocimiento.

Organización del programa

Este Programa del subsector Física para la modalidad Humanístico-Científica consta de dos unidades, a saber,

- Unidad 1 Mecánica
- Unidad 2 Fluidos

El texto se organiza siguiendo prácticamente los mismos criterios que los de 1° y 2° Medio. Cada unidad incluye los siguientes puntos:

- Listado de los contenidos mínimos obligatorios.
- Aprendizajes esperados de la unidad.
- Recomendaciones al docente.
- Detalles de contenidos.
- Actividades genéricas y ejemplos a elegir.
- Un anexo dedicado integralmente a la evaluación, con ejemplos para cada una de las unidades.

CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS

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

APRENDIZAJES ESPERADOS DE LA UNIDAD

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 este curso y los contenidos mínimos obligatorios, en el sentido de que verdaderamente reflejan los logros conductuales que por medio de ellos se pretende tengan lugar en las y los estudiantes.

RECOMENDACIONES AL DOCENTE

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

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 facilitar el aprendizaje del contenido 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; teniendo siempre el cuidado de no dejar fuera aspectos relevantes de la actividad genérica. La lectura de los ejemplos aquí propuestos orienta en relación al nivel y la profundidad que deben tener los aprendizajes esperados. Aquellos ejemplos que están precedidos por un punto verde (●), al igual que en los programas de 1° y 2° Medio, 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 docente. El texto usa distintas formas verbales para distinguir ejemplos en que sean las alumnas y los alumnos o el docente los actores principales. Así, la palabra “observan” sugiere que los estudiantes lo hacen, mientras “soplar” sugiere que lo haga el profesor, o profesora como una demostración práctica.

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 adaptados para este fin.

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 que constituye el presente programa.

Esto no significa que si el liceo dispone de buenos laboratorios bien equipados no se los use; por el contrario, el profesor o profesora tiene el deber de sacarles el mejor provecho posible.

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 llevada 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.

EJEMPLOS DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

La evaluación de los aprendizajes planteados en este programa se realizará por parte del profesor o profesora en forma permanente y sistemática, utilizando variadas estrategias y atendiendo a la diversidad de los jóvenes. Al final del texto, en el anexo B, se dan sugerencias, ejemplos de preguntas y orientaciones que pueden resultar útiles para facilitar este proceso.

Al igual que en los ejemplos de actividades, donde se dan algunas indicaciones útiles al docente, en los ejemplos de evaluación se señalan en cada caso los criterios a evaluar y los indicadores que corresponden.

Organización del tiempo y orden en el tratamiento de las unidades

En el cuadro sinóptico de la página 15 se señalan los rangos de tiempo sugeridos para que alumnos y alumnas alcancen los aprendizajes deseados.

Es fundamental que el docente encuentre el equilibrio entre abarcar la totalidad de los contenidos mínimos y el logro de los objetivos fundamentales que requiere el programa. Esto último exige el que existan instancias de reflexión y maduración de los conceptos, observación consciente, manipulación experimental, análisis de resultados por parte de los estudiantes, lo que a su vez significa dedicarle a ello un valioso tiempo de la clase.

En relación al orden en que es conveniente tratar las unidades, se recomienda seguir la misma secuencia en que son presentadas aquí.

Objetivos Fundamentales

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.

Unidades, subunidades y distribución temporal

Cuadro sinóptico

Unidades

1. Mecánica

2. Fluidos

Subunidades

1. Movimiento circular 15 – 20 horas

- Descripción del movimiento circular uniforme.
- Dinámica del movimiento circular uniforme.
- Nociones sobre momento angular.

2. Conservación de la energía mecánica 15 – 20 horas

- La energía mecánica en la caída libre.
- Estudio de la energía en la montaña rusa.
- Energía mecánica y roce.
- Resolución de problemas aprovechando la ley de conservación de la energía mecánica.

1. Hidrostática 16 – 21 horas

- Descripción general de los fluidos.
- Presión hidrostática.
- Principio de Arquímedes.
- Capilaridad.

2. Hidrodinámica 16 – 21 horas

- Las leyes de Bernoulli.
- Roce y velocidad límite.
- Presión sanguínea.
- Los científicos y sus contribuciones.

Distribución Temporal

Tiempo total estimado: 30–40 horas

Tiempo total estimado: 32–42 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 esta-

blecen jerarquías valóricas, formulan juicios morales, asumen posturas éticas y desarrollan compromisos sociales.

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

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

explícitamente gran parte de los OFT definidos en el marco curricular de la Educación Media.

El programa de Física de Tercer Año Medio refuerza algunos OFT que tuvieron presencia y oportunidad de desarrollo durante el Primer y Segundo Año Medio y adicionan 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 comprender cómo aspectos de los contenidos de las unidades tienen expresión en fenómenos cotidianos, en aparatos tecnológicos y en el funcionamiento de sistemas orgánicos. Se recomienda al respecto un trabajo interdisciplinario que involucre además de Física, a Química, Biología, Ciencias Sociales, Lenguaje y Comunicación, Arte, Inglés, Educación Física, Computación, etc.

Junto a lo señalado, el programa, a través de las sugerencias al docente que explicita, invita a prácticas pedagógicas que realizan los

valores y orientaciones éticas de los OFT, así como sus definiciones sobre habilidades intelectuales y comunicativas.

Además, el programa se hace cargo de los OFT de Informática incorporando en diversas actividades y tareas la búsqueda de información a través del empleo de software y la selección de redes de comunicación.



Unidad 1

Mecánica

Contenidos Mínimos

1. Movimiento circular

- a. Movimiento circular uniforme. Distinción entre velocidad lineal y velocidad angular. Concepto vectorial de la velocidad. Rapidez constante y velocidad variable en el movimiento circular. Aceleración centrípeta.
- b. Manifestaciones del movimiento circular y de la fuerza centrípeta en ejemplos tales como el auto en la curva, las boleadoras, el sistema planetario.
- c. Nociones de momento angular. Reconocimiento de su conservación a través de demostraciones y ejemplos simples de movimiento circular.

2. Conservación de la energía

- a. Comprobación de la independencia del tiempo en la energía mecánica en la caída libre sobre la superficie de la Tierra.
- b. Representación gráfica y discusión de la energía potencial gravitacional en una montaña rusa. Deducción del valor de la energía cinética en ese movimiento. Puntos de equilibrio estables e inestables. Puntos de retorno.
- c. Disipación de energía y roce. Definición de los coeficientes de roce estático y dinámico. Magnitud y dirección de la fuerza de roce en cada caso. Su dependencia de la fuerza normal a la superficie de contacto.
- d. Aplicaciones cuantitativas a situaciones de la vida diaria a través de la resolución de problemas diversos en modalidad individual y grupal.

Aprendizajes esperados

Al completar la unidad alumnos y alumnas:

- reconocen la utilidad del lenguaje vectorial en la descripción del movimiento;
- deducen y aplican con soltura las relaciones del movimiento circular uniforme a una variada gama de situaciones (por ejemplo, la de un planeta que orbita en torno al Sol);
- reconocen experimentalmente la existencia de la fuerza centrípeta y explican su origen en diferentes y variadas situaciones en que objetos se mueven en trayectorias circulares y con rapidez constante;
- aplican la definición de momento angular a objetos de formas simples que rotan en relación a un eje y reconocen la conservación de esta magnitud física tanto en valor como en dirección y las condiciones bajo las cuales ella se conserva;
- aprecian la utilidad predictiva de las leyes de conservación del momento angular y la de la energía mecánica;
- construyen y analizan gráficos en que figuren las distintas energías mecánicas;
- reconocen en el roce cinético una forma en que habitualmente se disipa la energía mecánica;
- conocen las situaciones en que es adecuado emplear la ley de conservación de la energía mecánica y usan procedimientos adecuados en su aplicación;
- reconocen en los fenómenos con movimiento circular y aquellos debidos a la acción de la gravedad que suelen ocurrir en el entorno cotidiano, los conceptos más relevantes con los que se les describe, y las leyes físicas que los rigen;
- son capaces de argumentar en base a los conceptos básicos de la física la explicación de algún fenómeno físico;
- pueden comunicar las ideas y principios físicos que explican un determinado fenómeno de la naturaleza.

Recomendaciones al docente

- Tratar los vectores de la forma más simple posible, evitando el enfoque matemático abstracto y aspectos innecesarios para los contenidos de la unidad. Por ejemplo, se puede excluir el uso de sistemas de coordenadas, o de los productos punto y cruz.
- Elegir siempre ejemplos y problemas ilustrativos que tengan un interés genuino para las alumnas y alumnos, buscando más el contenido conceptual que el ejercicio matemático. Enseñar a los estudiantes una metodología para formular y resolver problemas.
- Derivar o al menos indicar el origen de las relaciones que surgen en esta unidad.
- Se puede caer en el error de tratar en forma exclusivamente teórica los temas de esta unidad. El trabajo de laboratorio y/o el demostrativo es fundamental. Es importante que los alumnos y alumnas midan, comparen, formulen hipótesis y busquen el modo de comprobar sus hipótesis experimentalmente. También es recomendable que cada vez que se realicen mediciones, aun cuando no se trabaje explícitamente con las incertezas, se recuerde 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.
- Como una cantidad importante de los conceptos e ideas que contempla esta unidad requiere de conocimientos y destrezas adquiridas en los cursos anteriores de física y de matemáticas, es necesario que, antes de entrar en materia, se realice un diagnóstico que determine el punto adecuado desde donde partir. Más exhaustivo debe ser este diagnóstico si los estudiantes no lo han sido del mismo docente en los niveles anteriores.
- Si los jóvenes no saben encontrar las raíces de una ecuación de segundo grado, es conveniente dar las fórmulas y métodos que permiten encontrarlas, así como mostrar el significado gráfico que ellas poseen. Como su tratamiento está contemplado en este nivel por parte de la asignatura de matemáticas, es recomendable acordar con el profesor o profesora de este sector una estrategia de mutua colaboración al respecto. Lo mismo es válido para otras aplicaciones algebraicas que se hacen en física.
- Se recomienda que los grupos de trabajo sean mixtos y que se supervise que las mujeres y los varones asuman equitativamente a lo largo del año escolar roles protagónicos tanto en el diseño como en la realización de las actividades experimentales. Del mismo modo, una vez finalizada la actividad, y cuando hay que limpiar y ordenar el material de trabajo, preocuparse que tanto alumnas como alumnos participen en ello.

1. Movimiento circular

a) Descripción del movimiento circular uniforme

Detalle de contenidos

CARACTERIZACIÓN DEL MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Ejemplos de movimiento circular. El caso del movimiento uniforme. Radio orbital (r) y período de rotación (T). Rapidez lineal $v = \frac{2\pi r}{T}$ y rapidez angular $\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi}{T}$.

VELOCIDAD COMO VECTOR

Qué es un vector. Suma gráfica de vectores. La posición y la velocidad como vectores en el movimiento circular.

ACELERACIÓN CENTRÍPETA

Introducción gráfica del vector aceleración centrípeta en el movimiento circular. Derivación geométrica de $a_c = \frac{v^2}{r}$.

UNIDADES DE MEDICIÓN ASOCIADAS AL MOVIMIENTO CIRCULAR

Ángulos en radianes y velocidad angular en radianes por segundo. Revoluciones por minuto.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Describen y caracterizan el movimiento circular. Analizan las características principales de los vectores (magnitud, dirección y sentido), realizan operaciones simples con ellos y los aplican a la posición y velocidad en el movimiento circular.

- Observan las inscripciones que figuran en aparatos domésticos tales como jugueras, ventiladores, taladros, etc. y averiguan a cuantas revoluciones por minuto (RPM) giran sus ejes. Calculan los períodos de rotación en segundos y las correspondientes velocidades angulares en radianes por segundo.

Ejemplo B

- Calculan el tiempo que tardan en ponerse en el horizonte el Sol y la Luna.

INDICACIONES AL DOCENTE

Tanto la Luna como el Sol poseen un diámetro angular de aproximadamente $0,5^\circ$ y sus movimientos verdaderos los podemos considerar despreciables frente al de rotación terrestre, que es de 360° en 24 horas; es decir, $15^\circ/h$, lo que implica que el tiempo que tardan en recorrer un ángulo igual a su radio es del orden de 2 minutos.

Ejemplo C

- Calcular las velocidades angulares de los punteros de un reloj y la velocidad de sus extremos.

Ejemplo D

- Solicitar a un alumno o alumna que se ubique en medio de la sala de clases y que se mueva unos tres metros de la posición en que se encuentra. Antes de que se ejecute el movimiento, pedirle al resto del alumnado que representen en su cuaderno la sala de clases a escala, con la posición inicial del o la estudiante y la posición final que creen ocupará después de que se mueva. Promover una discusión de modo de deducir por qué no todos los alumnos o alumnas adivinaron la posición final.

INDICACIONES AL DOCENTE

Al inicio de la clase es aconsejable distribuir a los estudiantes en círculo. Luego de realizada la actividad, conducir la discusión con el objeto que se reconozca incluir, además del valor numérico, una dirección y un sentido en la definición de algunas magnitudes físicas, las cuales reciben el nombre de magnitudes vectoriales. La idea es introducir el concepto de vector de un modo que resulte natural y entretenido para los estudiantes. La misma dinámica puede utilizarse para que representen por medio de flechas en su dibujo de la sala de clases, los desplazamientos que realiza el profesor o profesora. Hacer notar que la actitud cooperativa de todos los alumnos y alumnas del curso permite aprender en forma amena.

Ejemplo E

- Definir el concepto de vector. Explicar su representación como una flecha. Describir los elementos que lo caracterizan: su magnitud, dirección y sentido. En base a diferentes ejemplos cotidianos discutir las diferencias entre magnitudes físicas vectoriales y escalares.

INDICACIONES AL DOCENTE

Aun cuando hay que entregar en este momento las bases del lenguaje vectorial que habrá que ocupar más adelante, es conveniente realizar esta actividad del modo más simple posible: simples flechas libres, sin sistemas de coordenadas ni componentes. Convenir un criterio en

relación a las nociones de dirección y sentido. Entre los ejemplos de magnitudes vectoriales mencionar la velocidad, la aceleración y la fuerza (recordar el peso). Entre las magnitudes escalares mencionar la masa, la temperatura, la frecuencia, la energía, etc.

Ejemplo F

- Analizar geoméricamente la adición de dos o más vectores y el producto de un escalar, positivo o negativo, por un vector. Resuelven ejemplos de la vida cotidiana que involucren, por ejemplo, al vector velocidad.

INDICACIONES AL DOCENTE

Ilustrar en forma simple la suma de dos vectores. Extender a tres y más vectores. Destacar que el vector resultante de esta operación posee una bien específica dirección y un módulo que es en general diferente de la suma de los módulos de los vectores a sumar. Cuando se dibuja en el pizarrón un vector \vec{a} los estudiantes rápidamente comprenden qué entender por vectores como $2\vec{a}$, $-3\vec{a}$, etc. Especificar que cuando se realiza el producto entre un número negativo y un vector, el vector resultante cambia de sentido, lo cual permite definir la resta entre vectores. Ejercitar varias veces este último caso para diferentes vectores.

Ejemplo G

- Discuten el significado de los términos "desplazamiento angular" y "rapidez angular" y los relacionan con los correspondientes conceptos lineales.

INDICACIONES AL DOCENTE

Es probable que los estudiantes no conozcan o no recuerden el radián como unidad de medida de ángulos. En tal caso conviene realizar una actividad previa con el objeto que entiendan que esta unidad corresponde al ángulo que subtiende un arco de circunferencia de igual longitud que el radio de dicha circunferencia ($1 \text{ rad} \approx 57,3^\circ$).

La rapidez angular ω en el movimiento circular uniforme debe entenderse como la razón entre el desplazamiento angular $\Delta\theta$ y el tiempo Δt en que se produce; es decir $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$.

También es imprescindible hacer ver a los alumnos y alumnas que la rapidez v de la rotación se relaciona con el radio de giro r a través de la velocidad angular según $v = \omega r$.

Es conveniente que el profesor o profesora realice estas actividades en forma expositiva pero con la participación activa de los estudiantes.

Ejemplo H

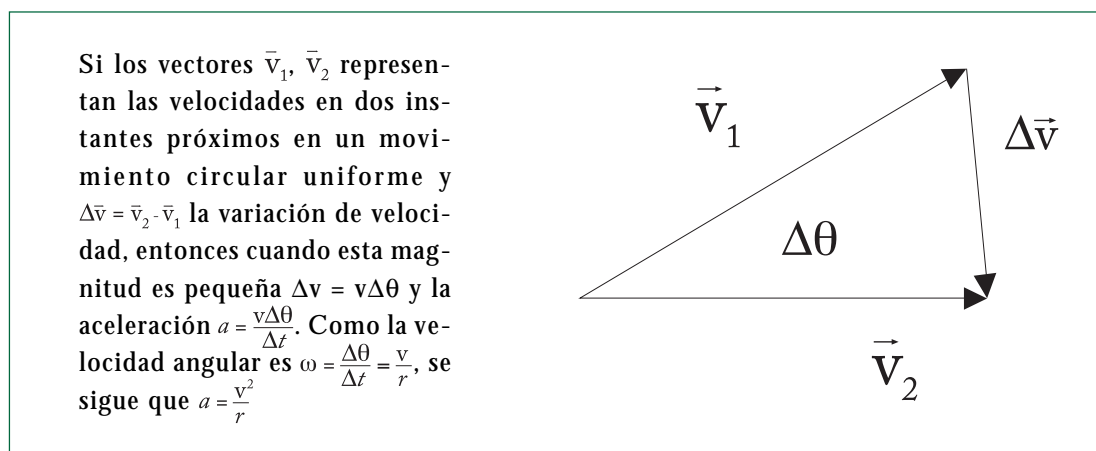
- Definir los vectores posición (\vec{r}), velocidad instantánea (\vec{v}) y aceleración centrípeta (\vec{a}_c) para un objeto que se mueve describiendo una circunferencia. Analizar las relaciones entre los módulos de estos vectores cuando el movimiento es uniforme.

INDICACIONES AL DOCENTE

A la luz de las definiciones dadas, discutir cómo son cada uno de estos vectores en variadas situaciones; por ejemplo, en un movimiento rectilíneo uniforme, en un movimiento espiral que se va abriendo o cerrando y, principalmente, en el movimiento circular uniforme. En este análisis resultará conveniente insistir en el carácter vectorial de las magnitudes. Mencionar que en todos los casos el vector velocidad es tangente a la trayectoria y que la aceleración centrípeta está siempre dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria.

Definir la rapidez como el módulo de la velocidad, haciendo ver la conveniencia de esta distinción. Mostrar que en el movimiento circular uniforme la rapidez en cada instante es la razón entre el perímetro de la circunferencia y el período de la rotación. Demostrar geoméricamente que el módulo de la aceleración centrípeta en el movimiento circular uniforme es igual al cuadrado de la rapidez dividida por el radio de la trayectoria. Ver figura 1.1. Este es un buen momento para resaltar la importancia del análisis geométrico en las ciencias físicas.

Fig. 1.1



Ejemplo I

- Describen, identifican y dan ejemplos de cuerpos que poseen movimiento circular uniforme. Analizan y resuelven problemas relacionados con estas situaciones.

INDICACIONES AL DOCENTE

Analizar algunos ejemplos que impliquen cálculos numéricos. Proporcionar una guía de ejercitación para que el alumno o alumna la desarrolle en su casa o en las horas de estudio dentro de la escuela. En ella los ejercicios deben ser lo más variados posibles. Por ejemplo, se pueden hacer preguntas acerca de un objeto atado a un hilo que se hace girar horizontalmente con la mano; una motocicleta o automóvil que se mueve en una rotonda; un planeta orbitando el Sol, etc. Calcular las diferentes cantidades observando con cuidado las unidades en que resultan expresadas.

Es recomendable que los estudiantes observen críticamente algunas de las animaciones computarizadas que existen al respecto.

b) Dinámica del movimiento circular uniforme

Detalle de contenidos

LA FUERZA COMO VECTOR

Forma vectorial de la segunda ley de Newton. Análisis de distintas situaciones en que intervienen fuerzas y reconocimiento de sus propiedades vectoriales. Ejemplos.

FUERZA CENTRÍPETA

Aplicación de la segunda ley de Newton al movimiento circular. Identificación de la fuerza centrípeta en diferentes situaciones y manejo de la expresión $F_c = m \frac{V^2}{r}$.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Analizan y discuten el concepto de fuerza desde el punto de vista vectorial, ocupándose especialmente de la fuerza centrípeta en el movimiento circular uniforme.

Ejemplo A

- Observan el efecto que tiene la aplicación de dos o más fuerzas simultáneas aplicadas en diferentes direcciones sobre un libro que yace en una mesa (paralelas, antiparalelas y perpendiculares). A través de una "lluvia de ideas" y guiados por el docente, explican los efectos que observan. Concluyen que las fuerzas deben sumarse como vectores.

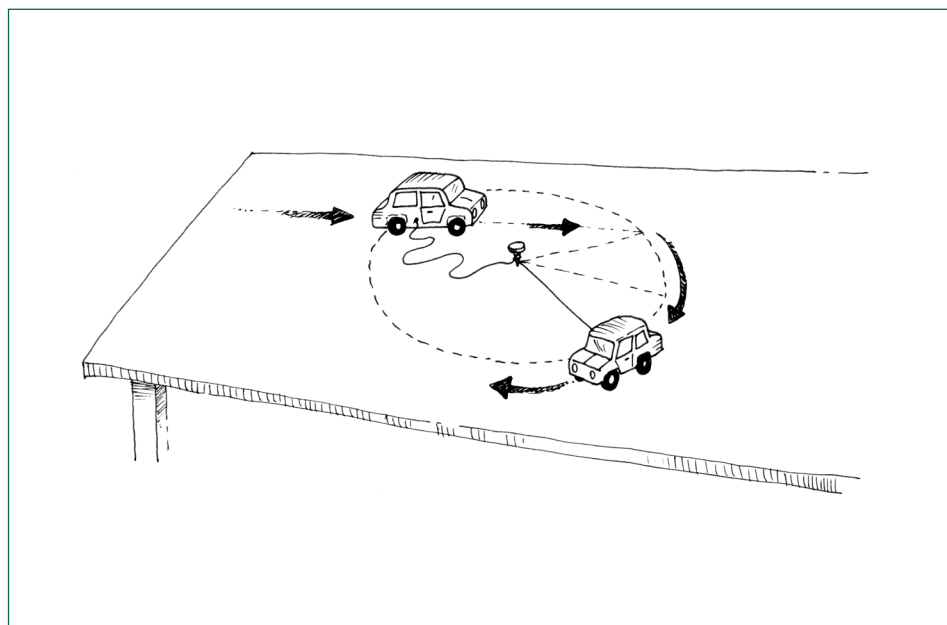
INDICACIONES AL DOCENTE

Buscar el modo en que los estudiantes analicen situaciones simples de la vida diaria en que intervienen fuerzas, y prueben su carácter vectorial. Reforzar las observaciones y análisis por medio de diagramas vectoriales. Hacer ver, por ejemplo, que la fuerza de roce es una magnitud de tipo vectorial. Mostrar que el peso de un cuerpo también es una magnitud de tipo vectorial igual a su masa multiplicada por la aceleración de gravedad del lugar en que se encuentre. Recordar que cuando un objeto cuelga de un dinamómetro, lo que mide es el módulo de esta fuerza. Recalcar la distinción entre masa y peso, comentando las unidades correspondientes.

Ejemplo B

Observan, describen y analizan el movimiento de un autito a pilas que se mueve en línea recta hasta que tense una pitilla que lo ata a un clavo en la superficie horizontal por la cual se mueve, pasando luego a describir un movimiento circular prácticamente uniforme (ver figura 1.2).

Fig.1.2



INDICACIONES AL DOCENTE

Guiar el análisis de los estudiantes por medio de variadas preguntas destinadas a comparar las fuerzas sobre el autito antes y después de que la cuerda se tense, especialmente en relación a las direcciones en que ellas actúan.

Si en vez de una cuerda se utiliza un elástico de billetes (o un resorte), se puede medir la magnitud de la fuerza centrípeta por medio de un dinamómetro que estire en igual magnitud el elástico. Si además se mide la masa del autito, por medio de la segunda ley de Newton se puede determinar la aceleración centrípeta del móvil.

Ejemplo C

- A modo de boleadoras, hacen girar con la mano y en un plano horizontal una goma de borrar atada a un hilo y analizan la situación desde el punto de vista cinemático y dinámico. Discuten sobre la presencia de una fuerza, el lugar donde actúa, su dirección y sentido, su relación con la aceleración en el movimiento. Elaboran una definición para fuerza centrípeta.

INDICACIONES AL DOCENTE

Los estudiantes deberán reconocer que la mano está aplicando una fuerza a la goma (a través del hilo), la cual está, en todo instante, dirigida hacia el centro de curvatura. Teniendo presente la segunda ley de Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$ se darán cuenta de que siempre la fuerza posee la dirección y sentido de la aceleración. Mostrar que con un dinamómetro apropiado intercalado en el hilo que une el objeto que gira y la mano, la magnitud de esta fuerza puede ser medida.

Ejemplo D

- Discuten el movimiento de la Luna y de un satélite artificial que orbita la Tierra. Describen cómo se manifiesta en su movimiento la fuerza centrípeta. Elaboran una explicación de por qué la Luna gira en torno a la Tierra y no al revés. Enumeran situaciones similares que tienen lugar en el ámbito de la astronomía y el microscópico.

INDICACIONES AL DOCENTE

En analogía con la situación en que hacemos girar con la mano un objeto atado a un hilo, mostrar que la Tierra ejerce a distancia una fuerza centrípeta sobre la Luna o satélite artificial. Recordar que una fuerza igual es ejercida por la Luna sobre la Tierra y hacer pensar a los jóvenes sobre el por qué la Luna gira en torno a la Tierra y no al revés, tema que se profundizará en la Formación Diferenciada.

Mencionar otras situaciones similares que se repiten en el Universo: planetas orbitando estrellas, sistemas estelares binarios, galaxias orbitando galaxias. Mencionar también el caso de los electrones orbitando el núcleo atómico en el modelo de átomo, indicando que en este último caso el origen de la fuerza es la carga eléctrica opuesta de electrones y núcleo. Comentar que un modelo “planetario” del átomo no es adecuado. Su comportamiento es descrito por la física cuántica, que modifica las ideas de Newton para el ámbito de lo más pequeño.

Ejemplo E

- Resuelven situaciones cotidianas que involucran cuerpos con movimiento circular, como por ejemplo un auto que gira en una curva. Deciden cuál es la fuerza centrípeta que actúa en cada caso.

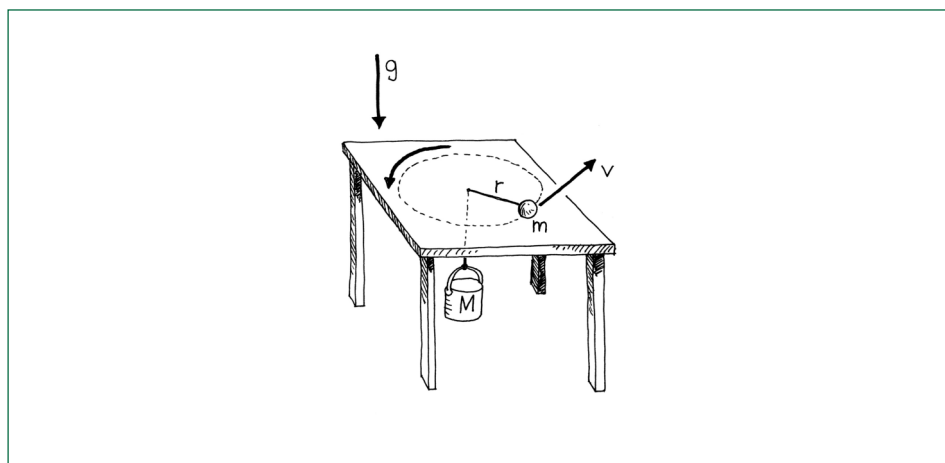
INDICACIONES AL DOCENTE

Es importante hacer ver a los estudiantes que en el caso de un auto que gira, la fuerza centrípeta es la fuerza de roce estático entre los neumáticos y el pavimento. Los alumnos y alumnas deben estar en condiciones de hacer cálculos sencillos relacionados con estas fuerzas y las aceleraciones que provocan.

Ejemplo F

- Resuelven un ejemplo como el de la figura 1.3. Por medio de un hilo un tarro soporta a una bolita que gira sobre una mesa sostenida por el peso de un tarro. Dándose valores razonables para la masa de la bolita, su velocidad y el radio de giro ($m = 4 \text{ g}$, $v = 30 \text{ cm/s}$ y $r = 30 \text{ cm}$, por ejemplo) calculan la masa del tarro. Proponen formas de realizar el ejemplo en clase.

Fig.1.3



INDICACIONES AL DOCENTE

En un problema de este tipo conviene siempre obtener primero una fórmula, recalcando su generalidad y la importancia del álgebra y, sólo al final del trabajo, reemplazar los valores numéricos para obtener el resultado que se busca. Lo importante en este problema es que se reconozca que el peso del tarro (Mg) se trasmite a través del hilo, proporcionando la fuerza centrípeta que actúa sobre la bolita ($m \frac{v^2}{r}$). También puede pedírsele a los estudiantes calcular el período de rotación que necesita la bolita para mantener al tarro en equilibrio.

Ejemplo G

- Analizan diversos ejemplos cotidianos en que se manifiesta la fuerza centrífuga y discuten acerca de su naturaleza.

INDICACIONES AL DOCENTE

Este tema es importante por su relevancia cotidiana y su carácter no trivial. Es difícil de enseñar y aprender, de modo que su introducción requerirá de una atención particular por parte del docente.

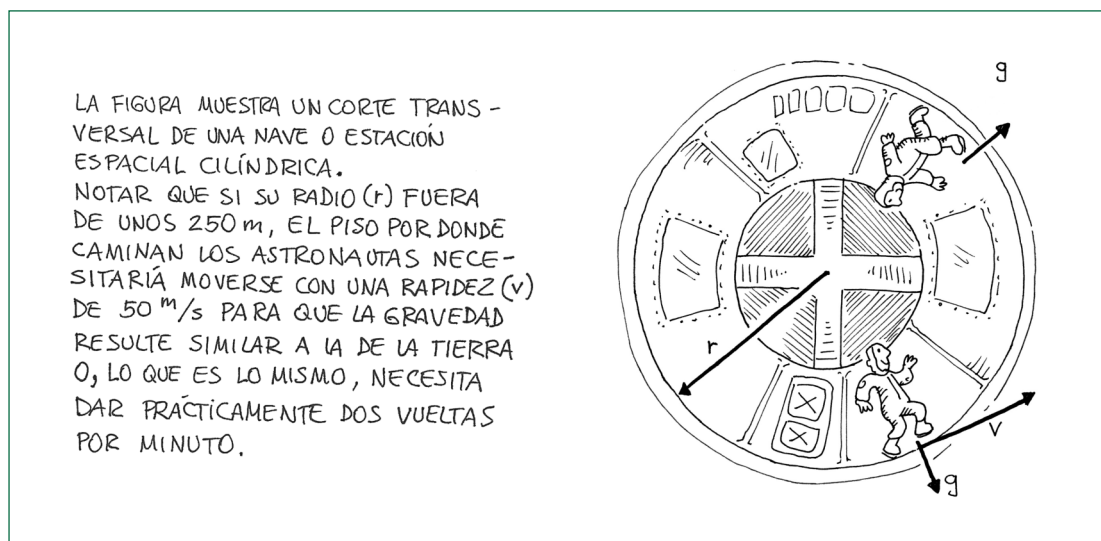
Después que los estudiantes expliquen las ideas que tengan al respecto, aclarar el significado de las palabras *centrípeta* (hacia el centro) y *centrífuga* (de adentro hacia fuera). Hacer ver a continuación que si examinamos movimientos curvos, la aceleración está dirigida siempre hacia el centro de giro y, en consecuencia, sólo hay aceleración centrípeta (y, por lo tanto,

fuerza centrípeta). Finalmente hacerles recordar lo que se siente cuando se está en el interior de un automóvil que realiza una curva y comprenderán que, desde ese particular sistema de referencia, sí tiene sentido hablar de una fuerza centrífuga. Explicar que se trata de fuerzas ficticias que sólo aparecen en sistemas acelerados como el automóvil que gira. Estas ideas serán útiles más adelante, y en la Formación Diferenciada, para comprender la teoría de la relatividad.

Entre las situaciones interesantes a ser analizadas están, por ejemplo, las que se producen debido a la rotación de nuestro planeta sobre su eje. Mencionar el sentido en que gira el agua al vaciarse un lavamanos en el hemisferio sur y en el norte, el sentido en que se desvían las personas que, perdidas en un desierto, intentan caminar en línea recta hacia el norte o hacia el sur. También puede ser interesante el reflexionar sobre el funcionamiento de algunas máquinas, como por ejemplo, las secadoras de ropa, denominadas también centrifugadoras, y las “centrífugas” que se emplean en trabajos científicos o tecnológicos para separar partículas diminutas en suspensión en algunas soluciones.

Otra situación que por lo general resulta atractiva para los estudiantes es la simulación de la aceleración de gravedad en el espacio interplanetario, para futuras estaciones orbitales o naves destinadas a viajes muy largos. El análisis cualitativo y cuantitativo de una situación como la ilustrada en la figura 1.4 puede resultar adecuado. Estimar un tamaño posible del cilindro (su radio) y la rapidez con que debe girar sobre su eje para que el astronauta experimente una aceleración de gravedad similar a la que tenemos en la superficie terrestre. Comentar que la rotación de la nave también es necesaria para que la radiación solar caliente su superficie en forma pareja.

Fig.1.4



Ejemplo H

Formulan hipótesis para explicar por qué en una nave espacial que gira en torno a la Tierra las personas y los objetos flotan como si no hubiera gravedad.

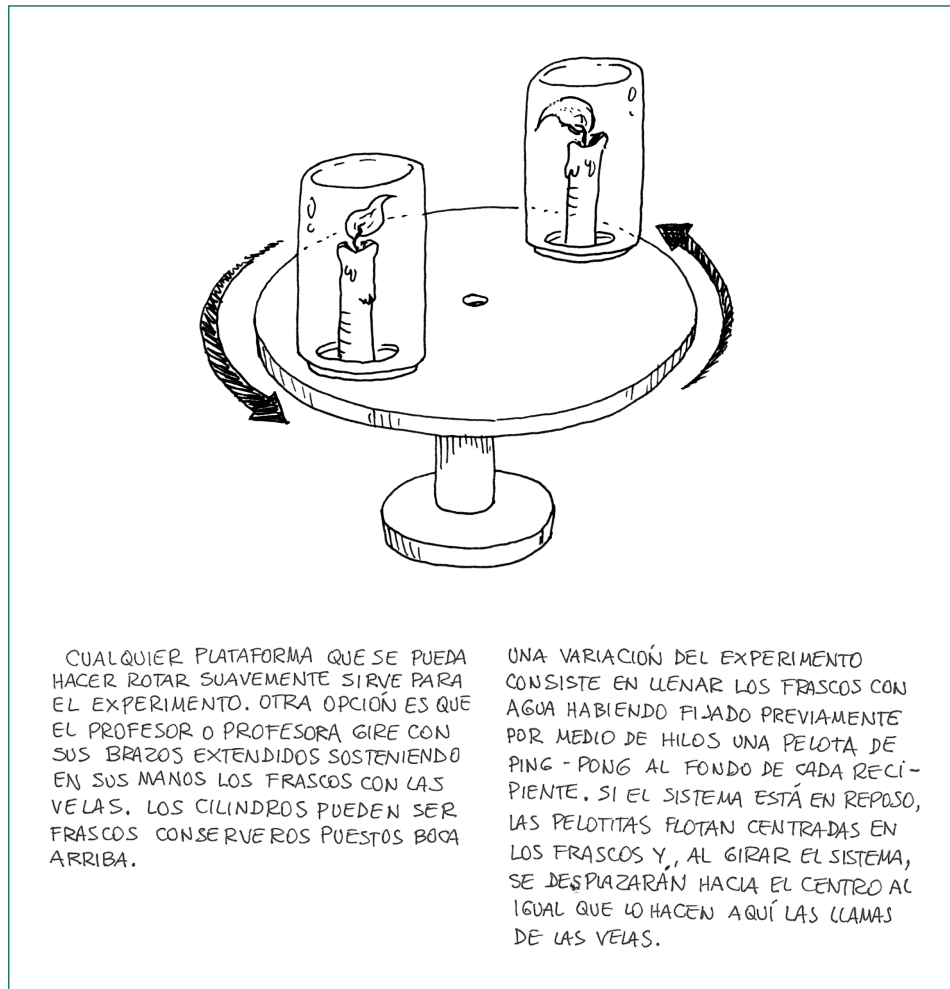
INDICACIONES AL DOCENTE

Es un buen momento para mostrar un video de una caminata o simple viaje espacial.

Ejemplo I

Observan y formulan hipótesis destinadas a explicar lo que ocurre en el experimento que se ilustra en la figura 1.5. Las llamas de dos velas encerradas en cilindros que giran, se inclinan hacia el centro de rotación de la plataforma en que están apoyadas.

Fig.1.5



INDICACIONES AL DOCENTE

Antes de realizar el experimento conviene instar a los estudiantes a predecir lo que ocurrirá al hacer girar el sistema, a especular también sobre qué ocurrirá con las llamas si se sacan los cilindros, etc. La búsqueda de la explicación se puede dejar de tarea para las alumnas y alumnos por un tiempo bastante extenso. Por ejemplo, puede volver a discutirse cuando se trate el principio de Arquímedes en la segunda unidad, ya que la solución al problema pasa por una integración entre estos temas. En efecto, una vez que se haya comprendido el principio de Arquímedes, fácilmente se caerá en la cuenta de que el aire en el interior de los cilindros, de mayor densidad que las llamas, se desplazará hacia el exterior debido a la fuerza centrífuga (si nos imaginamos dentro del cilindro), mientras las llamas se desplazarán hacia el centro de rotación.

c) Nociones sobre el momento angular

Detalle de contenidos

MOMENTO ANGULAR

Definición de momento angular en el movimiento circular. Las relaciones $L = mvr$ y $L = I\omega$, en que ω es la velocidad angular e I el momento de inercia. Momento de inercia para algunas distribuciones de masa como el disco, anillo, cilindro, etc. Unidades.

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR

Mediante demostraciones experimentales introducción de la ley de conservación del momento angular para sistemas aislados. Observar situaciones cotidianas en que el momento angular se conserva.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Observan, describen, comparan y analizan movimientos de rotación de diversos cuerpos rígidos y establecen que en un sistema aislado el momento angular se conserva, en particular cuando cambia la distribución de la masa.

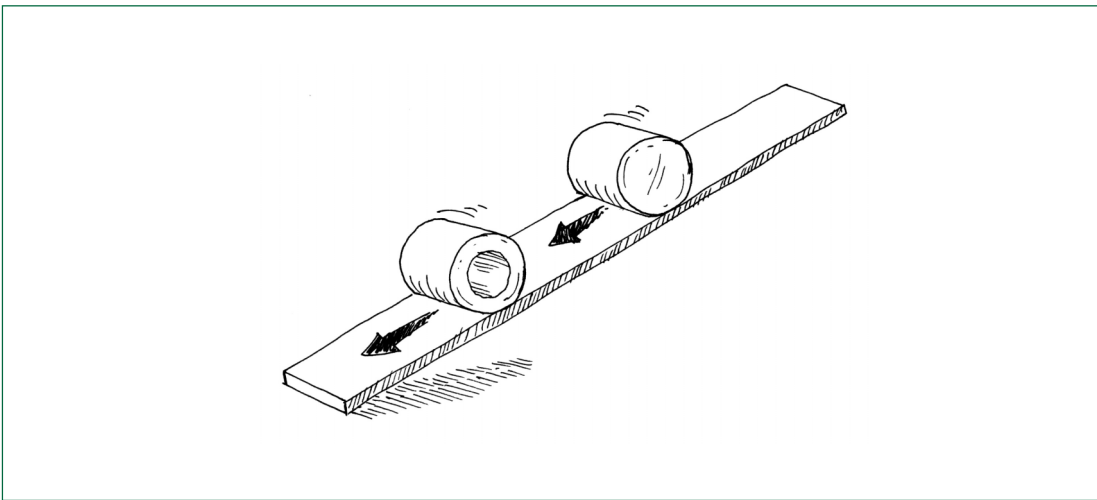
Ejemplo A

- Experimentan con diversos cilindros que ruedan por un plano inclinado, clasificándolos según su inercia a la rotación (momento de inercia). Comparan cilindros de igual masa pero distribuida en diferente forma. Analizan los factores de que depende el momento de inercia.

INDICACIONES AL DOCENTE

Un tubo de PVC de una o dos pulgadas de diámetro cortado en trozos de 2 cm, y plasticina, permiten construir los cilindros rodantes con distribución de masa diferentes en el interior. Es recomendable que uno de ellos tenga concentrada la masa de una barra de plasticina homogéneamente en el borde interno dejando un hueco circular, y otro con igual barra distribuida como una capa que cubra todo el círculo, de modo que con la misma masa se observen casos de diferente momento de inercia. Véase figura 1.6.

Fig.1.6



Ejemplo B

Analizan el momento de inercia de péndulos de igual masa, pero distintas longitudes.

INDICACIONES AL DOCENTE

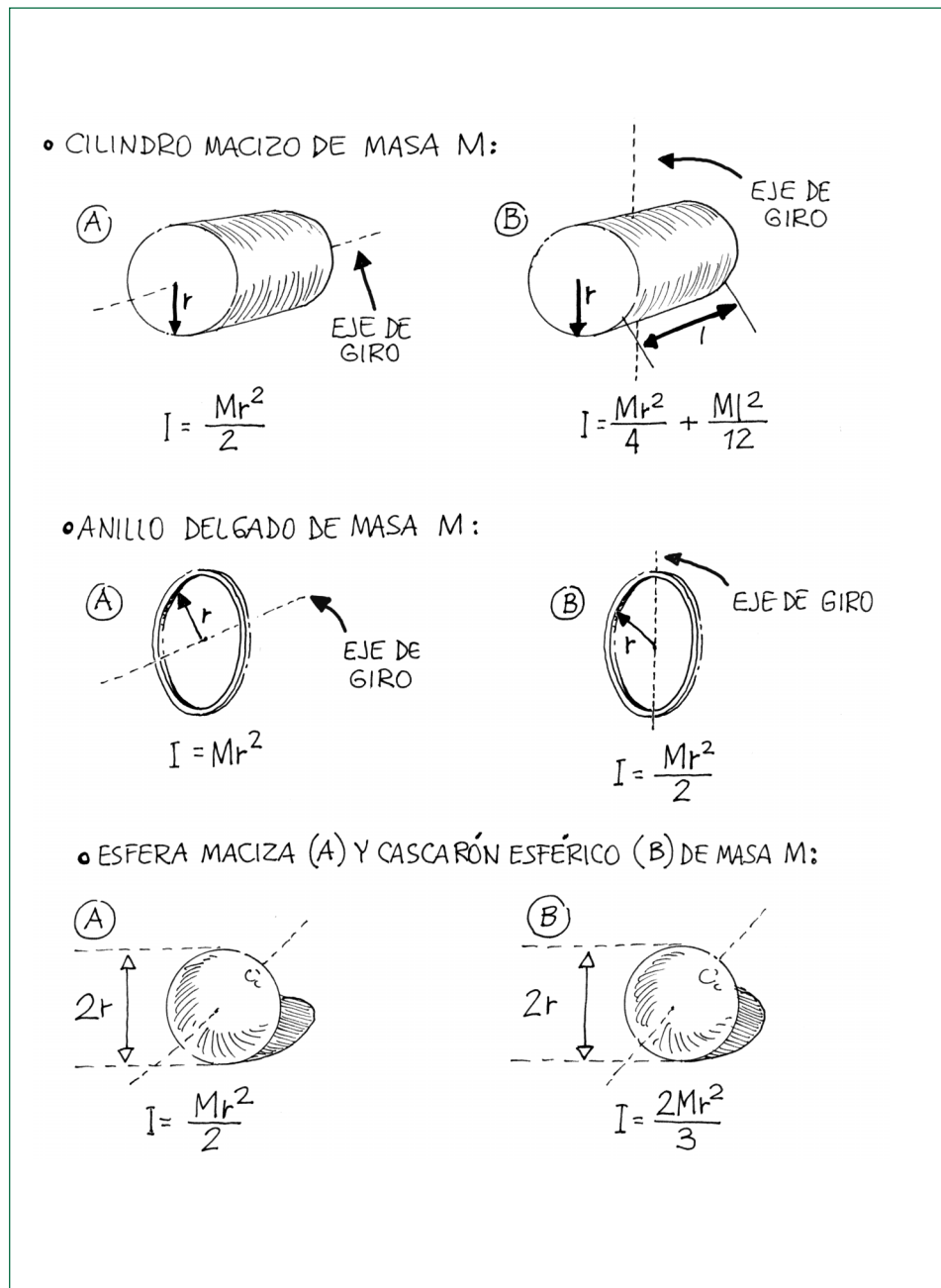
Los alumnos y las alumnas deben comprender que la inercia de rotación de un sistema no depende sólo de su masa sino que, además, de cómo ella se distribuye en relación al eje de giro. Por ejemplo, hacer ver que es mayor cuando la masa se aleja del eje de rotación. En el simple caso de un péndulo de masa m y largo l el momento de inercia se puede aproximar a $I = ml^2$.

Es interesante analizar varias situaciones de movimiento desde el punto de vista del momento de inercia. Preguntarse, por ejemplo, ¿desde qué posición es más fácil hacer rotar una varilla con la mano? ¿Y si la varilla posee en un extremo mayor concentración de masa? ¿Qué es más fácil, equilibrarse en la cuerda floja con una larga varilla como lo hacen algunos acróbatas o sin ella? ¿Por qué es más fácil equilibrar verticalmente y con un dedo un escobillón si la mayor concentración de masa está situada en la parte superior y mejor aún mientras más largo sea? ¿Cuál es la razón por la cual los animales, mientras más pequeños, pueden mover muy rápido sus patas en comparación con los animales grandes? ¿Qué ventajas y desventajas puede tener para diferentes deportistas el tener las piernas largas o cortas?

Ejemplo C

Mostrar algunas fórmulas para calcular el momento de inercia (I) (figura 1.7) y justificarlas en la medida de lo posible. Destacar los factores de los cuales depende el momento de inercia según el eje de giro y la distribución de la masa. Comparar este concepto con el de masa inercial.

Fig.1.7



Ejemplo D

- Comparan el esfuerzo que hay que realizar para girar el eje de una rueda cuando está en reposo y cuando está rotando en relación a dicho eje (véase figura 1.8).

INDICACIONES AL DOCENTE

Una pequeña rueda de bicicleta que pueda afirmarse por su eje mientras gira resulta ideal. Si además en la escuela hay una silla giratoria como las que suelen usar las secretarias, o las de piano, puede hacerse la experiencia en un sistema más complejo y sorprendente. Ver figura 1.8.

Fig.1.8



Ejemplo E

- Observan, describen, analizan y elaboran una explicación acerca del movimiento de un alumno o alumna que rota con los brazos extendidos, y que luego los acerca a su cuerpo.

INDICACIONES AL DOCENTE

Puede ser adecuado mostrar un video en que se aprecie este fenómeno o, mejor aún, que algún o alguna estudiante que sepa ballet realice la experiencia frente a sus compañeros. La forma ideal de mostrar el efecto es mediante una silla o plataforma giratoria con muy poco roce. El uso de objetos pesados (libros, ladrillos, etc.) en las manos hace más dramático el efecto. Recordar también el caso del patinaje en hielo, las y los clavadistas y en general las maniobras de acrobacia.

Ejemplo F

Proponen hipótesis para explicar por qué todos los planetas en el sistema solar giran en el mismo sentido, la forma y distribución de masa de las galaxias espirales, y otros ejemplos de la astronomía.

INDICACIONES AL DOCENTE

Los libros y revistas del ramo suelen tener muy buenas fotos a color de galaxias. Existen también videos o lugares de internet que los muestran.

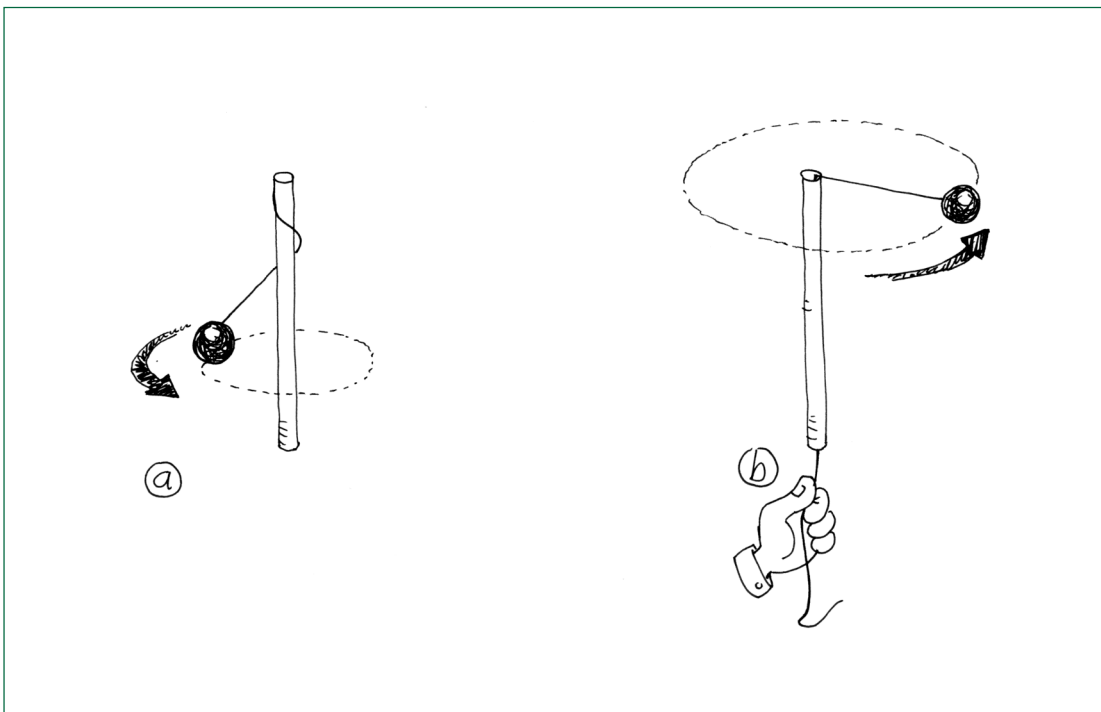
Ejemplo G

- Desde el punto de vista del momento angular, analizan y explican el comportamiento de cuerpos que giran cuando se varía el radio de su órbita.

INDICACIONES AL DOCENTE

La demostración de la figura 1.9 es fácil de construir. Basta observar lo que sucede con la velocidad angular del péndulo, (a) a medida que el hilo se enrolla en la varilla vertical, o (b), cuando con una mano tiramos o soltamos el hilo que pasa por el tubo. Este tubo puede ser el de un lápiz de pasta vacío.

Fig.1.9



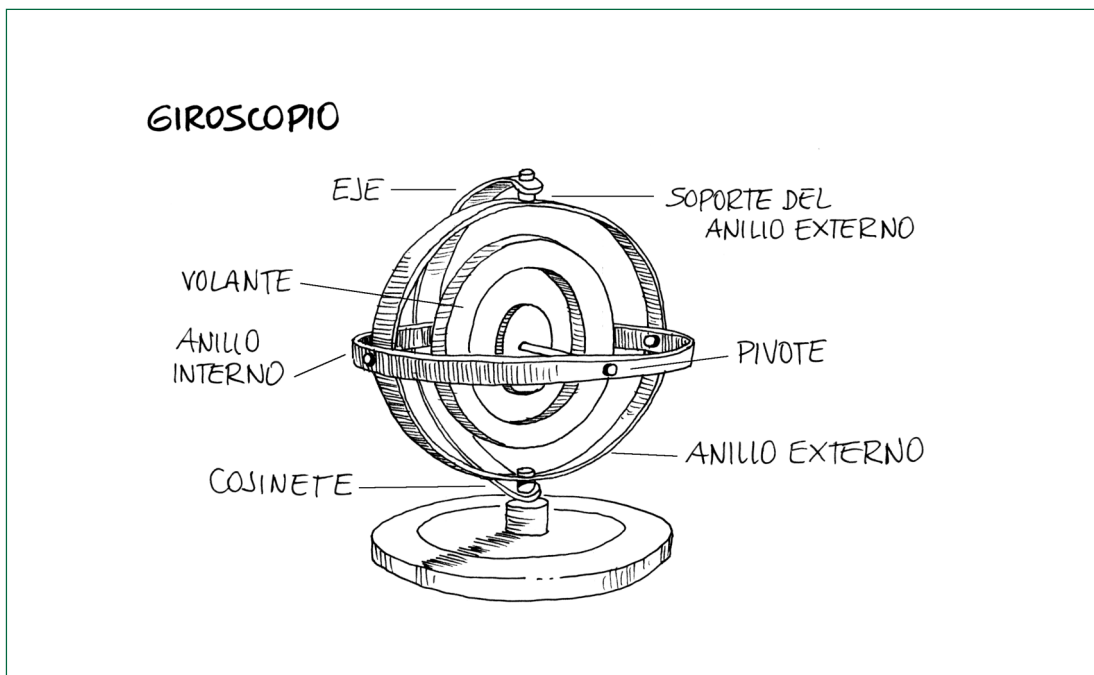
Ejemplo H

Observan lo que ocurre en un giroscopio cuando quien lo sostiene se mueve de cualquier manera imaginable. Formulan hipótesis para explicar su funcionamiento y especulan sobre su utilidad en la navegación marina, aérea y espacial.

INDICACIONES AL DOCENTE

Mostrar las partes de que está constituido (ver figura 1.10) y el modo en que funciona. Hay animaciones computarizadas que muestran y describen este instrumento. Señalar por ejemplo la importancia que este instrumento posee en el telescopio espacial Hubble.

Fig.1.10



2. Conservación de la energía mecánica

a) La energía mecánica en la caída libre

Detalle de contenidos

ENERGÍA CINÉTICA Y POTENCIAL

Deducción de las relaciones $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ y $E_p = mgh$ para un objeto en caída libre.

ENERGÍA MECÁNICA TOTAL

Definición de energía mecánica como la suma de las energías cinética y potencial. Mencionar que en general el movimiento conlleva energía cinética de rotación además de la de traslación.

ENERGÍA EN LA CAÍDA LIBRE

Demostración, a partir de las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme acelerado, y comprobación experimental de que la energía mecánica total es constante en el tiempo en ausencia de roce.

UNIDAD DE ENERGÍA

Unidad de energía en el Sistema Internacional de unidades (S.I.): el *joule*. Comprobación de que las expresiones para la energía cinética y la potencial son coherentes desde el punto de vista de las unidades.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad 1

A partir de la definición de trabajo introducida a partir de la intuición, deducen las expresiones para las energías cinética y potencial gravitatoria de un cuerpo en las proximidades de la superficie terrestre, analizan su significado y las aplican a situaciones diversas.

Ejemplo A

- Mencionan, comentan y comparan diversas situaciones cotidianas en las cuales, en el lenguaje ordinario, se dice que se realiza trabajo: el remar en un bote, el transportar una tetera de un lugar a otro, el sostener un saco de trigo, el calcular el gasto del mes. Analizan los ejemplos desde el punto de vista de la física, notando la dificultad de asociar conceptos físicos al de trabajo.

INDICACIONES AL DOCENTE

Esta actividad puede ser atractiva para los alumnos y alumnas si se analizan bien los diversos ejemplos, teniendo presente por ejemplo los procesos químicos y biológicos. Conviene luego introducir la definición de trabajo mecánico, insistiendo en lo particular que es y la importancia de la palabra “mecánico”. El tema se presta para que los estudiantes realicen en grupo un ensayo acerca del trabajo en las diversas esferas de actividad.

Ejemplo B

- Calcular el trabajo que realiza una fuerza constante para llevar a un objeto del reposo al movimiento y le llaman *energía cinética*.

INDICACIONES AL DOCENTE

Utilizar la definición habitual de trabajo, como el producto de la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento y el desplazamiento mismo. Igualmente, definir energía como la capacidad de un sistema para realizar trabajo. Si los estudiantes no manejan con total soltura el producto punto vectorial y la trigonometría, es preferible evitarlos y considerar la sugerencia que se da en la figura siguiente (1.11).

Fig.1.11



Utilizan también las expresiones cinemáticas del movimiento uniforme acelerado para un objeto inicialmente en reposo: $v = at$ y $d = \frac{1}{2} at^2$, en que v es la rapidez, d la distancia recorrida, a la aceleración y t el tiempo. Con esta información los estudiantes debieran llegar a la expresión $E_c = \frac{1}{2} mv^2$. Es importante analizar con cierto detalle y, desde el punto de vista de la física, tanto la deducción como el significado de esta expresión.

Es un buen momento para mostrar la utilidad del álgebra en las ciencias físicas.

Ejemplo C

- Calculan el trabajo que se realiza contra la fuerza de gravedad al desplazar verticalmente un objeto en las proximidades de la superficie terrestre y le llaman *energía potencial gravitatoria* a este trabajo.

INDICACIONES AL DOCENTE

Fácilmente el alumno o alumna llegará a la expresión usual $E_p = mgh$, pero conviene comparar este desarrollo con el que se realizó para obtener la expresión para la energía cinética. Conviene también hacer reflexionar a los estudiantes sobre la arbitrariedad del valor absoluto de las energías potenciales, debido a que el punto de energía potencial cero puede ser cualquiera. Notar que sólo se da significado físico a la diferencia de energía potencial entre dos posiciones, lo que entrega la expresión anotada más arriba. Hacer ver que mientras la forma de la energía cinética es única, la de energía potencial será diferente dependiendo de la situación en que se encuentre un cuerpo y del tipo de fuerza a que esté sometido. Recalcar que sólo en las cercanías de la superficie terrestre es legítimo considerar la fuerza de gravedad como constante.

Ejemplo D

- Comprueban que las unidades de las energías cinética y potencial son las mismas.

INDICACIONES AL DOCENTE

Utilizar el *joule* como unidad de trabajo del Sistema Internacional de unidades (S.I.) y hacer que alumnos y alumnas comprueben que, en base a las unidades fundamentales, las energías cinética y potencial pueden expresarse en esta unidad.

Ejemplo E

- Calculan las energías cinética y potencial gravitatoria para diversas situaciones.

INDICACIONES AL DOCENTE

El propósito es que los estudiantes se familiaricen con las expresiones relativas a la energía y sus unidades. Por ejemplo, pueden calcular la energía cinética de un camión cargado que duplica o triplica su rapidez; las energías potenciales de monedas, libros, personas etc., situadas a distintas alturas en la superficie terrestre. Puede utilizarse una guía de problemas para resolver en la casa.

Ejemplo F

Formulan hipótesis acerca de cómo calcular la energía potencial a partir del trabajo en casos en que la fuerza no es constante. Consideran el caso de un resorte que se estira y un satélite que se pone en órbita.

INDICACIONES AL DOCENTE

Estos ejemplos pueden ser útiles para convencer al alumno o alumna de que la expresión que ha venido ocupando para calcular la energía potencial, $E_p = mgh$, es válida para el caso particular de un objeto en un campo gravitatorio cercano a la superficie de la Tierra y que para otras circunstancias la fórmula puede ser muy distinta. Mostrar que cuando la fuerza varía con la posición, las energías de estos procesos pueden determinarse calculando las áreas bajo la curva en los gráficos fuerza–posición.

Actividad 2

Calculan la energía mecánica total de un cuerpo que cae debido a la acción de la gravedad en las proximidades de la superficie terrestre, comprueban que permanece constante y aplican esta propiedad a la resolución de problemas.

Ejemplo A

- Calculan cada uno de los datos necesarios para completar la tabla siguiente. En la primera columna está el tiempo, en la siguiente la rapidez, luego la altura y después las energías cinética (E_c), potencial gravitatoria (E_p) y total (E) de un cuerpo de, por ejemplo, 5 kg que se deja caer libremente (y sin girar sobre sí mismo) desde una gran altura (unos 125 m respecto del nivel del suelo) en la superficie terrestre. Comparan los resultados y sacan conclusiones acerca de la conservación de energía mecánica.

T (s)	v (m/s)	h (m)	E_c (joule)	E_p (joule)	E (joule) = $E_c + E_p$
1					
2					
3					
4					
5					

INDICACIONES AL DOCENTE

Si el ejemplo fue desarrollado satisfactoriamente en 2º Medio, se recomienda recordarlo. Para facilitar los cálculos conviene aproximar la aceleración de gravedad a 10 m/s^2 y considerar despreciables los efectos de roce con el aire. Recordar que, como el objeto se deja caer, su rapidez inicial es cero y que a medida que pasa el tiempo se tiene que $v = gt$ y $h = h_0 - \frac{gt^2}{2}$, donde h_0 es la altura inicial, la cual podría tomarse como 0. Puede ser útil convertir la actividad en una dinámica de grupos, en que cada uno de ellos completa la tabla de valores considerando distintos niveles como de energía potencial cero. Así, cada grupo obtendrá resultados diferentes, pero todos podrán llegar a la misma conclusión: que la energía total se conserva (no varía en el tiempo), sin importar en sí mismo el valor de la energía total.

Ejemplo B

En una misma gráfica trazan las curvas para las energías cinéticas, potencial y total en función del tiempo; en otra en función de la altura, etc. Analizan y comparan las curvas obtenidas.

INDICACIONES AL DOCENTE

El estudio de la tabla del ejemplo anterior se refuerza con este ejemplo y ayuda a los estudiantes a comprender mejor la ley de conservación de la energía mecánica y, también a enfrentar con buenas bases la actividad siguiente.

Ejemplo C

- A partir de un análisis de la actividad anterior discuten el modo de enunciar en términos generales los resultados obtenidos en ella.

INDICACIONES AL DOCENTE

Con seguridad las alumnas y alumnos concluirán que la energía total permanece constante en el tiempo y escribirán: $E = \text{constante en el tiempo}$. Es instructivo conducirlos a analizar la expresión: $\frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{constante en el tiempo}$ y preguntarse qué términos en ella son constantes y cuales variables mientras cae libremente un cuerpo en la superficie terrestre.

Ejemplo D

Discuten qué ocurre con la energía total si hay roce con el aire, si el objeto que cae va girando sobre sí mismo, o ambas cosas.

INDICACIONES AL DOCENTE

Mencionar que existe una energía cinética de rotación $E_R = \frac{1}{2} I\omega^2$, donde I es el momento de inercia y ω la rapidez angular, tal que sumada a la expresión anterior haría que la energía total continuaría siendo constante a pesar de ir girando el cuerpo a medida que cae. Hacer ver que en la interacción entre el aire y el cuerpo que cae, que denominamos “roce”, tanto los corpúsculos que constituyen el aire como los que conforman el cuerpo que cae, aumentan ligeramente la rapidez con que se mueven originando lo que llamamos calor. Si fuese posible evaluar esta energía, al sumársela a la expresión anterior veríamos que la energía total continuaría conservándose. Cuando esta fuerza de roce es importante, como en el caso de un aerolito o de un paracaidista, si no se le considera la energía mecánica no se conserva.

Ejemplo E

- Suponiendo que se puede despreciar el roce con el aire y que no hay rotaciones, calculan por ejemplo, la rapidez con que impacta el suelo una piedra que se deja caer libremente desde una altura de 2 metros en la superficie terrestre ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

INDICACIONES AL DOCENTE

Sería instructivo que los estudiantes pudieran resolver algebraicamente un problema como éste y descubrir que, como ya se había visto en Segundo Año Medio, la caída libre es independiente de la masa. Con este mismo propósito puede trabajarse el problema suponiendo que se desconoce la masa del objeto que cae y comprobar que en el desarrollo ella se simplifica.

Ejemplo F

- Calculan qué rapidez debe tener un proyectil disparado verticalmente hacia arriba para que alcance una altura de 5 metros. Discuten el caso en que cae un meteorito, diciendo si se puede o no despreciar el roce con el aire.

INDICACIONES AL DOCENTE

Este es el problema inverso al anterior. Puede aprovecharse para reafirmar los comentarios hechos allí y ejercitarse en la aplicación de la ley de conservación de la energía mecánica, así como en lo que respecta a las unidades de medida.

Ejemplo G

Analizan problemas como el siguiente. Un objeto de 4 kg de masa se deja caer desde una altura de 11,25 m, observando que llega al suelo con una rapidez de 13 m/s. ¿Se conserva en este caso la energía mecánica? Si se supone que el cuerpo no está girando sobre sí mismo mientras cae en el aire, ¿cuánta energía de la que poseía inicialmente el cuerpo se debe haber disipado en forma de calor? (aproximar g a 10 m/s^2).

INDICACIONES AL DOCENTE

Si se considera el suelo como nivel de energía potencial cero tenemos que, cuando se suelta, la energía mecánica del objeto es $E_1 = 4 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 11,25 \text{ m} = 450 \text{ J}$, mientras al llegar al suelo es $E_2 = \frac{1}{2} 4 \text{ kg} (13 \text{ m/s})^2 = 338 \text{ J}$. Como el cuerpo no está girando, la diferencia de energía $\Delta E = -112 \text{ J}$ se debe haber disipado en forma de calor.

Ejemplo H

Discuten acerca de cómo se expresaría la ley de conservación de la energía mecánica en las cercanías de la superficie de la Luna y en el interior de una nave espacial que gira en órbita circular y a gran altura en torno a la Tierra.

INDICACIONES AL DOCENTE

Hacer ver que la expresión para la energía potencial de un cuerpo esférico de masa m en presencia de otra esfera de masa M es referida a una distancia infinita a ellas, $E_p = -G \frac{Mm}{R}$. Aquí G es la constante de gravitación universal y R la distancia entre el centro de ambas esferas. La expresión $E_p = mgh$ es una aproximación válida sólo si $h \ll R$. Varios textos deducen la expresión para la energía potencial gravitatoria sin hacer uso de cálculo integral (ver Bibliografía). La actividad tiene como principal propósito el que los estudiantes comprendan que la fórmula $E_p = mgh$ no es de uso general. Será útil mencionar y discutir el caso de la energía potencial elástica de los resortes cuya forma es cuadrática en el desplazamiento ($E_p = \frac{1}{2} kx^2$, donde x es el estiramiento y k la constante de elasticidad del resorte).

b) Estudio de la energía en la montaña rusa

Detalle de contenidos

APLICACIÓN DE LA LEY DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Determinación de posiciones y rapidez de un carrito de montaña rusa a partir de ciertas condiciones iniciales. Capacidad predictiva de la ley de conservación de la energía mecánica.

GRÁFICOS DE ENERGÍA Y EQUILIBRIO

Gráfico de la energía cinética, la potencial y la mecánica total de un carrito que se mueve en una montaña rusa. Posiciones de equilibrio estable, inestable e indiferente.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

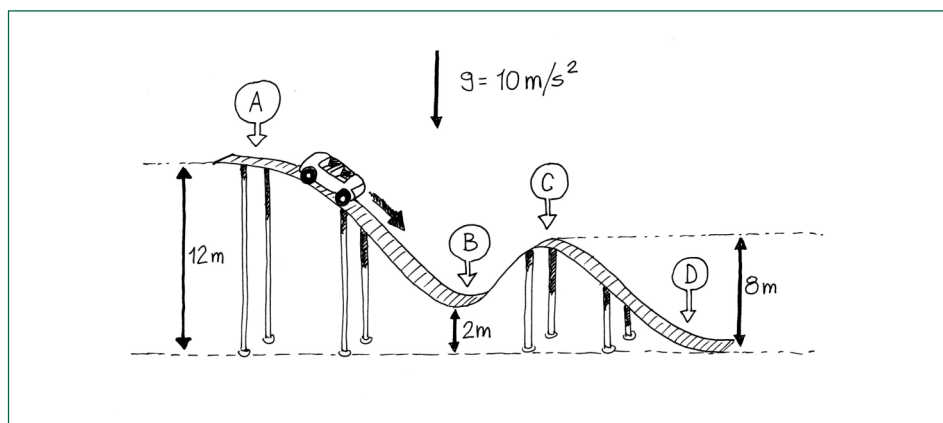
Actividad

Aplican la ley de conservación de la energía mecánica a la determinación tanto de rapidez como de alturas a las que debe encontrarse el carrito de una montaña rusa.

Ejemplo A

- Resuelven problemas como los siguientes: supóngase una montaña rusa como la que se ilustra en la figura (1.12).

Fig.1.12



- Si el carrito se suelta desde el punto A, ¿con qué rapidez pasa por los puntos B, C y D?
- Si el carrito se suelta desde el punto A, ¿dónde podrá encontrarse cuando su rapidez sea de 10 m/s?

- c) Si viene desde la derecha, ¿qué rapidez debe poseer el carrito en el punto D, como mínimo, para lograr llegar a C?
- d) Si el carrito se encuentra inicialmente en reposo en los puntos A, B o C, ¿qué ocurre si se le desplaza levemente del punto de equilibrio?

INDICACIONES AL DOCENTE

En este tipo de problema es más importante el desarrollo que el resultado. Es conveniente hacer reflexionar a los estudiantes en cada uno de los pasos que llevan a su resolución. Aprovechar el ejemplo para definir equilibrio estable (punto B en la figura), inestable (punto C) y punto de retorno (mayor altura alcanzada en un movimiento acotado). Ilustrar usando diversas situaciones de la sala de clases: un pelota de ping-pong sobre una mesa, el borde de una silla equilibrada en el dedo índice, etc.

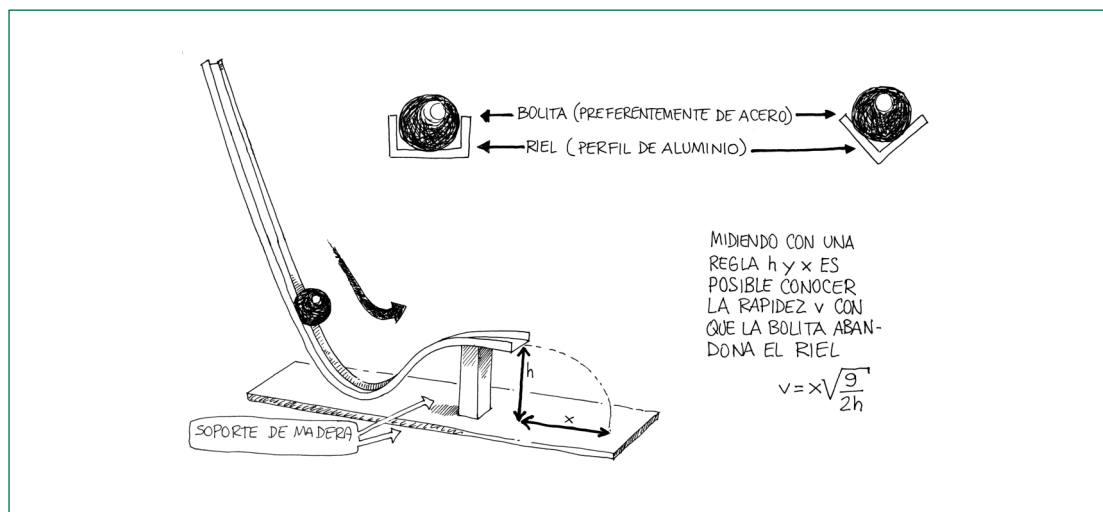
Ejemplo B

- Diseñan y realizan en grupos un estudio experimental de lo que ocurre con la energía mecánica en una montaña rusa. Cada grupo procede de manera diferente y comparan resultados.

INDICACIONES AL DOCENTE

Un diseño posible es el que se ilustra en la figura 1.13. El riel se puede simular con un perfil de aluminio curvado y el carrito por una bolita de acero o vidrio que pueda deslizarse por ella. Para doblar el riel de aluminio es conveniente apoyarlo en un madero curvo de unos 20 cm de diámetro, aplicando cuidadosamente sólo la fuerza necesaria con las manos, dándole poco a poco la forma que se desea. Por ningún motivo golpear el aluminio con un martillo. Perforar después en un par de lugares y atornillar a un soporte de madera.

Fig.1.13



La forma del riel que se ilustra tiene la ventaja de permitir medir indirectamente la rapidez con que la bolita abandona el riel al lado derecho, para luego compararla con lo que predice la ley de conservación de la energía mecánica. Notar que hay disipación de energía por efectos de roce y también una aparente pérdida de energía debido a que la bolita va girando y, por lo tanto, posee energía de rotación no considerada en la evaluación de la situación. Para evitar la energía de rotación, en vez de una bolita puede emplearse un dominó, una pila tamaño AA u otro objeto que se deslice sin rodar, aunque en este caso el roce será más problemático. Un cubo de hielo puede resolver adecuadamente el problema de las rotaciones y el del roce, pero plantea posiblemente otros. Si se posee una computadora y sensores de velocidad, puede adecuarse el experimento para emplear tales medios.

Ejemplo C

- En un mismo gráfico dibujan las curvas que representen las energías cinética, potencial gravitatoria y mecánica total, en función de la posición de un carrito, para diferentes formas de montaña rusa. Analizan la correlación entre las formas de diferentes montañas rusas y las formas de las curvas que describen la energía cinética y la potencial gravitatoria.

INDICACIONES AL DOCENTE

Puede ser adecuado usar un programa de computadora para realizar las gráficas. Sin embargo el ideal sería que llegaran a dibujarlos a mano alzada aunque sin mucha precisión, pero de modo tal que reflejen correctamente lo que ocurre con las energías.

Ejemplo D

- Usando un diagrama de la energía potencial gravitatoria en función de la posición de un carrito en una montaña rusa y dado un cierto valor de la energía mecánica total, determinan el o los lugares en que el carrito puede encontrarse y en cuáles no, estiman las rapidezces que puede poseer en cada lugar, señalan los puntos de equilibrio estable, inestable e indiferente así como los punto de retorno.

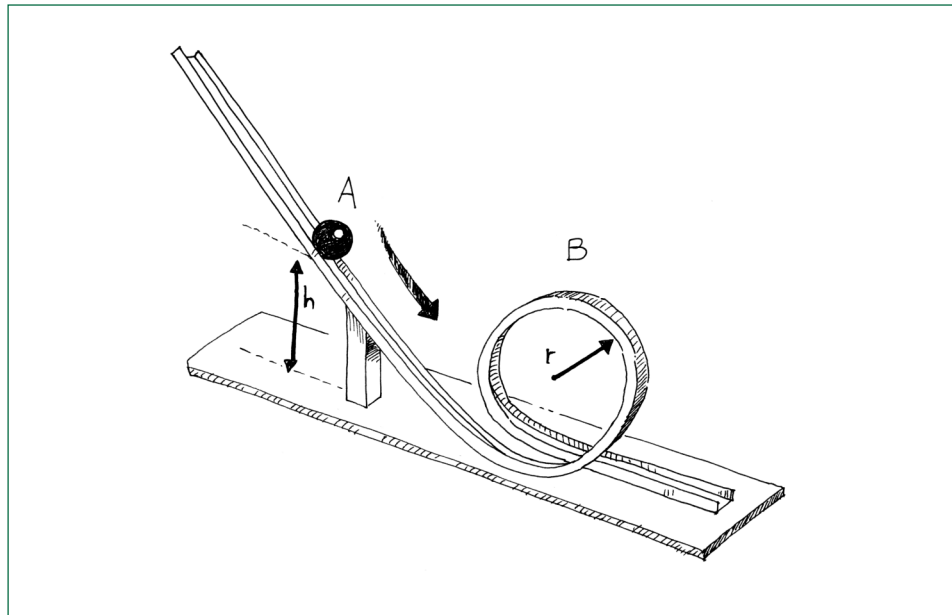
INDICACIONES AL DOCENTE

Se aconseja ilustrar de varias maneras las nociones de equilibrio: bolita en superficie con diferentes curvaturas, péndulo en diferentes posiciones, etc. Se puede aprovechar la oportunidad para explicar cómo son los pozos de potencial en que se encuentran los nucleones en el núcleo atómico. Indicar que éste se rige por leyes probabilísticas y que en él pueden ocurrir cosas que no pueden suceder en el mundo que percibimos cotidianamente: las partículas pueden atravesar un muro de potencial de mayor energía que la que poseen, explicando así procesos como la radioactividad.

Ejemplo E

- En un riel como el descrito en la figura 1.14, determinan la altura desde la cual se debe soltar una bolita para que dé una vuelta completa sin caerse. Verifican experimentalmente el resultado y formulan hipótesis acerca del origen de cualquier divergencia.

Fig.1.14



INDICACIONES AL DOCENTE

Este clásico problema es integrador dado que además de aplicar la ley de conservación de la energía mecánica, hay que aplicar algunas nociones de la dinámica del movimiento circular.

Lo ideal es que alumnos y alumnas encuentren la solución general que relaciona el radio r de la vuelta con la altura h desde la cual la bolita debe ser soltada y después intenten verificar experimentalmente si la predicción es acertada. Si no hay total coincidencia entre lo que los cálculos señalan y lo que muestra la experiencia (lo más probable), instarlos a formular hipótesis que expliquen dicha diferencia. En lo posible, intentar verificar experimentalmente esas hipótesis, por ejemplo aceitando el riel y la bolita, empleando bolitas más grandes o más pequeñas, objetos que se deslicen sin rodar como un trozo de hielo, etc.

Puede ser conveniente ayudar a los estudiantes a la solución del problema. Señalar que la energía en los puntos A y B está dada por $E_A = mgh$ y $E_B = mg2r + \frac{1}{2}mv^2$. Indicar que para que la bolita dé la vuelta es necesario que la rapidez v en el punto B sea tal que $mg = m \frac{v^2}{r}$, de donde $v^2 = gr$. Considerando este resultado, y que las energías en los puntos A y B son iguales, se llega a que $h = 2,5 r$.

c) Energía mecánica y roce

Detalle de contenidos

ROCE ESTÁTICO Y ROCE DINÁMICO

La fuerza de roce en las situaciones estáticas y con deslizamiento. Direcciones de las fuerzas de roce y de la fuerza normal.

ROCE Y DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Efectos del roce en la aparente no conservación de la energía mecánica. Evaluación de la energía disipada por efectos de roce en una situación controlada.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Realizan mediciones experimentales de los coeficientes de roce estático y de roce dinámico.

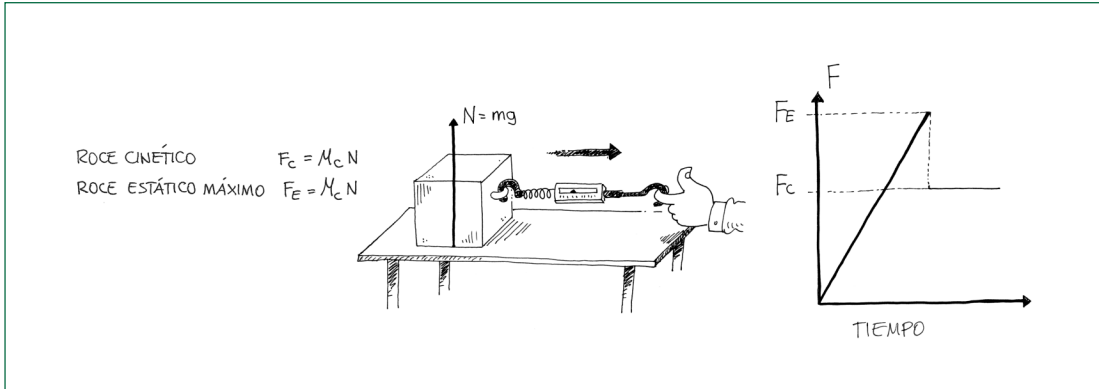
Ejemplo A

- A través de un dinamómetro aplican una fuerza creciente sobre un bloque de madera que descansa inicialmente en reposo sobre la mesa. Miden la magnitud de la fuerza aplicada justo antes que el bloque empiece a deslizarse y la que es necesario seguir aplicando para que el bloque deslice con velocidad constante. Construyen la gráfica de la fuerza que se aplica a través del dinamómetro en función del tiempo. Formulan hipótesis destinadas a explicar los resultados obtenidos.

INDICACIONES AL DOCENTE

Aun cuando el proceso de medición puede ser en la práctica un poco complejo, es conveniente que los estudiantes lo intenten discutiendo cuál sería el mejor procedimiento para realizar tales mediciones. En la figura 1.15 se ilustra la situación y el gráfico que normalmente se obtiene en el experimento. Comentar las desviaciones con respecto a tal comportamiento, si las hubiere.

Fig.1.15

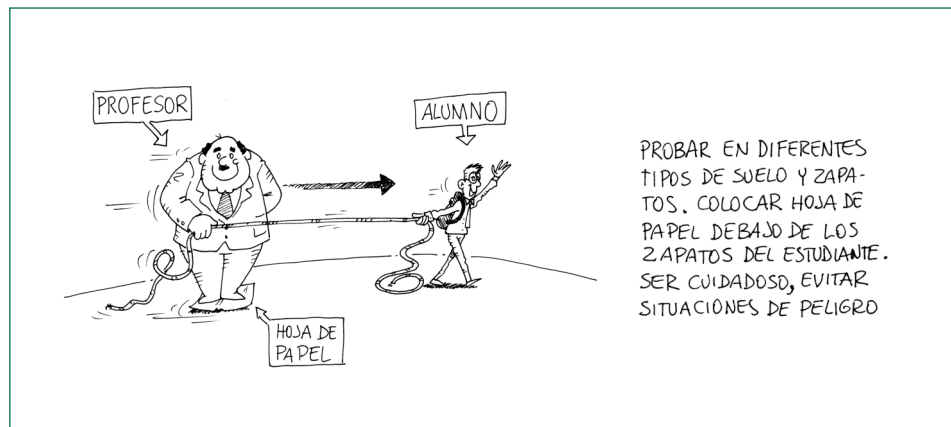


Determinar los coeficientes de roce cinético y estático. Recordar lo tratado en 2º Medio en relación al roce. Si no se dispone del adecuado dinamómetro, la fuerza se puede aplicar por medio de un hilo que pase por una polea y del cual se van colgando diferentes pesos. Enfatizar la diferente dirección de la fuerza normal \vec{N} y la directamente aplicada \vec{F} .

Ejemplo B

- En una situación como la que ilustra la figura 1.16, tiran de una cuerda con el propósito de mover al profesor o profesora, modificando las condiciones de interacción entre los zapatos y el suelo. Discuten lo que observan.

Fig.1.16



INDICACIONES AL DOCENTE

Es necesario que ambos actores dispongan su cuerpo en la posición adecuada para no caerse. Escoger un suelo parejo. Buscar diversas combinaciones: zapatos de suela y zapatillas, estudiantes grandes y pequeños. Probar el colocar entre las zapatillas y el suelo una hoja de papel ordinario o papel de lija, etc.

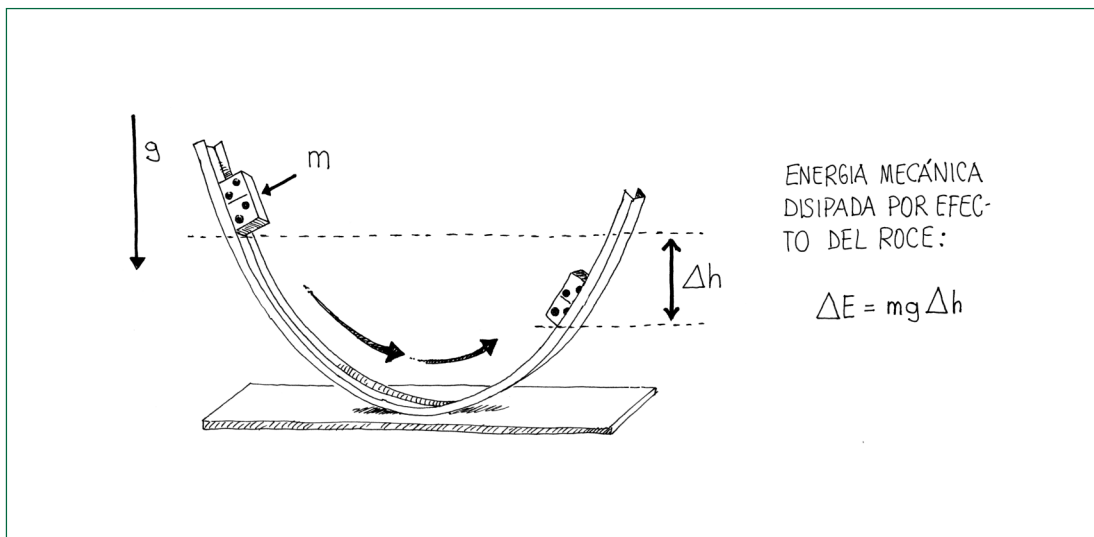
Ejemplo C

- Evalúan la disipación de energía mecánica por efecto de roce en una montaña rusa.

INDICACIONES AL DOCENTE

Un riel o perfil de aluminio de la forma que se ilustra en la figura 1.17, permite que los estudiantes midan directamente con una huincha de medir la altura a la que llega un dominó (o una pieza sólida que se deslice fácilmente en el riel sin rotar) en comparación con la altura desde la cual fue soltado y estimar así la disipación de energía mecánica. Puede compararse la situación antes y después de aceitar el riel y el dominó. Comentar que la energía mecánica se transforma en calor, como cuando se frotran las manos.

Fig.1.17



Ejemplo D

- Calculan la longitud aproximada que recorre un libro que se desliza sobre una mesa hasta detenerse. Hacen el experimento y comparan críticamente los resultados.

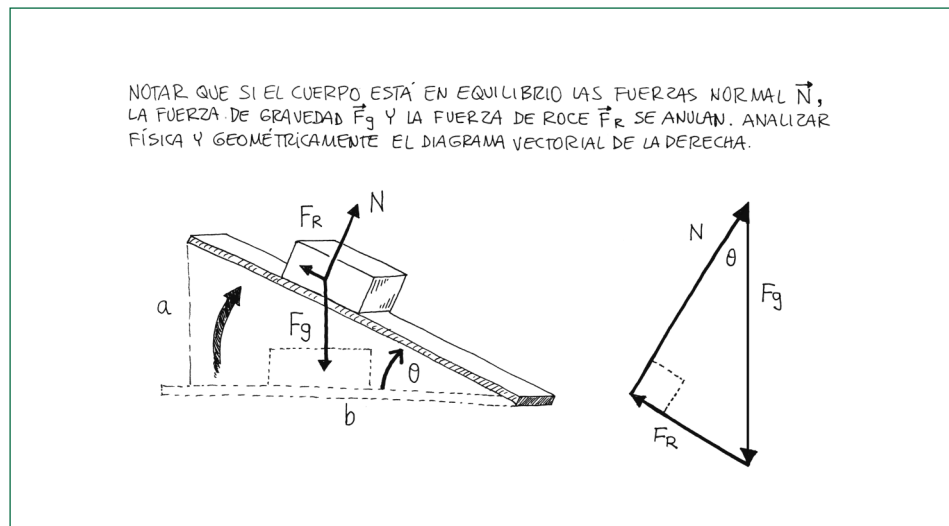
INDICACIONES AL DOCENTE

Este ejemplo puede usarse para introducir el concepto de “estimación” de una magnitud física. Para ello darse datos estimados del peso del libro, el coeficiente de roce dinámico libro-mesa y la velocidad con que se inicia el movimiento. Comentar que con frecuencia hacemos este tipo de estimación en la vida, como cuando decidimos a qué distancia hay que aplicar el freno de un vehículo para no chocar, o si alcanzamos a atravesar una calle si se aproxima un auto velozmente. En física también se acostumbra hacer aproximaciones gruesas para estimar el orden de magnitud de un resultado, o más finas cuando se requiere más precisión.

Ejemplo E

Elaboran una tabla de valores para el coeficiente de roce estático entre diferentes superficies utilizando un dinamómetro (figura 1.15) o un tablón que se incline hasta que el cuerpo se deslice. Aplican la relación $\mu_e = \frac{a}{b}$ (figura 1.18), o $\mu_e = \tan \theta$ si los estudiantes conocen las funciones trigonométricas.

Fig.1.18



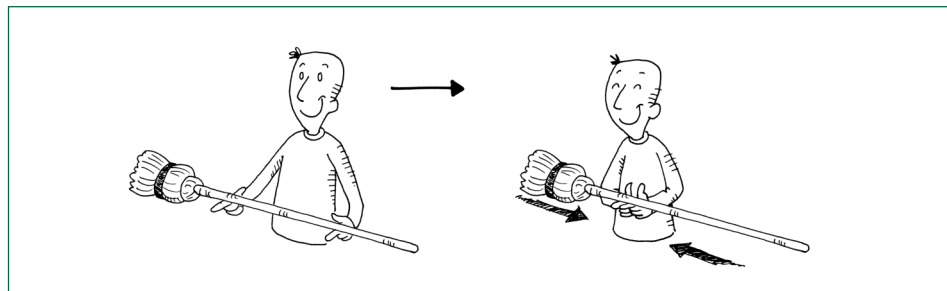
INDICACIONES AL DOCENTE

En el caso que se opte por trabajar con la última expresión es conveniente explicar de un modo básico el significado de la función tangente en el triángulo rectángulo, haciendo ver que efectivamente corresponde al coeficiente de roce estático. Mostrar cómo se puede calcular la tangente de un ángulo usando una calculadora científica. Hacer esto cuidando que la matemática no eclipse a la física.

Ejemplo F

- En base a la observación del fenómeno, discuten y analizan por qué si se sostiene una barra larga y delgada (regla, palo de escoba con o sin escobillón u otro similar) con dos dedos desde extremos opuestos y luego se juntan lentamente, se unen en el mismo lugar independientemente del dedo que se mueva (véase figura 1.19).

Fig.1.19

**INDICACIONES AL DOCENTE**

Es interesante realizar la experiencia con diferentes objetos y de diferentes maneras. Para sostener la barra pueden participar dos alumnas, un alumno y el respaldo de una silla, etc.

d) Resolución de problemas aprovechando la ley de conservación de la energía mecánica

Detalle de contenidos**USO DE LA LEY DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA**

Tipos de problemas que pueden resolverse, condiciones que deben cumplir las diversas situaciones, métodos de resolución. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir**Actividad**

Identifican situaciones para las cuales la respuesta a una pregunta puede obtenerse rápidamente a partir de la ley de conservación de la energía mecánica. Cuando no es posible hacerlo indican el por qué, y cuando es posible, resuelven el problema mostrando los pasos que es necesario dar.

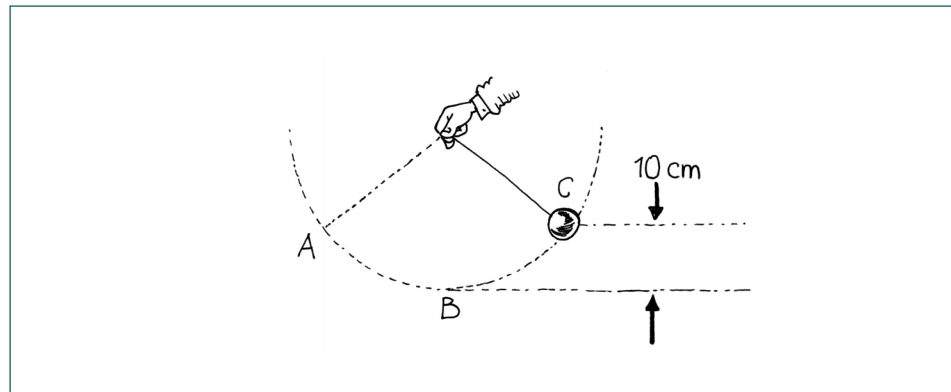
Ejemplo A

- Analizan un variado conjunto de situaciones y deciden si en ellas es aplicable la ley de conservación de la energía mecánica. Entre las situaciones a ser analizadas, pueden ser adecuadas las siguientes:
 - a) Un paracaidista desciende con su paracaídas abierto desde una altura de 500 m.

Suponiendo que no hay viento y que se conoce la masa del paracaidista y de su paracaídas, ¿puede utilizarse la ley de conservación de la energía mecánica para determinar la rapidez con que el paracaidista llega al suelo? Discutir la respuesta.

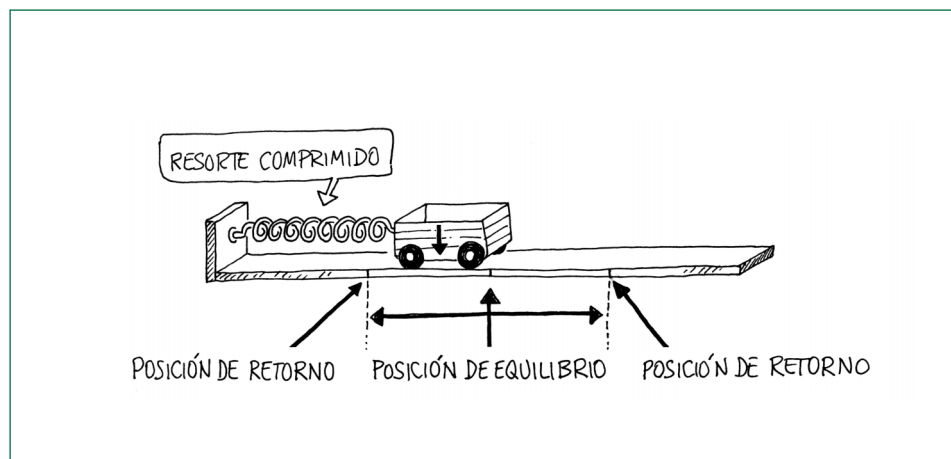
Un péndulo (figura 1.20) oscila entre las posiciones A y C prácticamente sin experimentar roce. ¿Con qué rapidez pasa por el punto B? ¿Cuánto demora el péndulo en ir de A a B y regresar a A?

Fig.1.20



- b) Una niña hace girar una piedra horizontalmente atada a un hilo. ¿Con qué rapidez gira la piedra?
- c) Teniendo presente que la energía potencial de un resorte de espiras separadas (ver figura 1.21) está dada por la expresión: $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ donde k es una constante que caracteriza la elasticidad del resorte y x su estiramiento, ¿puede determinarse la rapidez con que pasa el carrito por la posición de equilibrio estable? Suponer conocidas la masa del carrito, la constante k del resorte y el estiramiento (o compresión) máximo que experimenta el resorte mientras el sistema oscila, y el roce, que puede ser despreciado.

Fig.1.21



INDICACIONES AL DOCENTE

En relación al caso (a), se espera que los estudiantes concluyan que no es posible aplicar la ley de conservación de la energía mecánica a no ser que se incluya la presencia del aire en el problema. En el caso (b) en cambio, es posible determinar la rapidez con que pasa el péndulo por el punto B siempre que los efectos de roce sean despreciables. Sin embargo, la pregunta acerca del período del péndulo no se puede resolver aplicando sólo la ley de conservación de la energía pues ésta no contiene explícitamente al tiempo y no da información acerca del itinerario del péndulo. Hacer ver que la fuerza del hilo no hace trabajo porque es perpendicular al desplazamiento. En el caso (c), la conservación de la energía se puede aplicar convenientemente siempre que la piedra describa una circunferencia perfecta. Entonces, la rapidez es constante pues la energía potencial no cambia, y el hilo no hace trabajo al ser su fuerza perpendicular al desplazamiento. En el caso (d), aun cuando aparece una fórmula extraña (la de la energía potencial elástica de un resorte) se espera que alumnos y alumnas adviertan que resulta muy conveniente usar la ley de conservación de la energía mecánica para resolver el problema.

Ejemplo B

- Identifican situaciones en que es útil aplicar la conservación de la energía mecánica y definen los pasos que conviene aplicar para obtener los resultados que se requieran. A través del ejercicio aprecian los alcances y valor de la Ley de Conservación de la Energía en las ciencias físicas.

INDICACIONES AL DOCENTE

Se espera que los estudiantes hagan consciente y explícito el modo en que han procedido cada vez que han hecho uso de la ley de conservación de la energía mecánica. Entre estos pasos destacar: la elección de un punto o nivel de energía potencial cero; evaluación de la energía total en dos instancias; la igualación de las expresiones obtenidas en el paso anterior, momento éste en que se aplica la ley de conservación de la energía mecánica, lo cual conlleva a una ecuación a resolver. Finalmente, discutir si el resultado es razonable o no.

Es oportuno recordar a los alumnos y alumnas que, para evitar errores, deben proceder en forma cuidadosa, en orden y razonando con rigor, siendo además necesario muchas veces revisar los cálculos y procedimientos. Enfatizar que siempre hay que revisar críticamente los resultados obtenidos. Estas son actitudes fundamentales en los científicos y debieran serlo de toda persona en el proceder cotidiano.

Ejemplo C

- Resuelven una guía de problemas que ejercita el uso práctico de la ley de conservación de la energía mecánica.



Unidad 2

Fluidos

Contenidos Mínimos

1. Hidrostática

- a. Distinción entre fluidos, por ejemplo, líquidos, gases y sólidos rígidos. Descripción elemental en términos del movimiento de los átomos o moléculas que los componen.
- b. Características de la presión en fluidos. Deducción de la expresión para la presión a distintas profundidades de un líquido. Aplicaciones, como los frenos y prensas hidráulicas. Medición de la presión sanguínea.
- c. El principio de Arquímedes introducido a través de la observación experimental. Determinación de las condiciones de flotabilidad de un objeto: su dependencia de la naturaleza del fluido, por ejemplo, agua, aire, etc. Elaboración de una tabla de datos experimentales; uso de gráficos y análisis de tendencias.
- d. Observación y caracterización del fenómeno de la capilaridad. Su importancia en el mundo vegetal, animal y otros ejemplos.

2. Hidrodinámica

- a. Expresión de Daniel Bernoulli para la conservación de la energía en un fluido. Discusión y aplicaciones a situaciones como la sustentación de los aviones, los sistemas de riego, etc.
- b. Objetos que se mueven en un fluido: roce y velocidad terminal. Ejemplos tales como el paracaídas, la lluvia, etc.
- c. Nociones acerca de los aspectos físicos del sistema cardiovascular. Presión sanguínea.
- d. Elaboración individual de un escrito y exposición oral acerca de un personaje científico como Arquímedes, Isaac Newton, Daniel Bernoulli, que incluya una descripción y discusión de sus principales contribuciones a la ciencia.

Aprendizajes esperados

Al completar la unidad alumnas y alumnos:

- reconocen situaciones de la vida diaria que se explican en base a la presión, como por ejemplo, el poder tomar bebida con una pajilla;
- aplican el modelo atómico y molecular para explicar el comportamiento de los fluidos y los efectos de la presión;
- comprenden el funcionamiento de diversos sistemas hidráulicos, como por ejemplo, el de los frenos de los automóviles;
- en base al principio de Arquímedes comprenden las condiciones de flotabilidad, por ejemplo, de los barcos;
- explican el fenómeno de la capilaridad y reconocen su importancia, por ejemplo, a nivel biológico;
- utilizan el principio de Bernoulli para explicar, por ejemplo, la sustentación de los aviones;
- reconocen en las leyes que describen el movimiento de un cuerpo en un fluido una explicación para la velocidad límite que alcanza, por ejemplo, una gota de lluvia en la atmósfera;
- describen las principales características físicas del sistema cardiovascular;
- conocen aspectos biográficos de quienes desarrollaron la física de los fluidos.

Recomendaciones al docente

- Los contenidos de la presente unidad permiten en general un tratamiento en base a la observación directa. Procurar que los alumnos y alumnas observen primero el fenómeno y después instarlos a formular hipótesis o modelos explicativos. Luego presentar los contenidos con los formalismos que corresponda.
- Enfatizar la observación, la medición y la experimentación utilizando materiales simples que normalmente están al alcance de todos: botellas y otros recipientes de uso diario, mangueras, pajillas, etc.
- Hacer que los estudiantes planifiquen experimentos, midan, construyan tablas y gráficos, los interpreten y hagan estudios de tendencias, etc. Los temas de la unidad se prestan para ello. Mencionar, como siempre, las unidades de cada medición y estimar en cada caso las incertezas involucradas en la medición de magnitudes.
- Es fundamental ir desarrollando la percepción de que la física tiene una sorprendente cobertura de lo cuantitativo. Para ello, desarrollar con frecuencia estimaciones y cálculos numéricos frente a los alumnos y alumnas, siempre comentando los resultados obtenidos. Es necesario también que los estudiantes trabajen numerosos problemas en forma individual, los que pueden ser asignados de textos o entregados como guías por el docente.
- Es preferible que las actividades que puedan implicar riesgos sean realizadas por el profesor o profesora en forma demostrativa, tomando todas las precauciones que correspondan. Por ejemplo, especial cuidado requiere el curvar o sellar tubos de vidrio en un mechero para construir un barómetro (en que las quemaduras pueden ser graves), o el trabajo con mercurio, cuyo contacto con la piel o cuya respiración de sus vapores al derramarse resultan altamente tóxicos.

1. Hidrostática

a) Descripción general de los fluidos

Detalle de contenido

CARACTERÍSTICAS DE LOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASES

Sus propiedades macroscópicas generales perceptibles y la explicación de ellas en base a un modelo microscópico de la materia: átomos, moléculas y fuerzas de cohesión.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Describen las propiedades generales de la materia en sus estados sólido, líquido y gaseoso. Formulan hipótesis que les den explicación.

Ejemplo A

- En base a la reflexión en torno a experiencias cotidianas su observación de varios objetos en circunstancias diversas, hacen un listado de las principales propiedades macroscópicas de sólidos, líquidos y gases y destacan las diferencias entre ellos.

INDICACIONES AL DOCENTE

Orientar a los estudiantes a reconocer en los sólidos una forma propia y volumen bien definidos; en los líquidos, un volumen bien definido pero una forma que se adapta al recipiente que los contiene; en los gases, la tendencia a ocupar todo el espacio disponible adaptándose al recipiente que los contiene. Mencionar que en el espacio interestelar los fluidos tienden a tomar forma esférica como las gotitas microscópicas de que se forman las nubes. Analizar la situación de la atmósfera terrestre la cual se iría al espacio interplanetario si no fuera por la atracción gravitatoria terrestre.

Aprovechar para hacer hincapié en que las definiciones, aunque útiles, no siempre se prestan para ser seguidas a ciegas. Mencionar por ejemplo que el vidrio, aunque comúnmente se lo considera un sólido, en forma muy lenta fluye como si fuera un líquido. Prueba de ello lo constituyen los viejos vidrios de algunas catedrales medievales, en que claramente se advierte un mayor espesor en su parte inferior que en la superior. Mencionar que lo más cercano a un sólido rígido es un cristal de diamante. Recordar también que los materiales sólidos, líquidos y gases en general tienden a cambiar de volumen con la temperatura, fenómeno que en 2º Medio se introdujo como dilatación térmica.

Considerar la situación de los otros planetas y satélites del sistema solar. Mencionar el hecho que el Sol y en general las estrellas luminosas son astros esencialmente gaseosos. Las estrellas de neutrones, excepcionalmente densas, clasifican mejor como sólidos.

Ejemplo B

- Construyen un modelo para la materia que explique las propiedades descritas en el ejemplo anterior.

INDICACIONES AL DOCENTE

Guiar a los estudiantes a buscar una explicación a nivel microscópico de la distinción entre sólidos, líquidos y gases. Enfatizar que el modelo sea lo más coherente posible y que dé cuenta, si no de todas, de un número significativo de las propiedades antes reconocidas. Una vez hecho el esfuerzo por parte de los alumnos y alumnas, conviene describir en términos muy elementales las ideas clásicas que al respecto ha tenido la física refiriéndose a átomos, moléculas, fuerzas eléctricas de cohesión, etc. Es conveniente coordinar esta clase con la asignatura de Química.

b) Presión hidrostática

Detalle de contenidos

CONCEPTO DE PRESIÓN Y SU MEDICIÓN

Definición de presión (P) como la razón entre la fuerza (F) que aplica un cuerpo sobre otro y el área de contacto (A) entre ellos: $P = \frac{F}{A}$. El *pascal* (Pa) como unidad de presión del Sistema Internacional de unidades (S.I.). Efectos de la presión en líquidos (vasos comunicantes, la presión en el fondo del mar) y gases (balones, atmósfera terrestre, el barómetro de Torricelli). Ejemplos de cálculo.

EL PRINCIPIO DE PASCAL

Transmisión de la presión en los fluidos. Enunciado e ilustración del principio de Pascal.

APLICACIONES TÉCNICAS

La máquina hidráulica como dispositivo multiplicador de la fuerza. Ejemplos de sistemas hidráulicos y sus principales aplicaciones.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad 1

En base al concepto de presión explican el funcionamiento de utensilios corrientes como cuchillos, tijeras, alfileres, etc. Analizan cómo las personas perciben la presión.

Ejemplo A

- Formulan hipótesis destinadas a explicar diversas situaciones donde el concepto de presión es relevante. Por ejemplo, por qué los clavos para madera tienen punta, o por qué los cuchillos más afilados cortan mejor; o, de ser faquir, qué es preferible, acostarse en una cama con muchos o con pocos clavos.

INDICACIONES AL DOCENTE

La discusión de problemas como estos permite introducir con facilidad la definición de presión como la fuerza aplicada dividida por el área de contacto. Con el propósito de familiarizar a los estudiantes con la definición de presión y también con su unidad en el Sistema Internacional de unidades (S.I.) que acostumbramos ($pascal = \frac{newton}{metro^2} = Pa$), es conveniente calcular o estimar algunas presiones. Por ejemplo, la que aplica un libro o un ladrillo sobre la mesa en que descansa (analizar distintas posiciones), la que aplica la punta de un chinche cuando lo enterramos en un madero, la que ejerce sobre el suelo la más grande pirámide egipcia (Keops, de 138 m de altura), etc.

Ejemplo B

- Describen y analizan lo que se siente en las manos al empujar o levantar objetos de distinta forma, y lo que se siente cuando la enfermera nos clava la aguja de una jeringa. Elaboran hipótesis explicativas.

INDICACIONES AL DOCENTE

Para analizar la sensación que provoca un borde o punta agudos puede ser útil partir discutiendo cómo se distribuye el peso de una mesa sobre las cuatro patas, y cómo sería si fueran mil o sólo una. Comparar este último caso con una jeringa, haciendo ver que es una misma fuerza que se reparte en millones de millones de átomos en la mano de la enfermera, y sólo unos pocos en la piel del paciente. Conviene asesorarse con el profesor o profesora del subsector Biología en lo que se refiere a la fisiología involucrada en estos procesos.

Ejemplo C

- Calculan la presión que ejercen sobre el suelo al estar de pie. Discuten la distinción entre peso y presión.

INDICACIONES AL DOCENTE

Este cálculo requiere conocer el peso en *newton* y el área de contacto entre sus zapatos y el suelo en el que están parados en m^2 , para luego calcular la razón entre estas cantidades. Es importante instar a los estudiantes a que planifiquen bien su trabajo. Ayudarlos en el cálculo, principalmente en la determinación aproximada del área de la suela de sus zapatos, que suele complicarlos por lo complejo que son sus diseños. Instarlos también a comparar las presiones ejercidas por damas y varones con zapatos similares. Preguntarles cómo cambia la presión si levantan un pie del suelo, si se empinan, si se sientan, etc. Es instructivo calcular la presión que deben soportar los huesos de las piernas considerando que hay hombres y mujeres de hasta 200 kg.

Ejemplo D

Miden la presión de aire de un neumático en un automóvil utilizando un manómetro corriente. Especulan lo que marcaría dicho instrumento si el neumático no estuviera puesto en el auto. Determinan finalmente este valor.

INDICACIONES AL DOCENTE

El manómetro indica la presión del aire en el interior del neumático. Parte de esta presión es causa del peso del automóvil y hay que restarla. Se puede determinar esta parte calculando la presión según $P = \frac{F}{A}$ en que F es el peso del vehículo (su masa, generalmente señalada en el vehículo, multiplicada por la aceleración de gravedad) y A el área de contacto entre cada rueda y el piso. Puede ser oportuno explicar por medio de un esquema el modo en que funcionan los tradicionales medidores de presión de aire para los neumáticos, haciendo hincapié en las unidades en que normalmente se expresa y sus equivalencias con las unidades tratadas en este programa. Considerar por ejemplo que:

$$1 \frac{\text{libra}}{\text{pulgada}^2} = 5,171 \text{ cm Hg} = 0,06805 \text{ Atm} = 6805 \text{ Pa}$$

Actividad 2

Calculan la presión que un líquido ejerce en distintos sectores de las paredes del recipiente que lo contiene, y en objetos sumergidos. Verifican experimentalmente lo que predice el cálculo.

Ejemplo A

- Formulan hipótesis para explicar por qué la presión que soportan en el agua, por ejemplo, un buzo o un submarino, es mayor mientras más grande sea la profundidad a que se encuentre. Especulan también sobre si la presión que ejerce un líquido en el fondo del recipiente que lo contiene depende o no de la forma de éste. Discuten, por último, la dirección en que actúa la presión que ejerce un líquido sobre la superficie de un objeto sumergido.

INDICACIONES AL DOCENTE

Una vez que los estudiantes han planteado sus argumentos, demostrar que la presión ejercida por un líquido en un punto cualquiera de él es $P = Dgh$, en que D es la densidad del líquido, g la aceleración de gravedad en el lugar en que nos encontramos y h la profundidad. Comentar que esta presión no depende de la forma del recipiente.

Para llegar a la expresión es conveniente recordar el concepto de densidad de masa $D = \frac{M}{V}$, y reflexionar sobre su valor en algunos materiales, sólidos, líquidos y gaseosos (ver tabla siguiente), haciendo algunas comparaciones entre ellos. Por trivial que parezca, es necesario explicar que líquido no es sinónimo de agua y que sólo la densidad del agua pura es, a 0°C y a 1 atm, exactamente 1 gr/cm^3 o 1000 kg/m^3 . Posteriormente proceder a calcular algebraicamente la presión a una profundidad dada, como el cociente entre el peso de una columna vertical de fluido dividido y el área de su sección horizontal.

Gases		Líquidos		Sólidos	
Aire	$1,293 \cdot 10^{-3}$	Agua destilada	1,000	Aluminio	2,700
Hidrógeno (H_2)	$8,9 \cdot 10^{-5}$	Agua de mar	1,030	Cobre	8,900
Oxígeno (O_2)	$1,429 \cdot 10^{-3}$	Aceite de comer	0,920	Corcho	0,240
Nitrógeno (N_2)	$4,251 \cdot 10^{-3}$	Mercurio	13,600	Madera de pino	0,420

Todos estos valores están expresados en g/cm^3 , a 0°C y 1 Atm

Es importante hacer ver que la fuerza sobre la superficie de un objeto sumergido es siempre perpendicular a aquella y también perpendicular a las paredes del recipiente. La secuencia de la figura 2.1 puede ser útil para explicar las ideas aquí expuestas.

Fig. 2.1

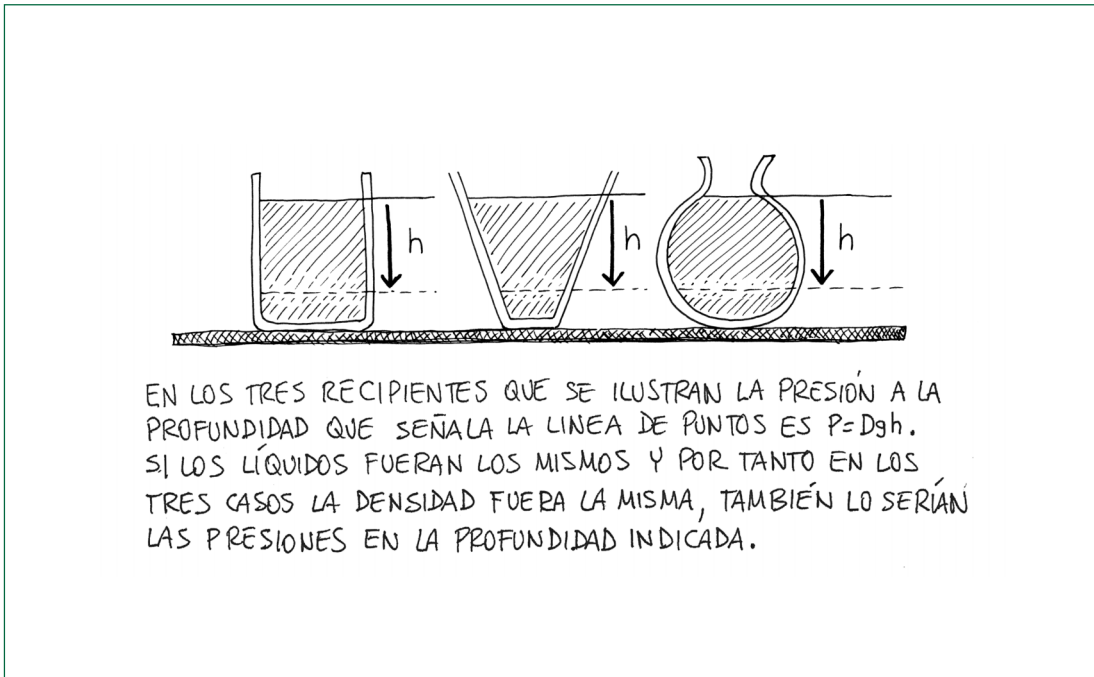
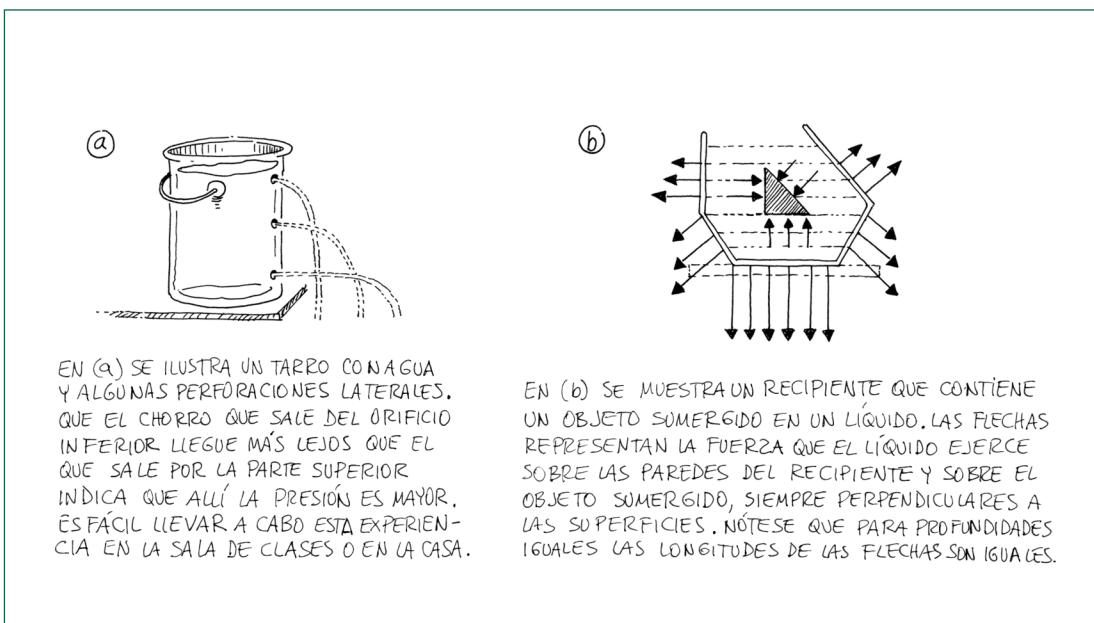


Fig. 2.2



Ejemplo B

- Calcular la presión hidrostática en variadas situaciones; por ejemplo, la que produce el agua en el fondo del vaso que la contiene, las que ejercen columnas de igual altura pero de aceite y mercurio. Calcular la presión que soporta un hombre o una mujer buzo que se encuentra a diversas profundidades: 10 metros bajo el nivel del mar en medio del Océano Pacífico, las que soporta el hundido Titanic a unos 4000 m de profundidad, las que soporta un submarino de investigación de las profundidades que desciende en las fosas más profundas que se conocen (aproximadamente 12000 metros), las que soportan las grandes placas continentales a 100 km de profundidad. Comparar estas presiones y relacionarlas con la que daña al oído, la que revienta un neumático, etc.

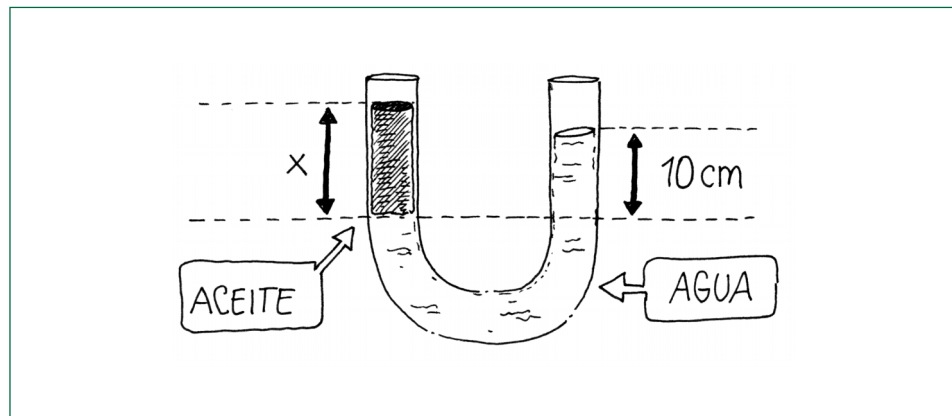
INDICACIONES AL DOCENTE

Este tipo de problema debe tener el propósito de ejercitar la relación $P = Dgh$ y, principalmente, que los estudiantes se familiaricen con los órdenes de magnitud de las presiones en una variada gama de situaciones. Puede ser adecuado adelantar que a las presiones que se calcularon debe sumarse la que ejerce la atmósfera de nuestro planeta.

Ejemplo C

- Determinan la altura de una columna de aceite que se deposita sobre agua en un sistema de vasos comunicantes y luego lo verifican experimentalmente (ver figura 2.3).

Fig. 2.3



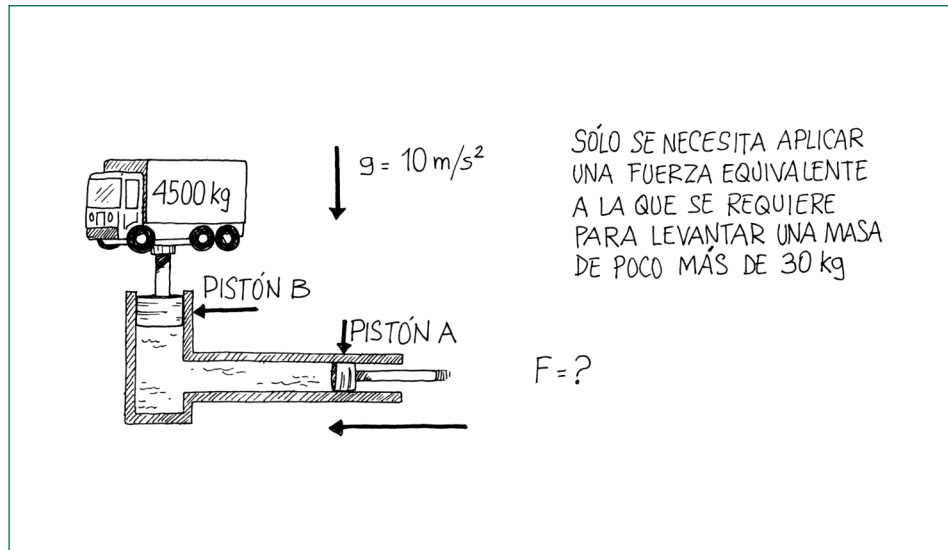
INDICACIONES AL DOCENTE

El análisis y la experimentación con este tipo de situaciones, además de ser interesantes en sí mismas, pavimentan el camino para entender posteriormente la existencia y medición de la presión atmosférica mediante el barómetro de Torricelli. El tubo puede ser una U de vidrio o un trozo de manguera delgada transparente.

Ejemplo D

- Calculan la fuerza que debe actuar sobre el pistón A de la figura 2.4 para equilibrar la fuerza producida en el pistón B, si las áreas de los pistones son tales que la del pistón B es 150 veces mayor que la del A. Discuten la importancia de tener que incluir o no en el cálculo la presión del líquido debida a la acción de la gravedad.

Fig. 2.4



INDICACIONES AL DOCENTE

La resolución y el correspondiente análisis de un problema como este tiene dos propósitos: explicar e ilustrar el *Principio de Pascal*, explicar el fundamento de la *prensa hidráulica* y otras *máquinas hidráulicas*. Es necesario que el alumno o alumna advierta que las presiones en ambos pistones son esencialmente las mismas y que, como consecuencia de ello, al no ser iguales sus áreas, las fuerzas tampoco lo son, resultando la razón entre sus valores igual a la razón entre sus áreas. Expresar este principio como $\frac{F}{A} = \text{constante}$ o $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$.

Ejemplo E

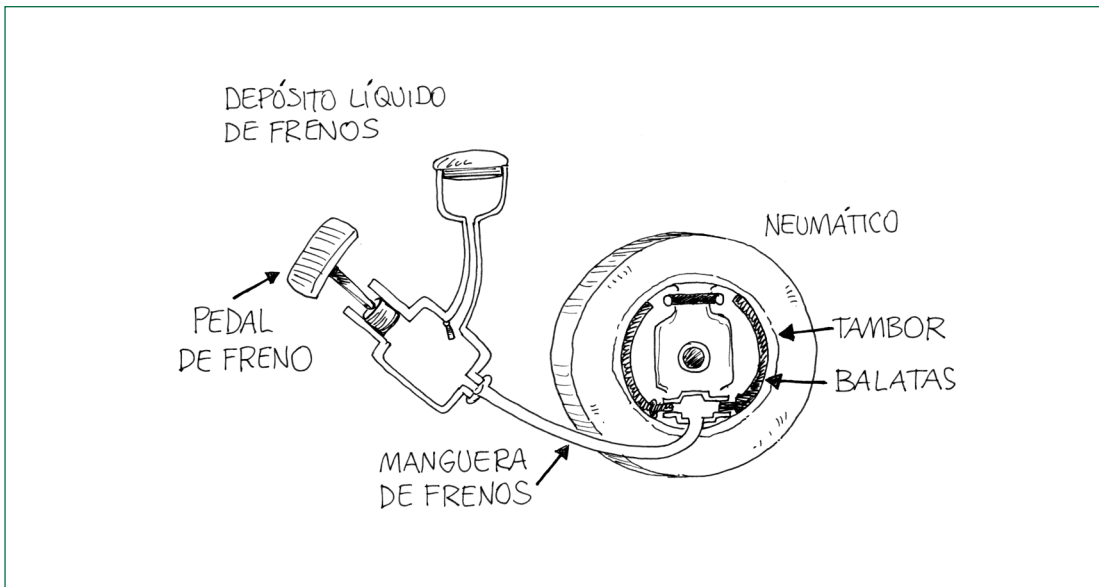
Describen y explican el funcionamiento de los frenos hidráulicos.

INDICACIONES AL DOCENTE

Un esquema como el de la figura 2.5 permite que los estudiantes identifiquen los principales elementos que conforman un sistema de frenos hidráulicos y expliquen la forma en que funcionan. Hay enciclopedias para computadoras que por medio de animaciones ilustran el funcionamiento de este tipo de frenos.

Mencionar que los denominados frenos de aire no consisten en que se reemplace el líquido para frenos por aire, sino que la presión ejercida por el pie del chofer en el pedal es asistida por un sistema de aire comprimido (servofreno), sistemas éste bastante más poderoso que los tradicionales pero que, de detenerse el motor (que es quien produce el aire comprimido) significa una pérdida significativa y peligrosa en el poder de frenado.

Fig. 2.5



Mencionar que además de los frenos de tambor (con balatas), existen los frenos de disco (con pastillas) modernamente empleados, principalmente en ruedas delanteras de automóviles y en motocicletas.

Como es posible que algunos alumnos y alumnas de este nivel ya manejen algún tipo de vehículo motorizado o bien lo harán en breve, es conveniente detenerse en explicar lo importante que es para la seguridad de las personas preocuparse periódicamente de la mantención del sistema de frenos: el nivel del líquido, el estado de balatas y pastillas, la condición en que se encuentran las mangueras, etc.

Si hay estudiantes interesados en proseguir estudios relacionados con la mecánica de automóviles, barcos o aviones, puede ser adecuado hacerles indagar sobre dichas profesiones y también sobre el funcionamiento de algunos sistemas hidráulicos tales como el de dirección, amortiguadores, gatas, etc.

Ejemplo F

- Discuten y analizan el significado de la presión atmosférica. Reflexionan acerca del hecho de que el aire pese.

INDICACIONES AL DOCENTE

Una forma de presentar el tema es que después que los estudiantes planteen sus ideas, el profesor o la profesora proceda a relatar los hechos históricos principales al respecto. Puede iniciarse este relato con la idea aristotélica de que la naturaleza le tendría “terror al vacío”, para seguir con los primeros esfuerzos por producirlo, como los de Otón von Guericke. Después es conveniente relatar y, si es posible, realizar el experimento de Evangelista Torricelli para medir la presión en cualquier lugar (véase la secuencia en la figura 2.6). En el anexo C se dan algunas ideas para construir un barómetro de mercurio de buena calidad y que puede servir por muchos años. Finalmente, se puede calcular la presión a partir de la altura de la columna de mercurio, expresando el resultado en *pascales*.

Fig. 2.6



Al realizar el experimento descrito en la figura hay que tener mucho cuidado de que el tubo de vidrio esté bien sellado y que soporte el peso del mercurio sin romperse, razón por la cual debe ser muy bien probado antes de trabajar frente a los estudiantes. También hay que ser cuidadoso al llenar y vaciar el tubo, pues el mercurio derramado en la sala de clases puede resultar perjudicial para la salud ya que es muy tóxico. Si esto ocurriera, limpiar y ventilar muy bien el recinto.

Destacar:

- a) el vacío de la parte superior del barómetro;
- b) la razón de usar mercurio y no otro líquido.

Es instructivo aprovechar este ejemplo para:

- calcular el largo que debiera tener el tubo si el experimento fuera a realizarse con agua;
- explicar el por qué podemos tomar bebida con una pajilla (ver figura 2.7 a);
- explicar desde qué máxima profundidad se puede hacer subir agua desde el fondo de un pozo por medio de una bomba de impelencia situada a ras del suelo (ver figura 2.12);

- explicar cómo funcionan las ventosas (ver figura 2.7 b), los sopapos y las jeringas;
- mostrar experimentalmente y explicar por qué al sumergir un vaso boca abajo no entra agua en él o, por qué al sacarlo del fondo en forma invertida, si está lleno de agua, sale lleno de agua. Ver figura 2.7 c;
- mostrar experimentalmente y explicar cómo funciona el sifón (ver figura 2.7 d). Describir aplicaciones que se le da en el campo o, posiblemente, en el ámbito doméstico;
- mostrar experimentalmente y explicar por qué el agua no se cae en la secuencia que se ilustra en la figura 2.7 e.

Fig. 2.7



- c) el que no importa la forma del tubo (recto, curvo, de perfil cuadrado o redondo, etc.) ni la cantidad de mercurio;

- d) el que también el instrumento de la figura 2.6 puede ser usado para medir la altura a que nos encontramos respecto del nivel del mar. Si se considera que la presión atmosférica se reduce aproximadamente en 1 mm de Hg por cada 10,5 m de ascenso, los estudiantes pueden calcular la altura de un cerro si miden la presión en su base y en su cumbre.

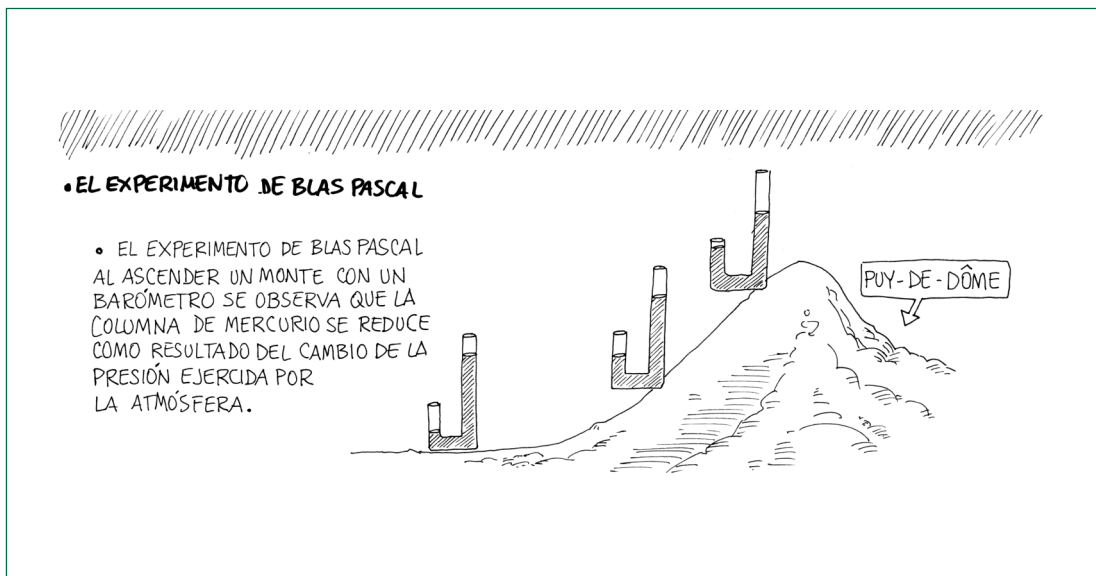
También es conveniente relatar la propuesta de Blas Pascal de ascender el monte Puy-de-Dôme para verificar que lo que ponía de manifiesto el instrumento de Torricelli era la presión ejercida por la atmósfera (ver figura 2.8).

- e) Indicar a qué corresponden las unidades “*cm de Hg*”, “*mm de Hg*” o “*Torr*”, “*Atmósfera*” o *Atm*, y las relaciones entre ellas, el pascal (Pa) y el kilopascal (kPa). Puede ser adecuado el dar como tarea completar una tabla como la siguiente. Por trivial que parezca, es necesario recalcar que una cosa es la unidad de medición denominada “atmósfera” y otra cosa es la presión que ejerce la atmósfera.

	Atm	Pa (pascal)	mm Hg (torr)	bar	lb/plg ²
1 Atm	1	$1,013 \cdot 10^5$		1,01	14,7
1 Pa (pascal)		1		10^{-5}	
1 mm Hg			1		
1 bar			750	1	
1 lb/plg ²					1

Ver anexo D

Fig. 2.8



Ejemplo G

- Formulan hipótesis destinadas a explicar por qué cuando la presión atmosférica sube las oficinas de meteorología pronostican “mal tiempo”, es decir, nubes y lluvia.

INDICACIONES AL DOCENTE

Es importante que los estudiantes comprendan que la presión atmosférica está permanentemente fluctuando en torno de los 76 cm de Hg (1 Atm), debido a la variación en las densidades de las capas atmosféricas.

Comentar el tipo de trabajo que realizan los meteorólogos y la importancia que tiene para un país la posibilidad de predecir el clima, principalmente por la agricultura, la navegación aérea y la marítima. Discutir la aplicabilidad de la expresión $P = Dgh$ a la atmósfera terrestre teniendo presente que la densidad del aire disminuye con la altura. Suponiendo que la altura de la atmósfera terrestre es de unos 80 km y que la aceleración de gravedad en esta distancia puede ser aproximada por una constante, estimar la densidad media de la atmósfera. Comparar con la densidad del aire sobre la superficie de la Tierra. Comentar que la densidad disminuye exponencialmente con la altura, de modo que el simple promedio aritmético es una aproximación burda. Un gráfico densidad versus altura será de utilidad para desarrollar esta distinción.

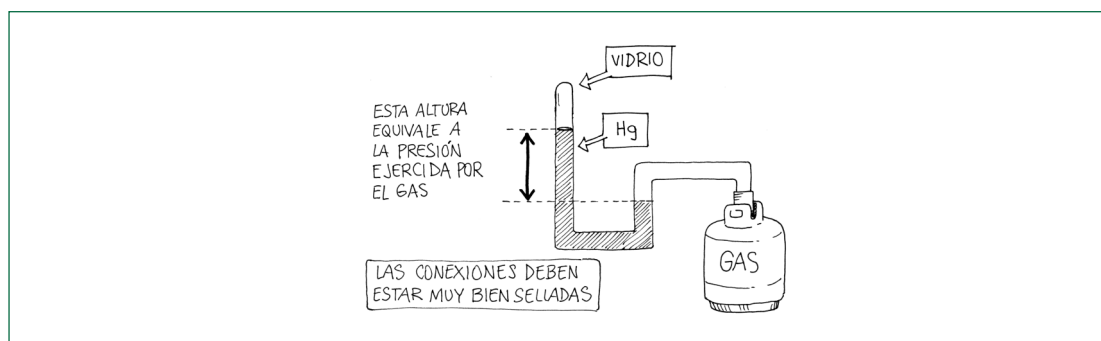
Ejemplo H

Diseñan un procedimiento que permita medir la presión ejercida por un gas encerrado en un recipiente, como por ejemplo, una pelota de fútbol, un neumático de automóvil, un globo de goma, un compresor, etc.

INDICACIONES AL DOCENTE

Una forma es la que se indica en la figura 2.9. Si hay tiempo e interés se puede explicar también cómo funciona el barómetro anaeróbico o mecánico. En muchos textos y enciclopedias para computadoras aparecen esquemas que los explican Véase Ejemplo N.

Fig. 2.9



Ejemplo I

Buscan información sobre la magnitud de la presión en circunstancias extremas, como por ejemplo, en el centro de la Tierra o en el centro del Sol, en ciudades como La Paz (3400 m), en el lago Chungará (4570 m), en la cumbre del Everest (8882 m), en las fosas marinas, en la superficie de Júpiter, en la atmósfera de diversos planetas, en los mayores vacíos logrados en avanzados laboratorios científicos, etc.

INDICACIONES AL DOCENTE

Como referencia, considerar datos como los de la tabla siguiente:

Lugar	Presión (Atm)	Lugar	Presión(Atm)
Centro del Sol	$2,0 \cdot 10^{11}$	Sangre en el cuerpo	1,16
Centro de la Tierra	$3,9 \cdot 10^6$	Atmósfera (promedio)	1,000
Fondo del océano	$1,1 \cdot 10^3$	Sonido intenso	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Taco de zapato en el suelo	10	Sonido débil	$3,0 \cdot 10^{-10}$
Neumático de automóvil	2	Vacío sideral	$1,0 \cdot 10^{-18}$

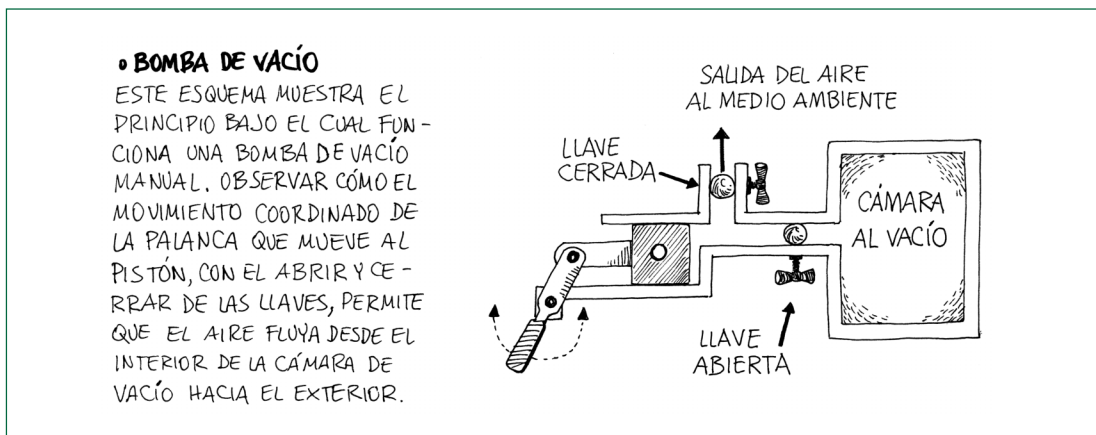
Ejemplo J

Inventan una máquina capaz de producir vacío.

INDICACIONES AL DOCENTE

Una vez que los estudiantes hayan desarrollado algunas ideas, puede ser adecuado mostrar un esquema o animación computarizada sobre el modo en que funcionan algunas bombas de vacío. Una figura como la 2.10 puede servir para motivar su inventiva. Se les puede sugerir automatizar el proceso que allí se describe.

Fig. 2.10



Puede ser interesante mencionar que el récord actual (logrado en 1992) es de 10^{-10} Pa; que se piensa que la presión en el espacio sideral puede ser un millón de veces más pequeña; que el vacío barométrico (el que se produce en el barómetro de Torricelli) es en realidad vapor de mercurio que a temperatura ambiente ejerce una presión completamente insignificante de milésimas de mm de Hg. Plantear algunas preguntas tales como ¿existirá el vacío absoluto? ¿Será posible lograrlo alguna vez en un laboratorio?

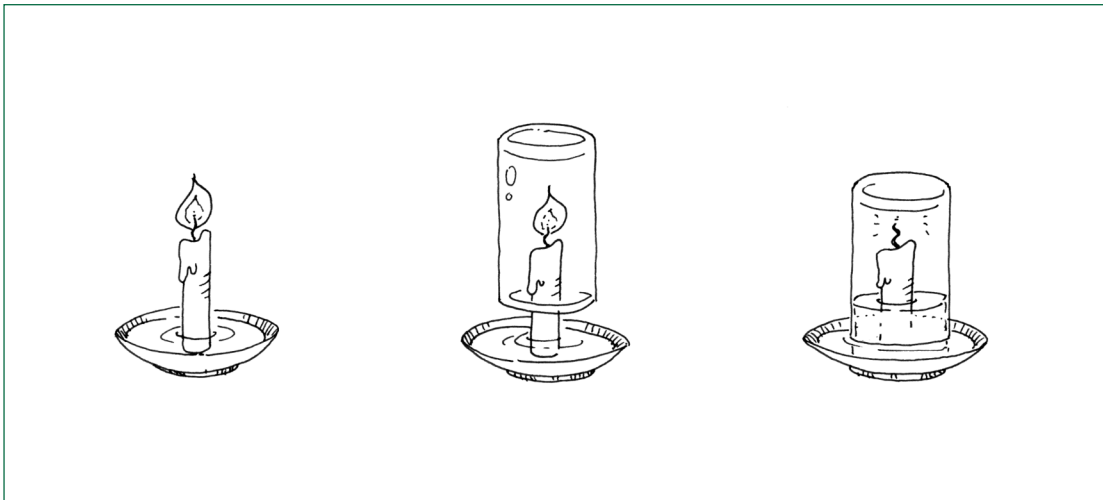
Ejemplo K

Mostrar experimentalmente que un líquido fluye de lugares de mayor a menor presión y que este principio físico se utiliza para elevar agua por medio de bombas.

INDICACIONES AL DOCENTE

Una experiencia sencilla consiste en disponer un plato con agua, una vela corta y un vaso invertido que pueda contener la vela encendida (ver figura 2.11). Al consumirse el oxígeno y enfriarse el aire disminuye la presión interna y el nivel de agua sube en el vaso. Haciendo mediciones de la altura alcanzada se puede determinar la presión que hay en el interior.

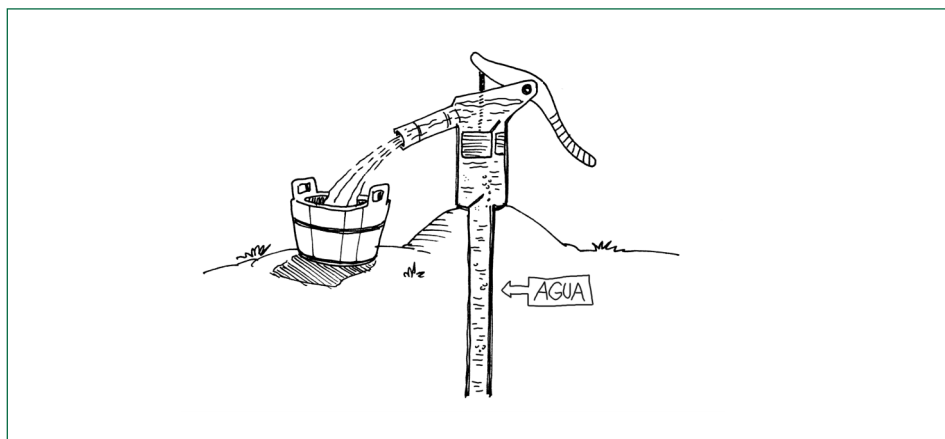
Fig. 2.11



Ejemplo L

Mediante un esquema como el de la figura 2.12 explicar el modo en que funciona una bomba manual para extraer agua de un pozo, muy típica en nuestros campos.

Fig. 2.12



INDICACIONES AL DOCENTE

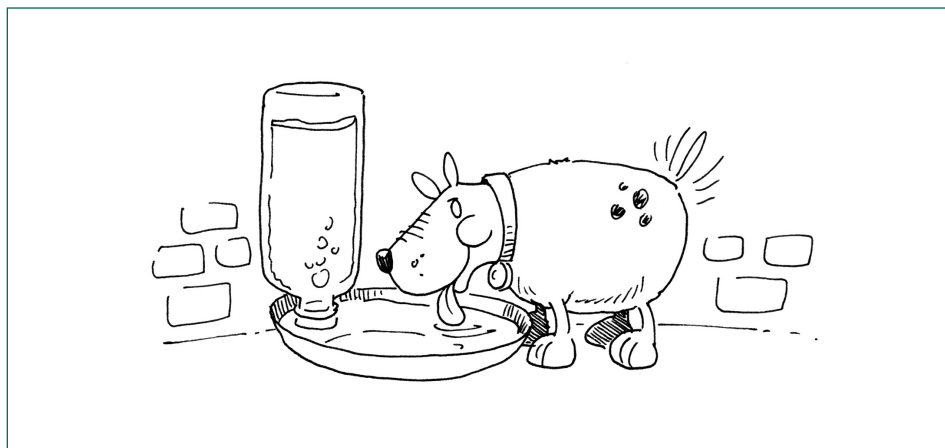
En esta descripción deben destacar el pistón y la palanca que lo mueve, las dos válvulas de una vía y la dinámica de su funcionamiento.

Ello se debe a que la presión ejercida por una columna de agua de aproximadamente 10 m (calcularla) equivale a la presión atmosférica.

Ejemplo M

Construyen y explican el principio de funcionamiento de un dispensador de agua como los que con frecuencia se utilizan para proporcionarle líquido a las mascotas. Ver figura 2.13.

Fig. 2.13



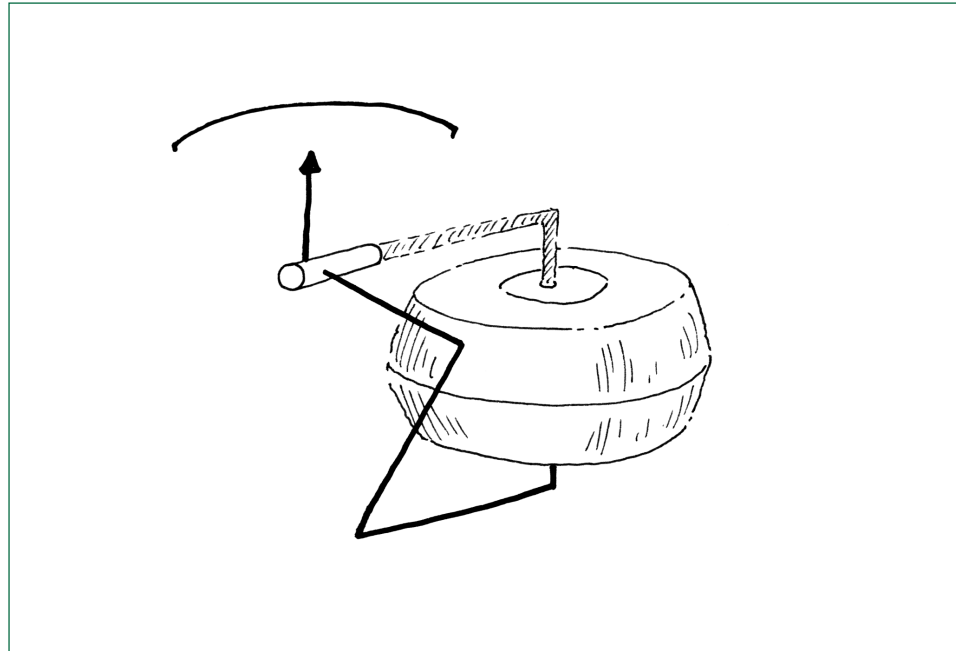
INDICACIONES AL DOCENTE

El agua sale de la botella derramándose en el recipiente hasta que alcanza el nivel del gollete. En tal situación la presión atmosférica impide que el agua siga derramándose. La botella invertida también se usa para regar lentamente plantas en maceteros. Discutir cómo funciona el sistema en este caso. Aquí el principio de funcionamiento es diferente, pues el agua fluye continuamente a través de la porosidad de la tierra.

Ejemplo N

A partir de un recipiente hermético pero con paredes de cierta flexibilidad, construyen un barómetro anaeróbico del tipo que se ilustra en la figura 2.14.

Fig. 2.14



INDICACIONES AL DOCENTE

Es interesante discutir qué efectos puede tener sobre este barómetro el cambio de temperatura ambiental y la forma de proceder para graduarlo. Comparar el barómetro que aquí se ilustra con los barómetros anaeróbicos de fábrica que muestran algunos textos.

c) Principio de Arquímedes

Detalle de contenidos

EL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Flotabilidad de objetos a partir de la observación. Enunciado y demostración del principio de Arquímedes. Flotabilidad en el agua y en la atmósfera.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Observan cuerpos que flotan en el agua y los caracterizan. En base al principio de Arquímedes explican por qué algunos objetos flotan, otros se hunden y otros permanecen “entre dos aguas”.

Ejemplo A

- Observan cómo algunos cuerpos flotan (hielo, corcho, madera, barcos de juguete o algún tipo de concavidad de metal, etc.), otros se hunden (clavos, monedas, etc.) y otros permanecen entre dos aguas (trocito de papel, género, etc.). Describen lo que han sentido y experimentado cuando juegan en una piscina. Formulan hipótesis destinadas a explicar los fenómenos observados y descritos.

INDICACIONES AL DOCENTE

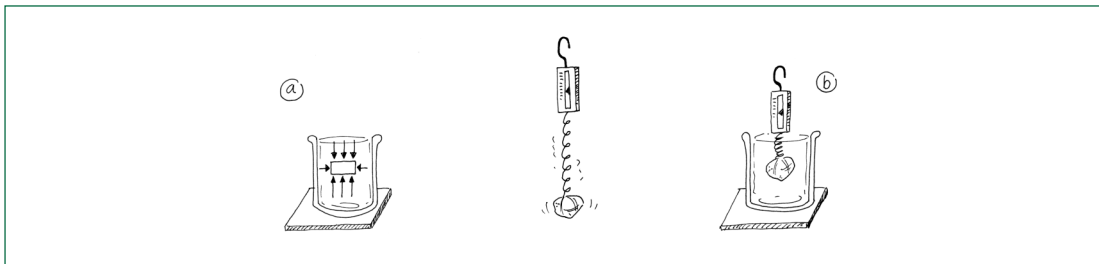
La observación puede ser individual usando un vaso de agua y objetos diversos. Al discutir y tratar de explicar lo observado dar como pista que la respuesta está en la presión hidrostática. Posteriormente el profesor o profesora puede explicar, analizar, aplicar y verificar experimentalmente el principio de Arquímedes, con la permanente participación activa de los alumnos y alumnas.

Conviene realizar esta actividad en etapas como las siguientes:

- enunciar el principio en palabras y explicarlo por medio de imágenes. Relatar el contexto histórico y las leyendas asociadas a él;
- explicar la noción de fuerza de empuje en base a las magnitudes y direcciones sobre las que actúan las presiones en un objeto regular sumergido (ver figura 2.15 (a));
- por medio de un dinamómetro poner de manifiesto la fuerza de empuje (ver figura 2.15 (b)), midiendo el peso de una piedra fuera del agua y luego su “peso aparente” sumergido en agua;
- enunciar el principio de Arquímedes en términos matemáticos;
- verificarlo experimentalmente, calculando el “peso del líquido desalojado” y comparándolo con el empuje obtenido por medio del dinamómetro;

- realizar la demostración matemática y analizarla, por ejemplo, desde el punto de vista de lo que ocurre con un cuerpo sumergido en un líquido cuando el empuje es menor, igual y mayor que el peso del cuerpo. También cuando la densidad del cuerpo sumergido es mayor, igual o inferior a la del líquido en que está sumergido. Mostrar que el empuje (E) es igual a $E = DVg$, en que D es la densidad del líquido, V el volumen de líquido desalojado y g la aceleración de gravedad;
- resolver algunos problemas cualitativos en base al principio de Arquímedes. Explicar, por ejemplo, cómo hacen submarinos y peces para permanecer quietos a cierta profundidad, sumergirse y emerger, por qué para los pájaros esto es imposible sin aletear. Explicar por qué los barcos con casco de acero permanecen a flote, cómo funcionan los chalecos salvavidas, por qué flotan los icebergs, por qué las burbujas de aire en el agua, o gas en las bebidas gaseosas siempre ascienden, etc.;
- resolver algunos problemas numéricos en base al principio de Arquímedes. Por ejemplo, dado el peso real y el peso aparente de una roca sumergida en un líquido de densidad conocida, determinan el volumen de la roca;
- realizar algunas predicciones en base al principio de Arquímedes y verificarlas después experimentalmente. Por ejemplo, dado un trozo de madera de dimensiones y densidad conocida, calcular qué parte quedará bajo el nivel del agua cuando flote en reposo y verificar a continuación esta predicción o, determinar, para un cubo de hielo, la fracción de volumen que sobresale cuando flota en el agua.

Fig. 2.15



Ejemplo B

Especulan y formulan hipótesis acerca de las razones por las cuales algunos globos para fiestas se elevan por sí solos en el aire.

INDICACIONES AL DOCENTE

Después de analizar situaciones como la aquí planteada es conveniente que el alumno o alumna reconozca que sobre los globos, las personas, y todas las cosas que nos rodean: sillas, mesas, cuader-nos, etc., actúa un empuje dirigido hacia arriba en contra de la gravedad. En otras palabras deben reconocer que el principio de Arquímedes no sólo es aplicable a objetos sumergidos en un líquido sino también a los objetos inmersos en la atmósfera. Puede ser instructivo estimar el empuje que ejerce la atmósfera sobre un estudiante, un libro, etc., y compararlo con su peso gravitatorio.

Ejemplo C

Explican lo que sucede en el Ludión, o diablillo de Descartes, que se ilustra en la figura 2.16, y cómo se puede mover el gotario hasta la altura que se desee.

Fig. 2.16



INDICACIONES AL DOCENTE

Basta llenar con agua hasta unos 2 cm del borde un tubo o botella transparente de unos 30 cm de largo, introducir un gotario a medio llenar de agua y cerrar luego la parte superior del tubo, por ejemplo, con la goma de un globo de cumpleaños. Al presionar suavemente dicha superficie el gotario descenderá. Si mantenemos la presión, el gotario se mantendrá entre dos aguas; si la disminuimos, subirá, etc. Es un poco delicado el ajuste de la cantidad de agua que debe tener el gotario, pero con un poco de paciencia al final resulta y alumnos y alumnas se divertirán además de aprender. Si el profesor o la profesora desvía la atención de las y los estudiantes de modo que no adviertan la manipulación que se hace sobre el dispositivo, más entretenida resulta la actividad. Mencionar que el invento de este aparato parece corresponder a René Descartes, y el nombre de “Laudión”, a que su propósito era eminentemente lúdico.

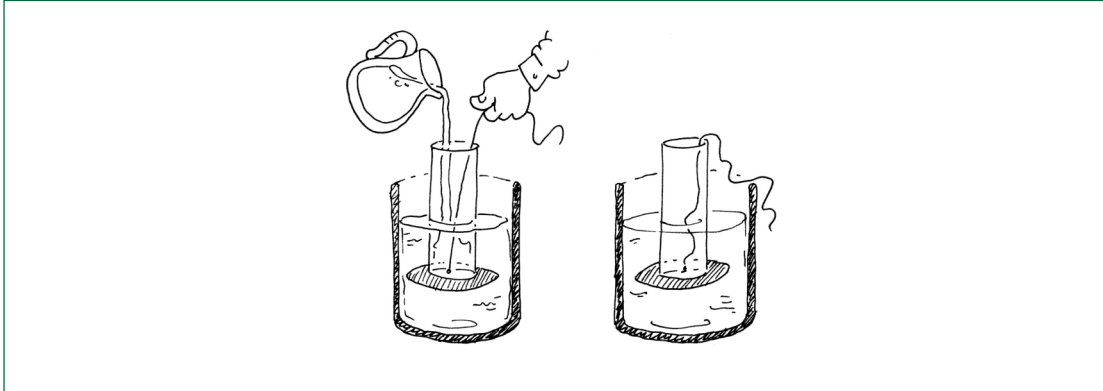
Ejemplo D

Verifican que un objeto plano horizontal sumergido es siempre empujado hacia arriba con la misma fuerza que hacia abajo.

INDICACIONES AL DOCENTE

Para comprobar este hecho se puede tomar un tubo transparente abierto por sus dos extremos. Se tapa el fondo con un disco sujeto por un hilo que pasa por el interior. Se sumerge el cilindro con el hilo tirante y se suelta una vez que se encuentre en el agua. Ver figura 2.17. Discutir por qué el disco no se va al fondo. Para completar la experiencia verter suavemente agua colorada en el interior del cilindro y observar el nivel que ella alcanza cuando se despegó el disco.

Fig. 2.17



Ejemplo E

Verifican que un huevo crudo descompuesto flota en el agua, mientras que uno en buen estado se va al fondo del recipiente.

INDICACIONES AL DOCENTE

Hacer reflexionar a alumnos y alumnas acerca de lo que puede producir la diferencia de comportamiento. Ello se debe a que en el proceso de descomposición se producen gases que escurren a través de la cáscara porosa del huevo, disminuyendo su masa. La experiencia se puede hacer en clase dejando un huevo varios días a la intemperie, hasta que se descomponga.

Ejemplo F

Miden la línea de flotación de una embarcación en función de su carga. Grafican y analizan sus resultados contrastándolos con el principio de Arquímedes.

INDICACIONES AL DOCENTE

Normalmente una embarcación no estará disponible, por lo que esta experiencia se puede realizar utilizando un flotador de plástico, como una botella de bebida gaseosa o el tubito transparente en que habitualmente vienen los rollos fotográficos. Como carga en el primer caso se puede utilizar agua, y en el segundo, monedas de 10, 50 ó 100 pesos. Cerrar la tapa del recipiente con su carga y hacerlo flotar en un vaso con agua. Si se usa un recipiente cilíndrico como el tubito, se podrán hacer mediciones precisas. Es conveniente marcar con tinta no soluble en agua una regla milimétrica para medir el grado de hundimiento. Hacer una tabla, y luego un gráfico, del hundimiento en función del peso. Para vincular esta experiencia con el principio de Arquímedes alumnos y alumnas tendrán que reducir la masa a una densidad, para lo cual será necesario estimar también el volumen del tubito. Insistir en la importancia de asociar siempre un error a las mediciones que se realicen, o a las magnitudes que se calculen, como es la densidad en este ejemplo.

d) Capilaridad

Detalle de contenidos

LA CAPILARIDAD

Situaciones cotidianas en que se observa. Explicación. Su importancia en los seres vivos.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Observan el fenómeno de la capilaridad, formulan hipótesis destinadas a explicarlo e identifican situaciones del mundo biológico en que resulta importante.

Ejemplo A

- Introducen lenta y cuidadosamente diferentes objetos en un vaso con agua, y observan detenidamente lo que sucede en los contornos de la superficie en que objeto y agua están en contacto. Realizan un dibujo que represente la situación. Repiten posteriormente las observaciones con un tubo capilar de vidrio, introduciéndolo en un vaso con agua y luego en un recipiente que contenga mercurio. Comparan ambas situaciones.

INDICACIONES AL DOCENTE

Se espera que los estudiantes hagan dibujos más o menos como los que se ilustran en la figura 2.18. Como capilar se puede emplear el tubo de plástico transparente y vacío de un lápiz de pasta. Notar que el material de algunos vasos de plástico no se moja ni forma menisco al igual que el teflón, lo que resulta instructivo observar.

Por otro lado observan que el nivel que alcanza el agua en el capilar depende de su diámetro. Es interesante repetir la observación agregando detergente al agua y comparar los resultados

Fig. 2.18



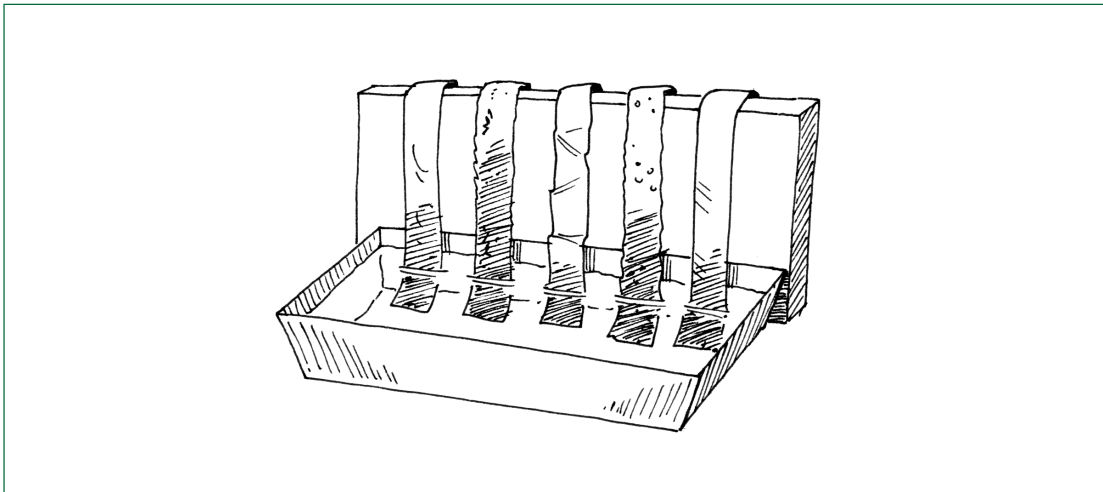
Ejemplo B

Planifican un experimento destinado a determinar qué papeles o cartones son más absorbentes y formulan hipótesis destinadas a explicar el fenómeno.

INDICACIONES AL DOCENTE

Si se cortan tiras de igual longitud y ancho de diferentes papeles incluidas toallas y servilletas (véase figura 2.19), y se cuelgan de modo que su extremo inferior quede sumergido en agua, se podrá ver que ésta empapa el papel y sube por algunos más rápido que por otros. Ojalá los estudiantes adviertan que este fenómeno es otra forma en que se manifiesta la capilaridad, esta vez siendo los espacios intermoleculares los que se comportan como estrechos conductos capilares.

Fig. 2.19



Ejemplo C

- Formulan hipótesis destinadas a explicar el fenómeno de la capilaridad observada en situaciones como las descritas en los ejemplos anteriores.

INDICACIONES AL DOCENTE

Basta aquí que los alumnos y alumnas sepan que el fenómeno en cuestión se debe a fuerzas moleculares de naturaleza eléctrica entre líquidos y sólidos. Estas son atractivas en los casos que el líquido baña las paredes del sólido, y repulsivas cuando los líquidos no “mojan” a los sólidos.

Ejemplo D

- Realizan una investigación bibliográfica acerca de cómo la capilaridad es aprovechada por el reino animal y vegetal, y la importancia general de este fenómeno para la vida.

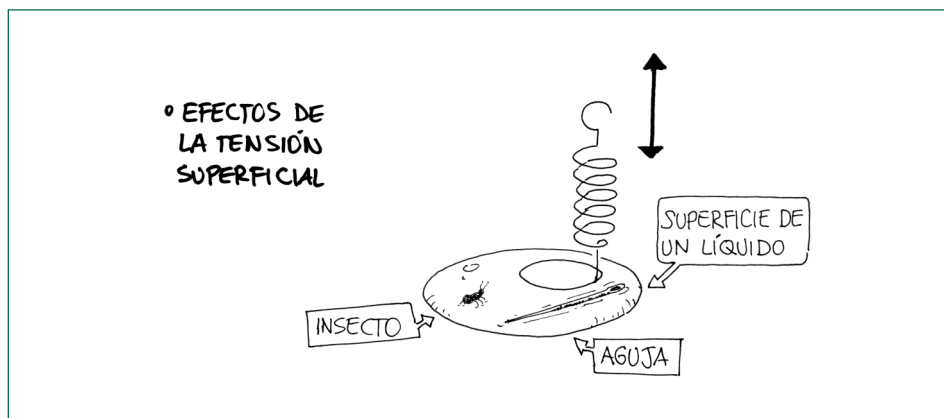
INDICACIONES AL DOCENTE

Como probablemente este no es un tema con el cual el profesor o la profesora de física esté bien familiarizado, resultará conveniente solicitar el apoyo del docente de Biología, ya sea para evaluar las investigaciones de los estudiantes, o para exponer y analizar el tema. El punto central es que en todos los organismos hay una red capilar que lleva los nutrientes a los tejidos y los órganos, a través de la linfa en los vegetales, y la sangre en los vertebrados. Destacar que, gracias a la capilaridad, la linfa llega a más de 120 metros de altura en los grandes árboles.

Ejemplo E

Construyen una argolla de unos 2 cm de diámetro con alambre muy fino y, con el mismo alambre, forman un resorte que sirva como dinamómetro cualitativo de alta sensibilidad. Sumergen la argolla en agua (u otro líquido) y luego tiran suavemente del extremo superior del resorte hasta que la argolla salga del agua. Ver figura 2.20. Observan, describen, formulan hipótesis para explicar lo que observan, y relacionan el fenómeno con la capilaridad.

Fig. 2.20



INDICACIONES AL DOCENTE

Puede emplearse alambre del bobinado de un transformador en desuso. Si se posee un dinamómetro de gran sensibilidad y precisión será posible entonces medir con exactitud la tensión superficial del agua, del agua con jabón, del mercurio, aceite, etc. y compararlas.

Mencionar que debido a esta tensión superficial los insectos pueden pararse sobre el agua y que una aguja de coser puede flotar aun cuando posee una densidad nueve veces mayor que el agua.

Ejemplo F

Observan, describen y comparan las gotas que forman líquidos tales como agua, alcohol, mercurio, aceite, en superficies lisas como el vidrio de una ventana. Formulan hipótesis para explicar lo observado.

INDICACIONES AL DOCENTE

Esta actividad se presta para que alumnas y alumnos la realicen en sus casas. Aunque por razones de seguridad es preferible que sea el profesor o profesora quien muestre las gotas de mercurio en la clase, es interesante tratar de mojar teflón de gasfiter e intentar explicar por qué lo emplean. Sugerir que observen también cómo escurre el agua en automóviles recién encerados, etc.

Si hay tiempo puede resultar interesante el instar a los jóvenes a observar burbujas en líquidos y reflexionar sobre su formación y sustentación.

2. Hidrodinámica

a) Las leyes de Bernoulli

Detalle de contenido

ECUACIÓN DE BERNOULLI

Enunciado de la ley de Bernoulli. Análisis y discusión de la ecuación de conservación de la energía en fluidos. Ejemplos de aplicaciones.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Analizan y aplican el principio y la ecuación de Bernoulli a distintas situaciones de la vida cotidiana.

Ejemplo A

- Observan que cuando un fluido se desplaza por el interior de un tubo cuya sección cambia, su velocidad disminuye en razón inversa al área de dicha sección.

INDICACIONES AL DOCENTE

La observación puede realizarse comparando el movimiento de agua en dos jeringas de igual diámetro interior al estar una con aguja y la otra sin ella. La relación matemática se puede derivar con facilidad a partir de la continuidad del flujo. Notar su importancia en situaciones diversas como el flujo sanguíneo, regadoras de jardín, etc. Hacer algún ejercicio numérico utilizando la ecuación $vA = \text{constante}$, donde v es la velocidad del flujo y A la sección del conducto. Destacar la importancia del principio de conservación de la masa en ésta y otras circunstancias.

Ejemplo B

- Enunciar, deducir y discutir la ley de Bernoulli.

INDICACIONES AL DOCENTE

La ecuación de Bernoulli puede deducirse a partir del análisis de una situación como la ilustrada en la figura 2.21. Se trata de un tubo de sección transversal A_1 y elevación h_1 a la izquierda

y sección A_2 y altura h_2 a la derecha, que contiene un fluido de densidad D no viscoso ni compresible. El flujo está retenido por pistones en ambos extremos, y se puede iniciar aplicando una fuerza en el pistón inferior, forzando un desplazamiento del pistón superior. De la conservación de la energía, que incluye el trabajo debido al desplazamiento, se obtiene

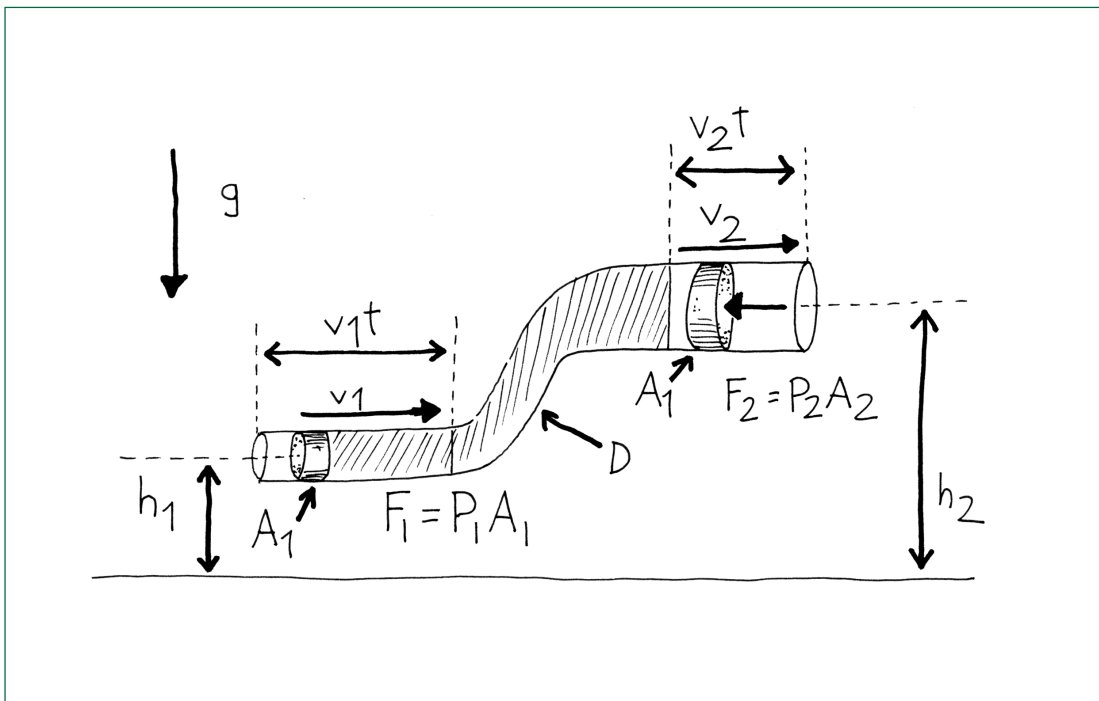
$$P_1 + \frac{1}{2} Dv_1^2 + Dgh_1 = P_2 + \frac{1}{2} Dv_2^2 + Dgh_2$$

o bien

$$P + \frac{1}{2} Dv^2 + Dgh = \text{Constante}$$

Presentar y discutir diversas situaciones en que esta ecuación puede ser aplicada. Mencionar que si no hay cambio de altura la ley se puede leer como “a mayor velocidad, menor presión”, enunciado que a menudo se cita como el principio de Bernoulli.

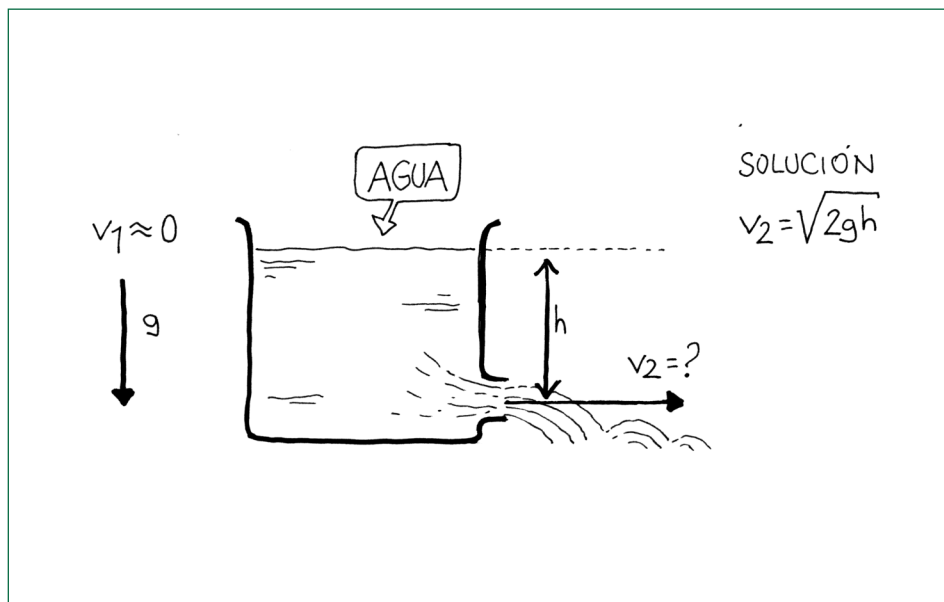
Fig. 2.21



Ejemplo C

- Calculan la rapidez con que sale agua por una abertura situada en la parte baja en un gran tanque como el que se ilustra en la figura 2.22.

Fig. 2.22



INDICACIONES AL DOCENTE

Este ejemplo proporciona una aplicación simple de la ley de Bernoulli. Es importante considerar dos aproximaciones que simplifican el problema: la primera es que la rapidez con que desciende la superficie superior del agua en el estanque es despreciable si el estanque es muy grande, y que las presiones en la superficie superior del agua y en la abertura son prácticamente iguales (la presión atmosférica). Será instructivo verificar al final del cálculo que la primera aproximación es muy razonable. Discutir con alumnos y alumnas cómo se modificarían las cosas si el estanque fuera de sección pequeña.

Es importante que los estudiantes adviertan que la solución de este problema implica que el agua en esta situación se comporta como cualquier objeto que cae de igual altura.

Ejemplo D

Discuten acerca del funcionamiento de los sistemas de riego más usados en el campo: por qué bajan las aguas por canales y acequias, el riego por goteo, etc.

INDICACIONES AL DOCENTE

Referirse en particular a las situaciones más relevantes según la probable experiencia de alumnos y alumnas.

Ejemplo E

- Predicen, describen y explican lo que ocurre en situaciones como las que se ilustran en la serie de dibujos de la figura 2.23.

Fig. 2.23



Ejemplo F

- Analizan la forma de un ala de avión y explican en base a la ley de Bernoulli como funciona.

INDICACIONES AL DOCENTE

Analizando la figura 2.24 y teniendo presente que el flujo es continuo, el alumno o alumna puede aceptar que la forma del ala obliga al aire a moverse más rápidamente por la parte superior que por la inferior. Aplicando entonces la ley de Bernoulli se comprende que la presión que el aire ejerce en la parte inferior es mayor que la que ejerce en la parte superior, razón por la cual sobre el ala que se mueve abriendo el aire actúa una fuerza neta hacia arriba. Discutir la posibilidad de que un avión vuele invertido.

Proponer a los estudiantes interesados el ensayar frente a un ventilador el comportamiento de diferentes formas de alas, confeccionadas, por ejemplo, con plumavit.

Fig. 2.24



b) Roce y velocidad límite

Detalle de contenido

ROCE EN UN FLUIDO

Introducción del concepto de viscosidad en base a la observación directa. Ejemplos comparativos: agua, aceite, sangre, etc.

VELOCIDAD TERMINAL

Movimiento de un cuerpo en un fluido. Movimiento a velocidad constante. Momento en que un cuerpo que acelera en un fluido alcanza esta velocidad. Ejemplos en que ello se observa: el paracaídas, la lluvia, etc.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Observan y describen la caída de diversos objetos en distintos medios y explican los diferentes movimientos que se producen.

Ejemplo A

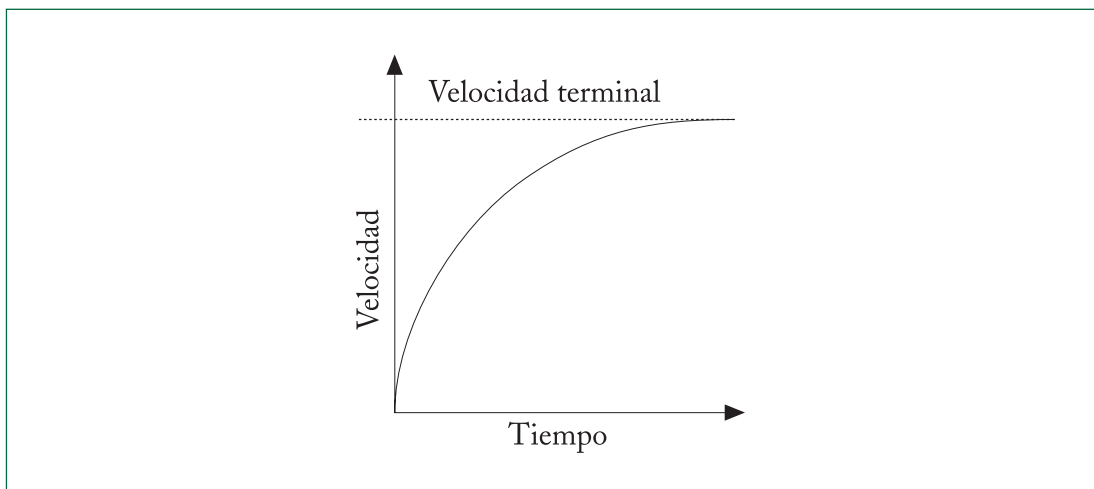
- Comparan la rapidez de la caída de una hoja de papel estirado y la de una bolita de plumavit en el aire. Comparan la rapidez de caída de una moneda en el aire y en agua.

INDICACIONES AL DOCENTE

La experiencia de alumnos y alumnas les permite comprender con facilidad que la fuerza de roce que se opone al movimiento es mayor, mientras mayor sea la rapidez del movimiento. Esto lo han sentido al sacar la mano por la ventana de un automóvil en marcha, o cuando han intentado correr en el mar. Lo importante aquí es que relacionen estos hechos con las observaciones realizadas y también con el principio bajo el cual funciona el paracaídas, y con la pequeña rapidez con que llegan al suelo las gotas de agua cuando llueve. Mencionar que esta fuerza habitualmente se trata introduciendo un término proporcional a la velocidad en la segunda ley de Newton: $F - gv = ma$ con g una constante positiva. Comentar por qué este signo es el correcto. La velocidad límite es $v = \frac{F}{\gamma}$ corresponde a la aceleración nula. Es importante también que en la descripción del fenómeno estudiado construyan un gráfico cualitativo como el que se ilustra en la figura 2.25.

Comentar lo que ocurre con aerolitos, rocas que ingresan a alta velocidad a la atmósfera, y las exigencias a los materiales de naves espaciales que regresan intactas a la Tierra.

Fig. 2.25



Ejemplo B

- Comparar la dificultad relativa de deslizar dos trozos de vidrio uno respecto al otro untados con fluidos de diferente viscosidad: agua, aceite, glicerina, miel, etc.

INDICACIONES AL DOCENTE

Si el tiempo lo permite presentar la definición de viscosidad y sus unidades. De lo contrario, comentar la diferencia cualitativa de los diversos fluidos bajo el desplazamiento. Destacar que la viscosidad mide esta dificultad y que a mayor resistencia del fluido, mayor viscosidad. Dar valores para los fluidos usados.

Ejemplo C

Formulan hipótesis en relación con los factores que determinan la velocidad límite o terminal de un objeto en un fluido. Comparan el comportamiento de cuerpos de diversa forma.

INDICACIONES AL DOCENTE

Seguramente los estudiantes proporcionarán una gran lista de supuestos factores que intervienen para determinar la velocidad límite de un cuerpo en un fluido. Al profesor o a la profesora le corresponderá ordenar estas ideas en un esquema que resulte claro para los jóvenes. Entre los principales factores que debe destacarse es la forma del objeto y la posición en que éste cae. Es instructivo ilustrar esta parte dejando caer una hoja de papel estirada, horizontalmente y en forma vertical, y haciéndolo también con una arrugada. Otro factor importante es la densidad del cuerpo y la del fluido, pues está presente la fuerza de empuje de que habla el principio de Arquímedes.

Ejemplo D

Comentar la importancia de la velocidad límite para el diseño de vehículos de alta velocidad y otros aparatos tecnológicos actuales.

INDICACIONES AL DOCENTE

Mencionar el caso del diseño de automóviles y especialmente de aviones de alta velocidad que suele caracterizarse como “aerodinámico”. En estos casos las velocidades límites deben ser lo más altas posibles y la fuerza de roce, lo más pequeña posible. Señalar que con esto no sólo se gana en el tope de velocidad que se puede alcanzar sino que, paralelamente, significa un importante ahorro de combustible. Señalar que este problema también se da en barcos, submarinos, misiles y torpedos. Hay algunos interesantes videos que muestran los túneles de viento en que se ensayan las formas de automóviles y aviones, y túneles de agua en que se estudia la mejor forma para diferentes navíos. Comentar que las naves que descendieron en la Luna en el año 69, y en la década de los 70 los módulos lunares, no requerían formas aerodinámicas pues en nuestro satélite no hay atmósfera. Sin embargo, el reingreso a la atmósfera terrestre sí lo requirió para disminuir las altas temperaturas generadas por el roce. Señalar también que en los planetas Venus y, especialmente en Marte, los descensos pueden frenarse con paracaídas.

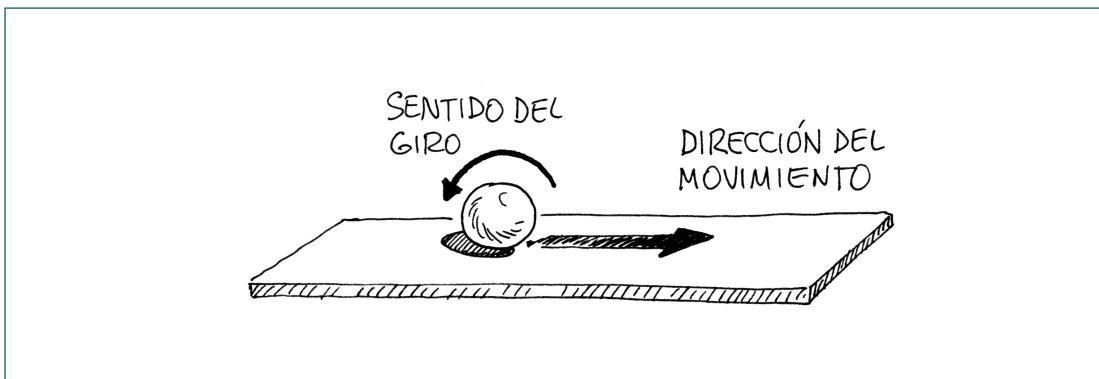
Ejemplo E

Describen la desviación inusual que suelen experimentar pelotas y bolas en algunos juegos, fenómeno denominado comúnmente “chanfle”.

INDICACIONES AL DOCENTE

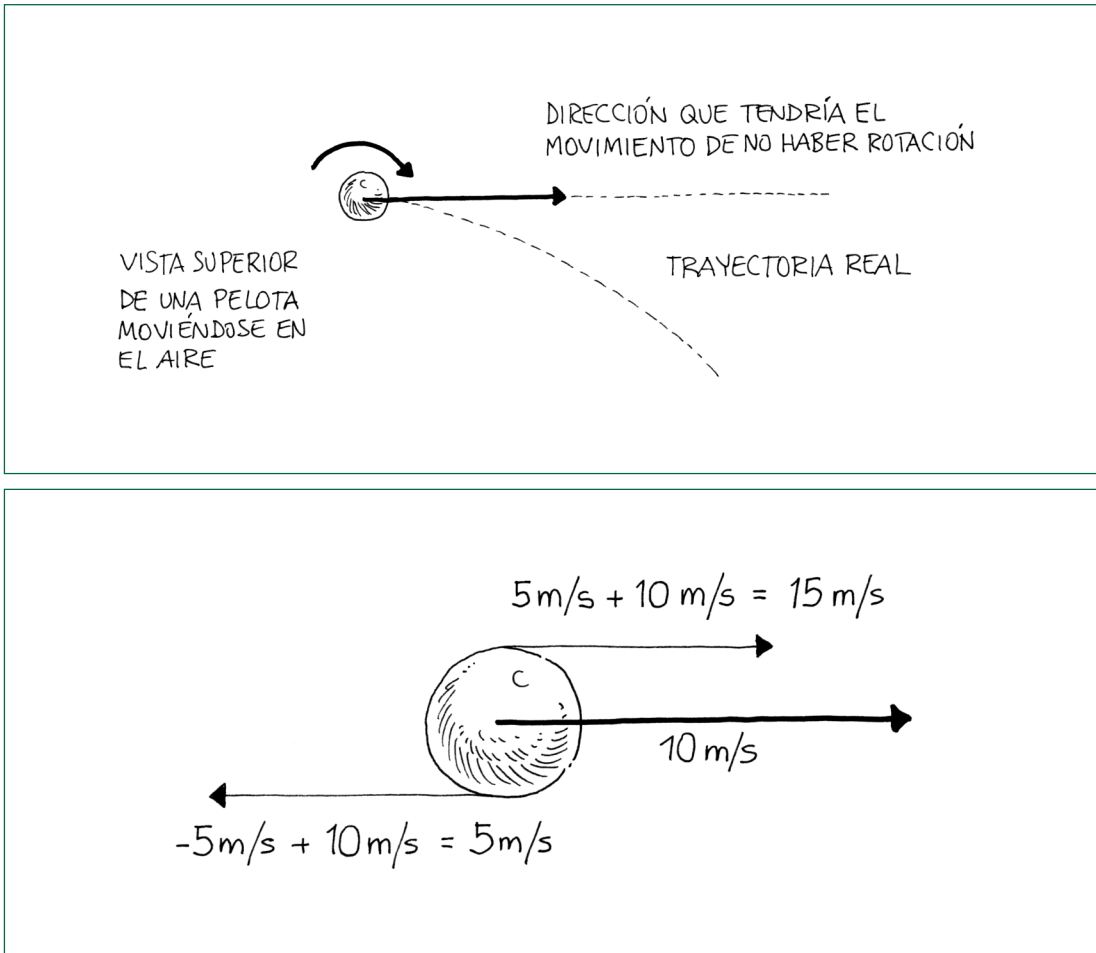
Conviene iniciar este análisis examinando lo que ocurre al deslizar una pelota de ping-pong sobre una mesa horizontal girando sobre sí misma de modo que el roce con la mesa la detenga y la haga retroceder (ver figura 2.26). Discutir físicamente este ejemplo, preguntando a los alumnos y alumnas qué ocurre con el momentum lineal, el que debe conservarse.

Fig. 2.26



Examinar después la trayectoria de una pelota de fútbol que se mueve a la vez que rota (ver figura 2.27). Comparar el roce con el aire en ambos costados de la pelota y decidir cómo afecta ello su movimiento global. De ser posible, hacer la experiencia en el patio golpeando la pelota en un costado para darle el efecto de rotación. Hacer luego el análisis teórico con un esquema como el de la figura.

Fig. 2.27



c) Presión sanguínea

Detalle de contenido

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Descripción general: el corazón como bomba impulsora y sus válvulas, los vasos sanguíneos, la sangre, etc. Características físicas elementales de cada constituyente y el funcionamiento del sistema.

LA PRESIÓN SANGUÍNEA Y SU MEDICIÓN

Descripción del manómetro que emplea el médico. Su funcionamiento y significado de las medidas que proporciona: la baja y la alta.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Observan y, desde el punto de vista de la física, analizan el sistema cardiovascular humano, describen su funcionamiento y reconocen el valor que tiene la medida de la presión sanguínea en medicina.

Ejemplo A

- Observan y describen los principales elementos que constituyen el sistema cardiovascular humano.

INDICACIONES AL DOCENTE

La idea es que los estudiantes observen críticamente un esquema en que se represente el sistema cardiovascular, o examinen un modelo de plástico o uno computarizado. Estos últimos suelen ser los más adecuados debido a que incorporan una serie de explicaciones. Hay algunos de estos software que muestran el sistema circulatorio en tres dimensiones, con la posibilidad de girarlos en varios sentidos y observar la dinámica de la circulación. Hacer ver la función de la bomba hidráulica que cumple el corazón. En caso que el profesor o profesora de Física no maneje este tema con soltura, es conveniente que algunas acciones se planifiquen en conjunto con los docentes de Biología.

Ejemplo B

Describen, caracterizan y comentan la circulación sanguínea en sus aspectos generales, desde las grandes arterias y venas hasta los capilares.

INDICACIONES AL DOCENTE

Señalar que el corazón impulsa el flujo sanguíneo por arterias y venas. Inicialmente la presión es muy cambiante aunque, al llegar a vasos cada vez de menor calibre, tiende a uniformarse, de modo que cuando regresa la sangre al corazón el flujo ya es casi uniforme. Observar que, excepto en capilares, al disminuir el diámetro la sangre fluye más velozmente cuando una arteria se ramifica. Indicar que una muy alta presión puede provocar la rotura de vasos en el cerebro produciendo los conocidos derrames cerebrales, los que aumentan la presión en el cráneo con consecuencias a veces fatales. Señalar que la presión máxima se denomina sistólica y la mínima diastólica y que son estas dos magnitudes las que interesan a los médicos.

Ejemplo C

Reflexionan acerca del proceso de medición de presión sanguínea en el brazo. Describen el funcionamiento de un esfigmomanómetro.

INDICACIONES AL DOCENTE

Una vez realizada la actividad, analizar un esquema que muestre el instrumento que usan los médicos (esfigmomanómetro) y sus partes: la manga que se pone alrededor del brazo y que puede inflarse, el manómetro de mercurio que mide la presión del aire de la manga, el estetoscopio que permite detectar que el flujo de sangre por el antebrazo ha sido interrumpido. Explicar enseguida el procedimiento que se sigue para medir ambas presiones: el aire que se introduce en la manga presiona el brazo hasta que se interrumpe el flujo por la arteria braquial. Esta es la presión sistólica. Al dejar escurrir el aire disminuye la presión sobre el brazo hasta el punto que se consigue el flujo sanguíneo, dando la medida “baja” de la presión. Explicar qué significa que una persona normal tenga una presión de 120/80, es decir, 120 mm de Hg y 80 mm de Hg respectivamente. Es interesante hacer reflexionar a alumnos y alumnas acerca de por qué la manga se coloca en el brazo, y a la misma altura a la que se encuentra el corazón.

Ejemplo D

Diseñan una bomba que funcione como corazón artificial y la construyen con botellas de plástico, mangueras, etc.

INDICACIONES AL DOCENTE

Existe un trabajo importante de investigación en torno a este tema a nivel mundial. Teniendo presente que se trata de un área altamente especializada, puede prestarse para una búsqueda de información en internet o revistas científicas y médicas de actualidad.

d) Los científicos y sus contribuciones

Detalle de contenido

CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LOS TEMAS DE LA UNIDAD

Arquímedes, Blas Pascal, Evangelista Torricelli, Otón von Guericke, Daniel Bernoulli, son algunos de los grandes protagonistas de la historia de la física de los fluidos. Investigación bibliográfica de su vida, contribución a la especialidad e impacto social de sus descubrimientos.

Actividades genéricas y ejemplos a elegir

Actividad

Realizar una investigación bibliográfica de los científicos que hicieron grandes aportes a la física de los fluidos.

Ejemplo A

- Buscan información acerca de la vida de Arquímedes, Blas Pascal, Evangelista Torricelli, Otón von Guericke, Daniel Bernoulli, etc., incluyendo época, lugar y circunstancias en que cada uno vivió. Destacan sus descubrimientos o aportes a las ciencias físicas y el impacto social que ellos produjeron.

INDICACIONES AL DOCENTE

En la bibliografía del presente documento se mencionan algunas obras de historia de la física en que los estudiantes pueden encontrar mucho material al respecto. Otra importante fuente de información es, por supuesto, la internet, en donde además podrán encontrar retratos, dibujos y esquemas de sus experimentos fácilmente imprimibles. Como en la internet mucho material se encuentra en inglés, puede ser oportuno coordinarse con el profesor o la profesora de esta asignatura, para que el trabajo enseñe algo de inglés y además de historia de la física.

Es importante planificar bien el momento y la forma en que los estudiantes desarrollen y presenten el trabajo. Un momento adecuado para encargarlo puede ser el principio de la unidad, a fin de que tengan suficiente tiempo para realizar la investigación. Una forma es dividir al curso en igual número de grupos que de personajes a investigar, encomendando a cada grupo que represente teatralmente al personaje elegido y sus trabajos. Si se elige una fecha al final de la unidad para la representación, el ejercicio será de utilidad a todo el curso como un repaso de las ideas más importantes desarrolladas en ésta. Instar a los alumnos y alumnas a repetir algún experimento simple y representativo del personaje en estudio.

Puede ser oportuno instarlos a reflexionar acerca del por qué los científicos mencionados son todos hombres, actividad que convendría dirigir y orientar. También puede ser adecuado el sugerirles que entrevisten a científicos chilenos sobre sus trabajos y sobre la opinión que les merece Arquímedes u otro de los personajes mencionados. Es importante diseñar este tipo de actividad de tal modo que no se convierta en simple reproducción de un texto de enciclopedia o internet. Hacerlo evitando que sientan que hay desconfianza en ellos.

En cuanto a la evaluación de este trabajo es imperativo dar a conocer a los estudiantes los criterios y descriptores que se usarán, y ceñirse estrictamente a ellos en el momento de calificar. Se recomienda emplear principalmente criterios tales como “*recolección y procesamiento de la información*” y “*comunicación oral y escrita, utilizando lenguaje apropiado*”. Ver anexo B.

Destacar los siguientes aspectos biográficos:

- Arquímedes de Siracusa (287- 212 a. de C.). Mayor matemático y físico de la antigüedad. Teórico, ingeniero e inventor, cuyos trabajos se conocen, mayoritariamente, de un modo indirecto debido a la destrucción de la biblioteca de Alejandría, donde estaban sus obras. La leyenda del rey Hierón y la corona de oro, su famoso Eureka y las trágicas anécdotas acerca de su muerte.
- Blas Pascal (1623 – 1662), francés. Filósofo, escritor, matemático y físico. Inventó la máquina de calcular cuando era muy joven. Contribuyó a desarrollar el concepto de presión atmosférica, el equilibrio de los líquidos y la prensa hidráulica. En matemáticas inicia el cálculo de probabilidades.
- Evangelista Torricelli (1608 – 1647), italiano. Físico y matemático discípulo de Galileo Galilei. Inventó el barómetro de mercurio y demostró los efectos de la presión atmosférica.
- Otón von Guericke (1602 – 1686), alemán. Constructor de fortalezas, alcalde y diplomático, realizó grandes aportes a la física. La idea, contraria a la de su época, de que el vacío podía existir y su perseverancia lo llevaron a inventar la máquina neumática. Inventó también la primera máquina electrostática.
- Daniel Bernoulli (1700 – 1782), suizo. Miembro de una familia de grandes matemáticos. Fue inicialmente profesor de anatomía, después de botánica y finalmente de física en la universidad de Basilea. Desarrolló las leyes que rigen la dinámica de los fluidos (hidrodinámica) y contribuyó a los inicios de la teoría cinética de los gases.
- Boyle, Robert (1627 – 1691), irlandés. Gran experimentador y fecundo en ideas novedosas como físico y químico. Terminó con la doctrina aristotélica de los cuatro elementos al introducir la noción de elemento químico. Aclaró los conceptos de mezcla y combinación. Mostró que la presión del aire disminuía con cada golpe de pistón, observó que el agua bullía en aire rarificado y que el hielo se evaporaba sin licuarse. Mostró que al aumentar la presión a que se encuentra sometido un gas, se reduce en forma inversamente proporcional su volumen, a temperatura constante.

Mencionar que a comienzos del siglo XX, en una época en que aún no había físicos en Chile, el ingeniero Ramón Salas Edwards alcanzó fama internacional por su aporte al flujo de las aguas por canales de regadío y su regulación. Se puede obtener información acerca de él en la revista “Informativo Hidráulico”, publicación del Instituto Nacional de Hidráulica.

Ejemplo B

Debaten las razones por las cuales las ciencias físicas suelen asociarse a lo masculino. Investigan el aporte de mujeres a la física y la astronomía.

INDICACIONES AL DOCENTE

Se puede mencionar el trabajo de mujeres famosas como María Curie, Henrietta Leavitt, Emmy Noether. También es interesante el caso de Sor Juana Inés de la Cruz quien, además de ser poetisa, dedicó muchas horas de estudio a las ciencias de su época. Puede sugerirse el visitar universidades en las cuales se ofrezcan carreras científicas ligadas a la física, como Licenciatura en Física, Ingeniería, Geología, Astronomía, Meteorología, etc. y, constatando la presencia de mujeres, entrevistarlas indagando acerca de su experiencia personal.

Anexo A: Glosario de fórmulas

Al final del curso se espera que alumnos y alumnas comprendan las expresiones que se listan a continuación, y las empleen con familiaridad. A la derecha de cada fórmula se da la página en que es considerada.

Unidad 1 Mecánica		Páginas
Para el movimiento circular uniforme		
Velocidad lineal	$v = \frac{2\pi r}{T} = \omega r$	21
Velocidad angular	$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r}$	21
Aceleración centrípeta	$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$	21
Momento angular	$L = mvr = I\omega^1$	31
Para la energía mecánica		
Energía cinética	$E_c = \frac{1}{2} mv^2$	37, 38
Energía cinética de rotaciones	$E_R = \frac{1}{2} I\omega^2$	42
Energía potencial gravitatoria	$E_p = mgh, E_p = -G \frac{Mm}{R}$	37, 39, 40, 43
Energía potencial elástica	$E_p = \frac{1}{2} kx^2$	43, 53
Ley de conservación de la energía	$E = E_c + E_p, E = constante$	40, 41
Para las fuerzas		
Segunda ley de Newton	$\bar{F} = m\bar{a}$	27
Fuerza centrípeta	$F_c = m \frac{v^2}{r}$	25, 28
Roce cinético	$F_c = \mu_c N$	49
Roce estático máximo	$F_E = \mu_E N$	49
Unidad 2 Fluidos		Páginas
Presión	$P = \frac{F}{A} = Dgh$	60, 63, 65, 71
Principio de Pascal	$\frac{F}{A} = constante$	66
Principio de Arquímedes (empuje)	$E = DVg$	77
Ley de Bernoulli	$P + \frac{1}{2} Dv^2 + Dgh = Constante$	85

1. En la página 33 se dan algunas fórmulas para calcular el momento de inercia (I).

Anexo B: Evaluación

Consideraciones generales sobre la evaluación

La evaluación constituye una parte sustantiva del proceso de enseñanza y aprendizaje. Por un lado, orienta a los estudiantes hacia los aspectos más importantes del programa y los énfasis que se desea establecer. Por otro, señala al docente la eficacia de su labor y los correctivos que es necesario poner en práctica.

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 recomienda como mínimo llevar a cabo 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. La evaluación y la posterior calificación de los estudiantes debe reflejar aprendizajes significativos, es decir, medir la capacidad de análisis basándose en lo aprendido, la comprensión de los fenómenos observados, etc. En ningún caso, cuantificar la capacidad de memorizar de los jóvenes, ni 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. Al final de cada etapa del programa, la **evaluación acumulativa** permite generar una opinión sobre el progreso de los alumnos y alumnas basada en los aprendizajes esperados.

Actividades de evaluación

Los docentes 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. Es, sin embargo, 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.

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, fuentes 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 las incertezas 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 organizadamente y utilizar el lenguaje científico frente a preguntas que requieran respuestas desde el punto de vista cualitativo o cuantitativo.
- Las **pruebas objetivas**, las cuales miden principalmente el grado de comprensión y capacidad de aplicación de los conceptos más relevantes a situaciones concretas cotidianas y, en menor medida, la capacidad de análisis y síntesis de esquemas conceptuales más complejos.

Cualquiera sea el instrumento utilizado para evaluar, la profesora o profesor se encontrará con tres ámbitos donde se concentran prácticamente todas las habilidades y destrezas que están conectadas tanto con los objetivos fundamentales del currículum de Física, con los aprendizajes esperados, como con los objetivos transversales. Estos ámbitos pueden ser clasificados como:

- I. Desempeño en la resolución de problemas y preguntas.**
- II. Desempeño en el trabajo experimental.**
- III. Desempeño en proyectos de investigación bibliográfica.**

Para cada uno de estos ámbitos se indica a continuación qué es posible evaluar, los criterios que se pueden usar y los niveles de desempeño que se pueden esperar en términos de **indicadores**.

Es importante notar que el listado de criterios e indicadores que aquí se da corresponde sólo a una sugerencia que las profesoras y profesores pueden adoptar y mejorar, o diseñar nuevos criterios, ponderando los niveles de logros según la realidad de los alumnos y alumnas y los medios de que disponga la escuela.

Por último, es importante tener presente que, por ser los estudiantes los evaluados, es necesario que ellos conozcan también los criterios e indicadores que empleará el docente, de modo que puedan encarar adecuadamente los desafíos que implica su trabajo en la asignatura.

Criterios e indicadores para la evaluación

A continuación se presentan algunos criterios e indicadores para evaluar el desempeño de los estudiantes en pruebas, trabajos prácticos, tareas e informes.

I Evaluación de preguntas y problemas.

La habilidad para enfrentar y resolver un problema es una de las evidencias más utilizadas en la evaluación de la Física. Estos problemas pueden ser conceptuales, donde se pide al estudiante que dé una explicación de una situación o fenómeno físico, basado en la comprensión y aplicación de principios y leyes, o problemas con un contenido matemático en que, además de mostrar claridad conceptual, realice procesos cuantitativos.

Ambito del trabajo	Criterios	Indicadores
<p>Qué permite evaluar:</p> <p>La capacidad para utilizar y aplicar los conceptos, principios y leyes físicas involucradas en el problema en forma cualitativa. Ella se puede manifestar en: la recolección de información proporcionada en el problema, la comprensión de la situación y el reconocimiento de las magnitudes que se relacionan y del modo que lo hacen, la capacidad de explicar o dar respuesta razonablemente desde el punto de vista cualitativo.</p> <p>En segundo lugar, con relación a lo cuantitativo, esta capacidad se pone de manifiesto en: el uso adecuado de simbología, unidades y sus transformaciones, la elección de una relación o ecuación adecuada y su posible combinación con otras.</p> <p>La capacidad de analizar la respuesta en términos de orden de magnitud, concordancia de unidades y signos.</p> <p>El procedimiento seguido en la resolución de problemas: el uso de gráficos, dibujos o diagramas permite detectar la secuencia del razonamiento y da pistas para evaluar la capacidad de comprensión del estudiante y, en muchos casos, identificar en qué paso se produce un error.</p>	<p>a) Conceptos científicos y manejo de contenidos.</p> <p>El alumno o alumna posee un buen manejo de los contenidos, vocabulario, conceptos y principios físicos y es capaz de aplicarlos a situaciones novedosas.</p> <p>b) Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.</p> <p>El alumno o alumna selecciona información implícita y explícita a partir del enunciado del problema y procesa la información de modo de relacionarla con aspectos teóricos y aplicaciones matemáticas que conduzcan a la obtención de un resultado correcto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las magnitudes involucradas en el problema. • Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar al problema. • Maneja con soltura el vocabulario científico, utiliza correctamente nomenclatura, convenciones y unidades. • Desarrolla y da una explicación fundamentada utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados. <ul style="list-style-type: none"> • Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema. • Identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado. • Manipula, transforma o extrae conclusiones utilizando sus conocimientos sobre el tema y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema. • Es capaz de evaluar el resultado en términos de orden de magnitud, y signo matemático y utiliza el Sistema Internacional de unidades, haciendo las transformaciones cuando es necesario.

II Evaluación de la actuación en experimentos.

Destreza del alumno y la alumna para utilizar el método científico al realizar un trabajo práctico o estudio de un fenómeno físico.

Ambito del trabajo	Criterios	Indicadores
<p>Qué permite evaluar:</p> <p>La actitud durante un trabajo experimental, a partir de la observación directa de su actuación individual o colectiva.</p> <p>La capacidad de seguir las instrucciones, el orden en el trabajo, el reconocimiento del aporte de otros.</p> <p>El tratamiento del proyecto de investigación con automotivación y perseverancia.</p> <p>Las destrezas manuales manifiestas en el amplio rango de acciones que desarrolla el alumno o alumna durante la actividad experimental. Por ejemplo las técnicas utilizadas para: evitar errores en las mediciones; manipular aparatos e instrumentos con atención y cuidado; seguimiento de las normas de seguridad que evite accidentes al construir o armar los montajes.</p> <p>El método utilizado en investigación, cuyas evidencias se encuentran observando directamente el trabajo del alumno o alumna y revisando el informe del experimento.</p> <p>Las habilidades para planificar y crear métodos novedosos para enfrentar y superar los problemas.</p> <p>La calidad y precisión de las mediciones, el análisis de la información y las conclusiones.</p>	<p>a) Actitud en el trabajo experimental.</p> <p>El estudiante muestra disposición al trabajo práctico, busca con interés caminos alternativos y aprecia el trabajo en equipo.</p> <p>b) Destrezas manuales.</p> <p>La capacidad de llevar a la práctica modelos y montajes previamente diseñados, manipular correctamente, con seguridad y responsabilidad materiales del ámbito experimental.</p> <p>c) Utilización del método científico.</p> <p>El alumno o alumna estudia el fenómeno de manera organizada, con experimentos sistemáticos, mediciones cuidadosas y análisis de resultados que le permiten llegar a conclusiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja activamente en grupo, aporta y reconoce la contribución de otros miembros de su grupo. • Realiza el trabajo experimental con automotivación, enfrenta con entereza los fracasos y persevera, repitiendo la actividad haciendo los cambios necesarios para obtener mejores resultados. • Busca caminos alternativos aportando iniciativa y creatividad. • Utiliza los instrumentos de medición en forma apropiada y cuidando de no cometer errores. • Utiliza equipos y aparatos teniendo presente las normas de seguridad. • Construye aparatos, arma montajes previamente diseñados, los manipula ordenadamente junto con sus compañeros de grupo. • Muestra tener claridad del problema o fenómeno a investigar, formula hipótesis cuando es pertinente, selecciona las variables y diseña procedimientos incluyendo aparatos y materiales adecuados. • Observa el fenómeno con atención y registra sus características. Hace mediciones con precisión, y los presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos. • Analiza la información y los datos obtenidos, transformándolos y presentándolos en forma adecuada. Los conecta además con otros conocimientos que le permiten llegar a conclusiones. • Evalúa el proceso experimental de modo de adecuar el procedimiento para obtener resultados más confiables.

III Evaluación en una actividad de recopilación de información.

La capacidad de la alumna y alumno de utilizar diferentes medios para recolectar información, realizar un análisis crítico de ella y seleccionar aquella que sea pertinente.

Ambito del trabajo	Criterios	Indicadores
<p>Qué permite evaluar:</p> <p>La capacidad de recurrir a fuentes primarias y secundarias para obtener información, clasificarla y discriminarla según lo confiable que resulte ser. Esto se hace sobre la base de observación directa del trabajo del estudiante, su plan de trabajo y revisando informes, bibliografía y medios empleados.</p>	<p>a) Recolección de la información. El estudiante evidencia capacidad para utilizar optimamente los recursos que le permiten obtener la información que necesite de la comunidad escolar y su entorno.</p> <p>b) Procesamiento de la información. Es capaz de interpretar y evaluar en forma consistente la información y seleccionar los aspectos más relevantes de ella.</p> <p>c) Entrega de la información. Es capaz de utilizar variadas formas de comunicar los resultados de su investigación, sea ésta en forma oral o escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno. • Busca y utiliza información proveniente de artículos de revistas de divulgación científica y periódicos. • Recurre a la red Enlaces, internet y programas de computación para recopilar información. • Realiza entrevistas a expertos y autoridades en el tema de investigación. <ul style="list-style-type: none"> • Discrimina las fuentes de información según sus necesidades. • Reconoce la información útil y la selecciona. • Es capaz de hacer una reflexión crítica sobre lo recopilado. • Organiza la información según las fuentes utilizadas. • Utiliza, interpreta esquemas y gráficos. <ul style="list-style-type: none"> • Maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física. • Es capaz de interpretar y describir ideas propias o de otras fuentes. • Procesa y cita las fuentes de información dando el crédito al autor. • Realiza un informe oral o escrito en forma organizada utilizando varias técnicas de comunicación, tales como, esquemas gráficos, dibujos.

Ejemplos de evaluación

A continuación se presentan algunas preguntas, problemas y actividades que permiten evaluar el nivel de logro de los aprendizajes en alumnas y alumnos. Los ejemplos están divididos en tres secciones. La primera tiene el propósito de ilustrar la manera de evaluar el desempeño de alumnas y alumnos en la resolución de problemas y preguntas basado en comprensión de principios y leyes físicas desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, con ejemplos de problemas que implican por lo general un análisis o algún tipo de cálculo numérico, sin dejar de lado lo conceptual. La segunda sección muestra ejemplos destinados a evaluar las habilidades relacionadas con el desempeño en actividades experimentales, en el contexto de un trabajo en grupo o individual. Por último, en la tercera sección se plantean trabajos que permiten evaluar el desempeño de los estudiantes en actividades que implican recopilación de información por diferentes medios.

A continuación de cada pregunta se indican, a modo de referencia, el o los criterios y los indicadores que hacen posible evaluarlos. Debe quedar en claro que no son esos los únicos criterios que permiten evaluar la pregunta. Evidentemente hay otros, de modo que es la profesora o el profesor quien en último término seleccionará los criterios a evaluar y los indicadores que utilizará considerando la realidad de su entorno escolar.

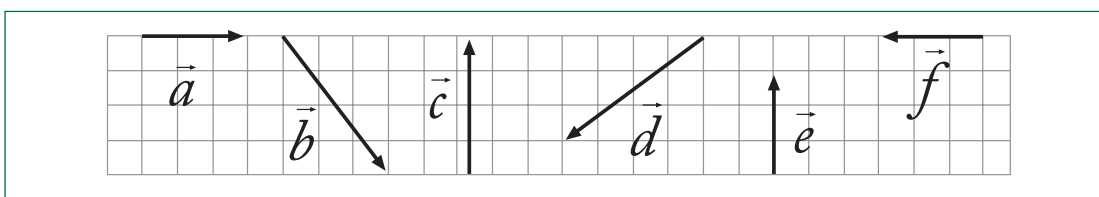
1. Ejemplos de evaluación de la unidad 1, Mecánica

Sección I

Los ejemplos que siguen permiten verificar la capacidad de alumnos y alumnas para manejar conceptos y principios físicos elementales relativos al movimiento circular y la energía mecánica, y su posible relación con otros campos del conocimiento. Por otro lado, la comprensión de estos principios y conceptos físicos debiera capacitar a los estudiantes para la resolución de problemas cuantitativos relevantes y cotidianos, utilizando las matemáticas. Ocasionalmente puede convenir el dar una ayuda en el enunciado. También se pueden entregar las relaciones requeridas, ya que el énfasis está en su manejo y no en su memorización. Tener presente, eso sí, que al dar una fórmula se está también sugiriendo un camino de solución.

Estos tipos de preguntas son adecuadas para evaluar los criterios relacionados con preguntas y problemas.

1.1 A partir de los vectores representados en el cuadro siguiente,



- ¿Cuáles poseen igual dirección?
- ¿Cuáles poseen igual sentido?
- ¿Cuáles poseen igual módulo?
- Encuentre el vector $\vec{a} + \vec{f}$
- Encuentre el vector $\vec{b} + \vec{c} - \vec{a}$
- Encuentre el vector $\frac{\vec{b} - \vec{c}}{2}$

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicador: Manipula, transforma o extrae conclusiones utilizando sus conocimientos sobre el tema y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.

1.2 Para cada una de las siguientes magnitudes físicas indique cuáles son escalares y cuáles vectoriales:

	Magnitud física	Tipo
2	Velocidad de un automóvil	
3	Masa de una piedra	
4	Rapidez de un corredor	
5	Fuerza con que se empuja un piano	
6	Trabajo que se realiza al levantar una piedra	
7	Energía cinética de un camión	
8	Aceleración de gravedad en la Tierra	

Criterio a evaluar: Concepto científico y manejo de contenidos.

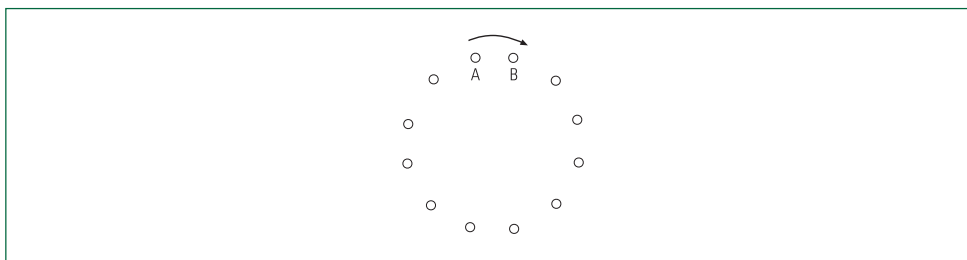
Indicador: Identifica las magnitudes involucradas en el problema.

1.3 El esquema de la figura representa la fotografía del movimiento circular uniforme de un cuerpo que ocupa diferentes posiciones:

- dibuje dos vectores velocidad consecutivos y
- con ellos determine la dirección y el sentido del vector variación de velocidad ($\Delta\vec{v}$) y aceleración (\vec{a}) cuando el cuerpo pasa por las posiciones A y B.

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

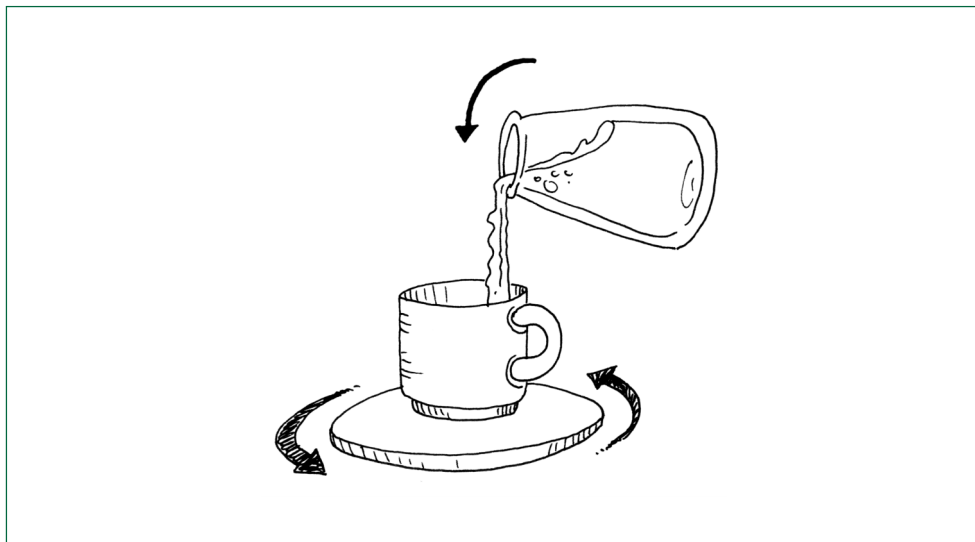
Indicadores: Manipula, transforma o extrae conclusiones utilizando sus conocimientos sobre el tema y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.



- 1.4 Una taza gira uniformemente en torno a su eje de simetría sobre una plataforma sin roce. Lentamente se deja caer agua en su interior, observándose que la velocidad angular del recipiente se reduce. Explique la razón de ello.**

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar al problema; maneja con soltura el vocabulario científico, utiliza correctamente nomenclatura; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.



- 1.5 Las bicicletas de carrera se construyen de modo de aligerar al máximo las ruedas tubulares, ya que esto tiene mayor efecto que disminuir la masa del marco de la bicicleta. Explique por qué lo anterior es verdadero.**

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar al problema; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

- 1.6 Si se comparan las piernas de los caballos de arrastre (percherones) con las de los caballos de carrera, se observa que estos últimos las tienen más delgadas en los extremos inferiores. Utilizando conceptos de rotación, explique qué efectos produce sobre el galope de los caballos la diferencia apreciada.**

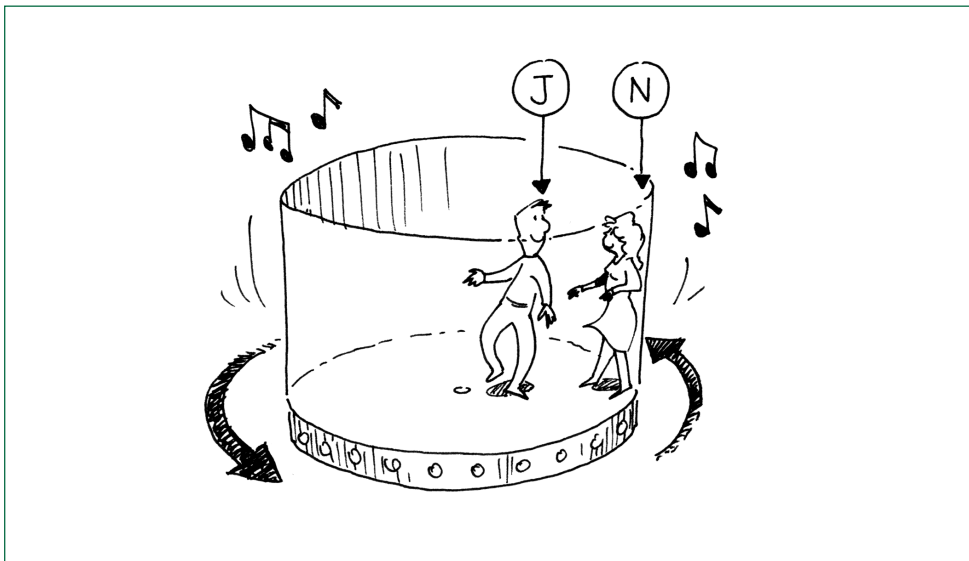
Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar al problema; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

- 1.7 En un parque de diversiones existe un cilindro que gira a gran velocidad con gente dentro (ver figura). Explique las fuerzas reales y/o ficticias que experimenta el joven en la posición J y la niña, apoyada en el borde, en la posición N.**

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

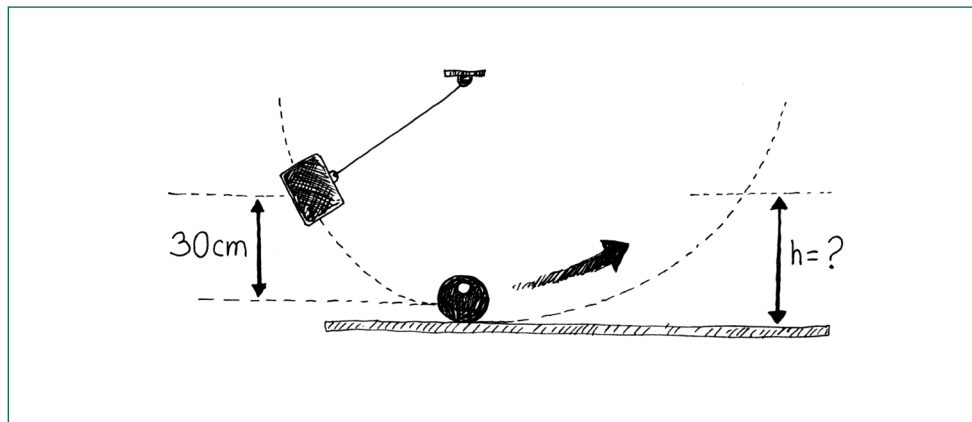
Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar al problema; maneja con soltura el vocabulario científico, utiliza correctamente nomenclatura, desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.



- 1.8 A partir de la información proporcionada en la figura, determine hasta qué altura debiera llegar la bolita (al lado derecho) si el péndulo se suelta desde la posición que se muestra en la figura, quedando en reposo (sin intervención externa) después de chocar. Considere que ambos cuerpos tienen igual masa y que el roce en todas partes es despreciable.**

Criterios a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.



1.9 Un automóvil de una tonelada de masa da vuelta en una esquina a una velocidad de 25 km/h, recorriendo un arco de circunferencia de 10 metros de radio.

- Dibuje un esquema de la situación incluyendo los vectores velocidad, aceleración y fuerza centrípeta en un instante cualquiera.
- Determine el valor de la fuerza centrípeta y señale quién la ejerce.
- Si el coeficiente de roce estático entre el neumático y el cemento de la calzada es de 0,9 ¿con qué velocidad máxima se puede enfrentar el giro sin resbalar?
- ¿Por qué cree Ud. que en zona de curvas en una carretera hay señalización del tránsito destinada a que los conductores reduzcan la velocidad?
- Si llueve, es aconsejable disminuir la velocidad de conducción. Explique algunas razones físicas que justifican este consejo.
- En carreteras de alta velocidad las curvas están peraltadas (elevadas en la parte externa en relación a la interna) ¿Cuál es la función de este peralte?
- ¿Por qué es peligroso frenar bruscamente en las curvas?

Criterios a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

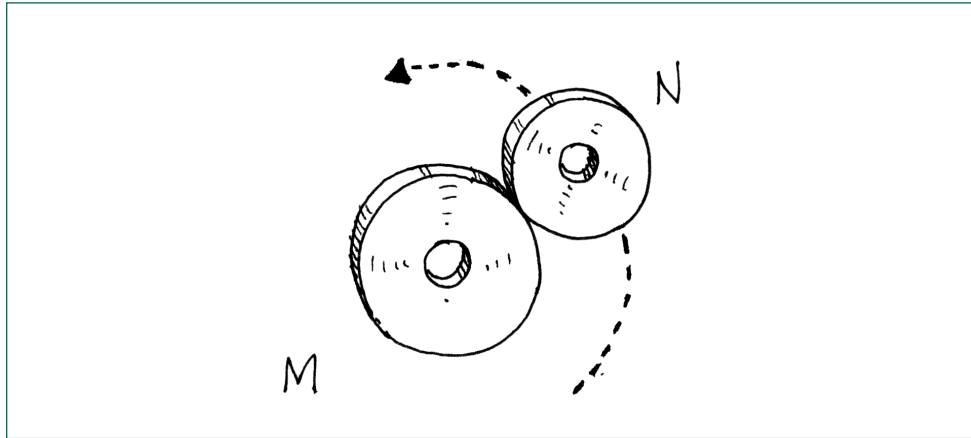
Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.

1.10 Se tienen dos poleas M y N, tales que el radio de M es 10 cm y el de N, 5 cm. La polea N gira sobre el borde de la polea M sin deslizar. El eje de la polea N da una vuelta completa en torno a M en 1 s. Calcule:

- la velocidad angular de la polea N;
- la velocidad lineal del borde externo de N;
- la velocidad lineal del eje de N;
- la velocidad angular del eje de N.

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado.



1.11 Una ciclista viaja a una velocidad constante de 36 km/h. El radio de cada rueda es 35 cm y su masa, concentrada principalmente en los neumáticos, 500 g.

- ¿Cuál es la velocidad angular de las ruedas?
- ¿Cuál es el momento angular de cada rueda?
- ¿Qué aceleración posee una tachuela que se clava en un neumático en relación al eje de la rueda?

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado.

1.12 Una pitilla soporta sin cortarse una tensión de 27 newton entre sus extremos. Con ella se hace girar horizontalmente una piedra de 0,1 kg en una órbita circular de 30 cm de radio. Si el movimiento de la piedra se inicia lentamente y se hace cada vez más rápido, determine en forma aproximada:

- la máxima rapidez lineal que puede alcanzar;
- el mínimo tiempo en que da una vuelta;
- su máxima aceleración;
- la máxima rapidez angular que alcanza;
- la máxima energía que le puede suministrar la mano que la hace girar, y
- el máximo momento angular que puede alcanzar.

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicador: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica las preguntas y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.

Sección II

Los trabajos experimentales realizados por las alumnas y alumnos ya sean éstos en grupos o individuales pueden ser evaluados tomando en cuenta los criterios relacionados con “evaluación de la actuación en experimentos”. Algunas las actividades que se pueden realizar son las siguientes:

2.1 Utilizando cilindros y esferas de diferentes masas y tamaños haga una predicción, en base a sus conocimientos sobre el momento de inercia, de las velocidades de rotación al descender por un plano inclinado. Verifique experimentalmente sus predicciones.

Criterios a evaluar: Actitud en el trabajo experimental; utilización del método científico.

Indicador: Trabaja activamente en grupo, aporta y reconoce la contribución de otros miembros de su grupo; busca caminos alternativos aportando iniciativa y creatividad; muestra tener claridad del problema o fenómeno a investigar, formula hipótesis cuando es pertinente, selecciona las variables y diseña procedimientos incluyendo aparatos y materiales adecuados; observa el fenómeno con atención y registra sus características. Hace mediciones con precisión, y las presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos.

2.2 Planifique y realice una investigación experimental práctica acerca de las formas que la mecánica puede ayudar en el rendimiento de los atletas en diferentes disciplinas deportivas. Puede hacerlo en relación, por ejemplo, al movimiento circular y su relación con el lanzamiento del martillo, el momento angular y su relación con el patinaje, etc.

Criterios a evaluar: Actitud en el trabajo experimental; destrezas manuales; utilización del método científico.

Indicadores: Realiza el trabajo experimental con automotivación, enfrenta con entereza los fracasos y persevera repitiendo la actividad haciendo los cambios necesarios para obtener mejores resultados.

Utiliza equipos y aparatos teniendo presente las normas de seguridad; hace mediciones con precisión, y las presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos. Analiza la información y los datos obtenidos, transformándolos y presentándolos en forma adecuada y los conecta con otros conocimientos que le permiten llegar a conclusiones.

2.3 Diseñe y realice un experimento destinado a verificar que la fuerza de roce cinético no depende del área de las superficies en contacto.

Criterios a evaluar: Destrezas manuales; utilización del método científico.

Indicadores: Utiliza los instrumentos de medición cuidando no cometer errores y en forma apropiada. Construye aparatos, arma montajes previamente diseñados, los manipula ordenadamente junto con sus compañeros de grupo; observa el fenómeno con atención y registra sus características; hace mediciones con precisión, y las presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos; analiza la información y los datos obtenidos, transformándolos y presentándolos en forma adecuada y los conecta con otros conocimientos que le permiten llegar a conclusiones.

Sección III

La utilización de diferentes fuentes de información, el saber seleccionarla, sintetizarla, hacer un análisis crítico de ella y presentarla mediante un informe escrito u oral se puede evaluar usando los criterios e indicadores relacionados con “Evaluación en una actividad de recopilación de información”. Algunos ejemplos de actividades a utilizar son:

3.1 Escriba un ensayo acerca de los factores científicamente pertinentes que deberían influenciar la política energética de nuestro país.

Criterios a evaluar: Recolección de la información; procesamiento de la información; entrega de la información.

Indicadores: Busca y utiliza información proveniente de artículos de revistas de divulgación científica y periódicos; recurre a la red Enlaces, internet y programas de computación para recopilar información.

Reconoce la información útil y la selecciona; es capaz de hacer una reflexión crítica sobre lo recopilado.

Maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física; es capaz de interpretar y describir ideas propias o de otras fuentes; procesa y cita las fuentes de información; entrega un informe oral o escrito en forma organizada, utilizando una variedad de técnicas, tales como, esquemas gráficos, dibujos.

3.2 Realice una investigación bibliográfica acerca del fortalecimiento de los músculos y su relación con el gasto de energía muscular. Diseñe una máquina simple que sirva para fortalecer algún músculo, utilizando para su confección materiales y herramientas simples y de fácil adquisición. Por ejemplo, resortes, manillas, cuerdas elásticas, cables, pesas, etc.

Criterios a evaluar: Recolección de la información; procesamiento de la información; entrega de la información.

Indicadores: Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno; busca y utiliza información proveniente de artículos de revistas de divulgación científica y periódicos.

Realiza entrevistas a expertos y autoridades en el tema de investigación.

Reconoce la información útil y la selecciona; organiza la información según las fuentes utilizadas; utiliza, interpreta esquemas y gráficos; maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física.

En una actividad de este tipo es conveniente trabajar en equipo con los profesores o profesoras de los sectores de Educación Física y Biología. El trabajo se puede asignar a un grupo.

3.3 Investigar sobre los medios que utiliza la industria automotriz para disminuir el uso de combustible.

Crterios a evaluar: Recolección de la información; entrega de la información.

Indicadores: Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno; busca y utiliza información proveniente de artículos de revistas de divulgación científica y periódicos; recurre a la red Enlaces e internet.

Maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física; es capaz de interpretar y describir ideas propias o de otras fuentes; entrega un informe oral o escrito en forma organizada, utilizando una variedad de técnicas, tales como, esquemas gráficos, dibujos.

3.4 Investigar sobre los procesos involucrados en la transmisión del movimiento desde el motor de un automóvil hasta la rotación a las ruedas.

Crterios a evaluar: Recolección de la información; procesamiento de la información; entrega de la información.

Indicadores: Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno; busca y utiliza información proveniente de artículos de revistas de divulgación científica y periódicos; realiza entrevistas a expertos y autoridades en el tema de investigación. Organiza la información según las fuentes utilizadas; utiliza, interpreta esquemas y gráficos.

Maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física; es capaz de interpretar y describir ideas propias o de otras fuentes; entrega un informe oral o escrito en forma organizada, utilizando una variedad de técnicas, tales como, esquemas gráficos, dibujos.

2. Ejemplos de evaluación de la unidad 2, Fluidos

Sección I

Los ejemplos que siguen permiten verificar la capacidad de alumnos y alumnas para manejar conceptos y principios físicos elementales relativos a estática y dinámica de fluidos, y su posible relación con otros campos del conocimiento. Por otro lado, la comprensión de estos principios y conceptos físicos debiera capacitar a los estudiantes para la resolución de problemas cuantitativos relevantes y cotidianos, utilizando las matemáticas. Ocasionalmente puede convenir dar una ayuda en el enunciado. También se pueden entregar las relaciones requeridas, ya que el énfasis está en su manejo y no en su memorización. Tener presente, eso sí, que al dar una fórmula se está también sugiriendo un camino de solución.

Estos tipos de preguntas son adecuadas para evaluar los criterios relacionados con preguntas y problemas.

1.1 Para determinar la horizontalidad del borde de una muralla un albañil utiliza una manguera transparente con agua en su interior.

- ¿Qué principio físico utiliza?
- Describa el procedimiento para encontrar puntos a igual nivel con la manguera.

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico, utiliza correctamente nomenclatura, convenciones y unidades; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.2 Cuando un bus adelanta a gran velocidad a un auto pequeño tiende a “succionarlo”. ¿A qué se debe este fenómeno?

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema; enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.3 Explique por qué los aviones deben alcanzar una rapidez de despegue antes de elevarse. Comente por qué si el avión es muy grande ubica sus aletas (alergones) hacia abajo.

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

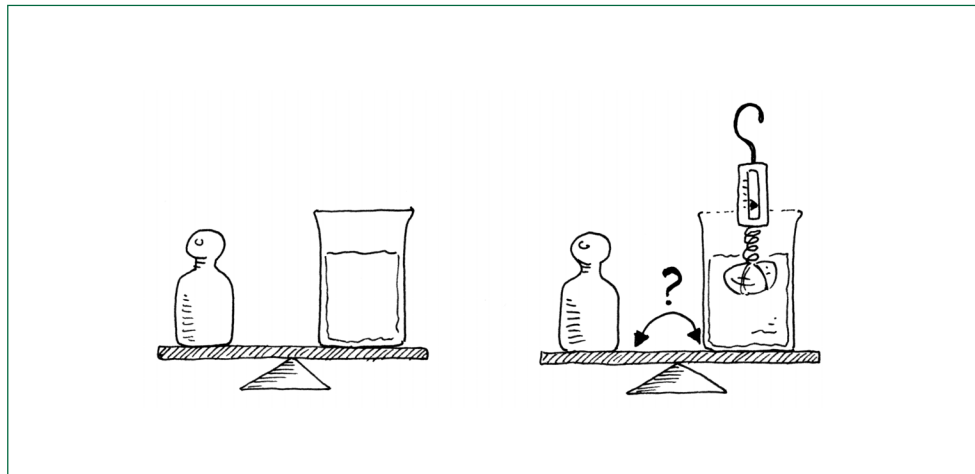
Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema; enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.4 Explique por qué si una plancha de zinc se encuentra mal instalada en un techo podría volar cuando hay tormenta de viento.

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema; enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar al problema; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.5 Explique qué se espera que ocurra con la balanza de la figura, inicialmente en equilibrio, al introducir la piedra en el recipiente permaneciendo ésta unida al dinamómetro.



Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema; enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.6 ¿Cuál es la ventaja de emplear mercurio en el barómetro de Torricelli?

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema; enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico, utiliza correctamente nomenclatura, convenciones y unidades; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.7 ¿Cómo funcionan las ventosas de plástico destinadas a sujetar pequeños objetos?

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

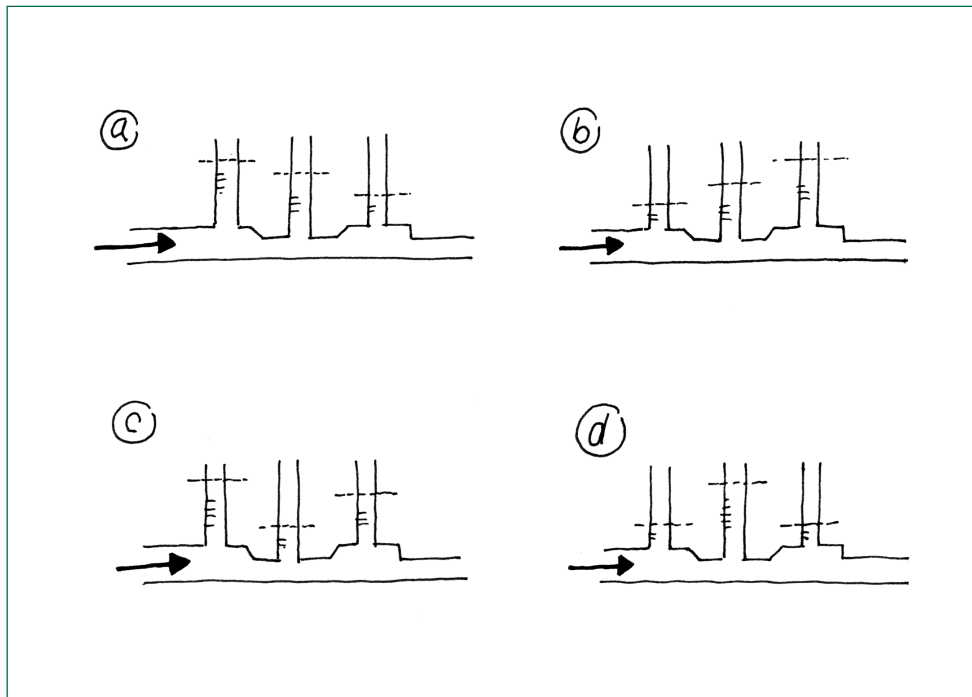
Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.8 Describa lo que ocurre con la presión de la sangre cuando circula en el sistema cardiovascular. Explique cómo se mide.

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Enuncia el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar el problema; maneja con soltura el vocabulario científico; desarrolla y da una explicación fundamentada, utilizando argumentos que muestran un razonamiento coherente y los principios utilizados.

1.9 Por una cañería horizontal, compuesta por partes de diferentes diámetros, fluye un líquido que proviene desde la izquierda. Los tubos verticales muestran el nivel del líquido en diferentes sectores. La altura que alcanzará en cada tubo, ¿queda mejor representada por la figura A, B, C o D?

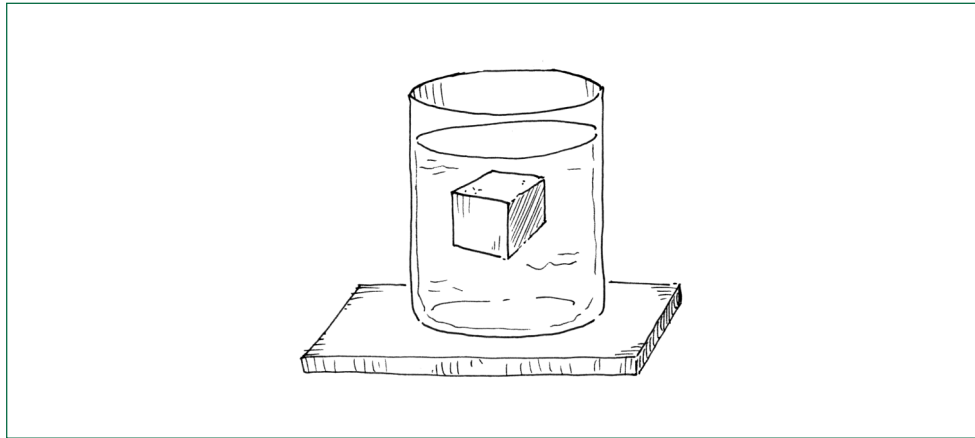


Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema o/y aplica el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar la pregunta.

1.10 Un cubo de 20 cm de lado se sumerge en agua. La presión es mayor en:

- a) la parte superior del cubo
- b) los lados del cubo
- c) la parte inferior del cubo
- d) en ninguno de los casos anteriores; en todas ellas es igual.



Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema o/y aplica el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar la pregunta.

1.11 Después de una abundante pesca, un bote con sus pescadores y pescadoras, hundido hasta la línea de flotación, se interna desde el mar a un río. Este viaje:

- a) se puede tornar peligroso, pues el bote se sumerge más en el río debido a la menor densidad del agua dulce;
- b) se puede tornar peligroso, pues el bote se sumerge menos en el río debido a la menor densidad del agua dulce;
- c) se puede tornar peligroso, pues el bote se sumerge más en el río debido a la mayor densidad del agua dulce;
- d) no es peligroso ya que no varía la parte sumergida.

Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema o/y aplica el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar la pregunta.

1.12 Un cubo de hielo se encuentra flotando en un recipiente que contiene agua. Cuando el hielo se derrite, el nivel del agua:

- a) aumenta
- b) disminuye
- c) se mantiene igual
- d) no se puede determinar

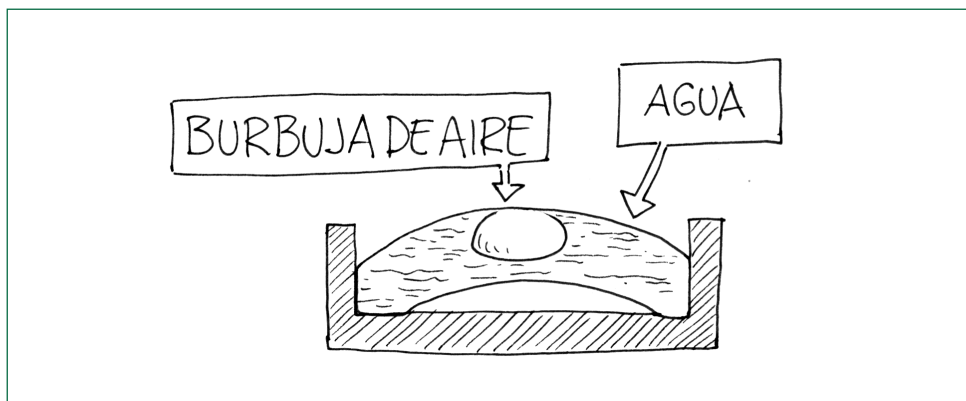
Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema o/y aplica el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar la pregunta.

1.13 Un nivel de burbuja permite verificar la horizontalidad de una superficie. Está formado por un tubo de vidrio curvado en forma de arco adherido a una placa o soporte. El tubo contiene un líquido y una burbuja de aire que se sitúa en la parte superior de la curvatura cuando el sistema se ubica en dirección horizontal.

Para su construcción se aplica:

- el principio de conservación de la energía
- la ley de Bernoulli
- el principio de Arquímedes
- vasos comunicantes



Criterio a evaluar: Conceptos científicos y manejo de contenidos.

Indicadores: Identifica las magnitudes involucradas en el problema o/y aplica el principio físico o relaciones que le permitirán enfrentar la pregunta.

1.14 Suponga que Arquímedes encontró que la corona del rey tenía una masa de 750 gramos y un volumen de 39,8 cm³.

- ¿Cómo cree Ud. que determinó el volumen usando una tina con agua y una regla de medir?
- ¿Era de oro puro la corona?

Dato: densidad del oro = 19300 kg/m³.

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

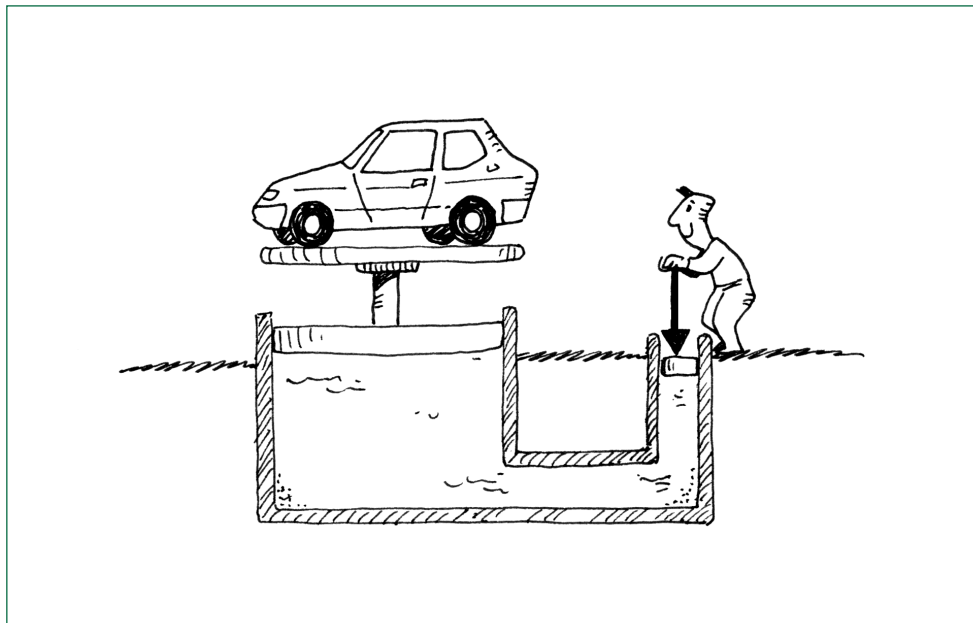
Indicadores: Identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.

- 1.15** Cuando el corazón bombea sangre, ésta pasa primero por la arteria aorta, cuyo diámetro es 2 cm, con una velocidad aproximada 30 cm/s. Luego la sangre se ramifica por las principales arterias y posteriormente por arteriolas. Por último es distribuida por una infinidad de capilares que tienen un diámetro muy pequeño (alrededor de 0,008 mm), pero que en conjunto suman una sección transversal de aproximadamente 2000 cm². Calcule la velocidad media de la sangre por estos capilares.

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado; es capaz de evaluar el resultado en términos de orden de magnitud, y signo matemático y utiliza el Sistema Internacional de unidades, haciendo las transformaciones cuando es necesario; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.

- 1.16** Una persona levanta un automóvil de 1200 kg que es sostenido por un pistón de 2000 cm² de área en una prensa hidráulica (ver figura). Determine el valor de la fuerza que se realiza si el área del pistón que empuja es de 30 cm².



Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema.

1.17 La bomba de agua en un carro de bomberos marca una presión máxima de 300 kPa. ¿Podría llegar el agua hasta una ventana que se encuentre a 25 metros de altura?

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado.

1.18 Un tanque de agua de 20 metros de diámetro y abierto en su parte superior tiene una salida de 5 centímetros de diámetro que se encuentra a 5 metros por debajo del nivel del agua.

- a) ¿Con qué velocidad sale el agua?
- b) ¿Cuál es el caudal de agua aproximado en los primeros minutos?

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

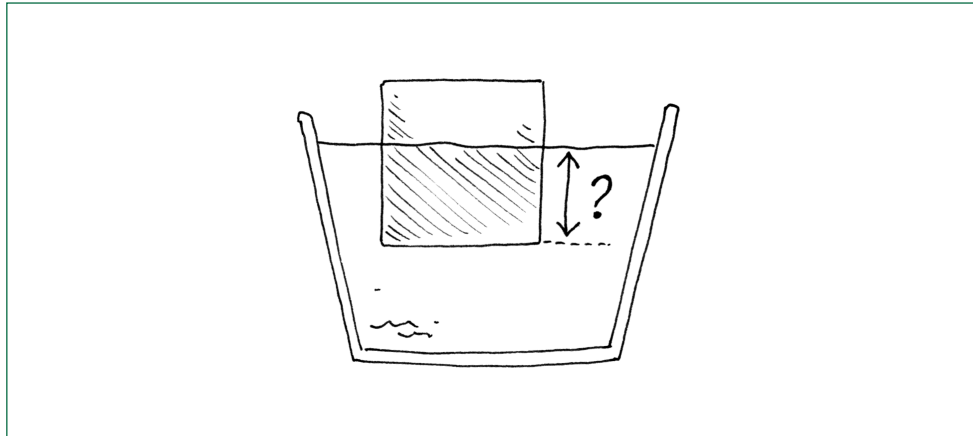
Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema; es capaz de evaluar el resultado en términos de orden de magnitud, utiliza el Sistema Internacional de unidades, haciendo las transformaciones cuando es necesario.

1.19 Un recipiente abierto contiene agua hasta una altura de 20 cm. Sobre ella se vierten 10 cm adicionales de aceite (densidad $0,8 \text{ g/cm}^3$) ¿Cuál es aproximadamente la presión total en el fondo del recipiente? Exprese el resultado en Atm, cm de Hg, pascales.

Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; manipula, transforma o extrae conclusiones, utilizando sus conocimientos sobre el tema, y aplica procesos matemáticos adecuados para la resolución del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado.

- 1.20 Un cubo de madera (densidad $0,4 \text{ g/cm}^3$) de 10 cm de arista flota en agua con una de sus superficies paralela a la superficie del agua. ¿Qué parte de la arista queda sumergida?**



Criterio a evaluar: Procesamiento de datos y manejo de lo cuantitativo.

Indicadores: Presenta una lista con las magnitudes que directamente se entregan en el problema y es capaz de extraer y seleccionar datos que no están señalados explícitamente en el enunciado del problema; identifica la pregunta y/o las cantidades que se deben encontrar, selecciona y aplica relaciones para inferir resultados numéricos y dimensionales, evaluando con espíritu crítico su significado.

Sección II

Los trabajos experimentales realizados por las alumnas y alumnos ya sean éstos en grupos o individuales pueden ser evaluados tomando en cuenta los criterios relacionados con “evaluación de la actuación en experimentos”. Algunas actividades que se pueden realizar son las siguientes:

- 2.1 En el comercio existe una variada gama de toallas de papel, servilletas, pañales desechables, etc. que tienen como fin absorber por capilaridad los líquidos. Elija una familia de estos elementos (por ejemplos diferentes marcas de servilletas), diseñe y realice las observaciones experimentales para determinar la que cumple mejor su función.**

Criterios a evaluar: Actitud en el trabajo experimental; utilización del método científico.

Indicadores: Trabaja activamente en grupo, aporta y reconoce la contribución de otros miembros de su grupo; realiza el trabajo experimental con automotivación, enfrenta con entereza los fracasos y persevera repitiendo la actividad haciendo los cambios necesarios para obtener mejores resultados.

Muestra tener claridad del problema o fenómeno a investigar, formula hipótesis cuando es pertinente, selecciona las variables y diseña procedimientos incluyendo

aparatos y materiales adecuados; observa el fenómeno con atención y registra sus características. Hace mediciones con precisión, y las presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos; analiza la información y los datos obtenidos, transformándolos y presentándolos en forma adecuada y los conecta con otros conocimientos que le permiten llegar a conclusiones.

2.2 Utilizando jeringas, tubos, mangueras, etc. diseñe y construya una gata hidráulica.

Criterios a evaluar: Actitud en el trabajo experimental; destrezas manuales.

Indicadores: Trabaja activamente en grupo, aporta y reconoce la contribución de otros miembros de su grupo; realiza el trabajo experimental con automotivación, enfrenta con entereza los fracasos y persevera repitiendo la actividad haciendo los cambios necesarios para obtener mejores resultados.

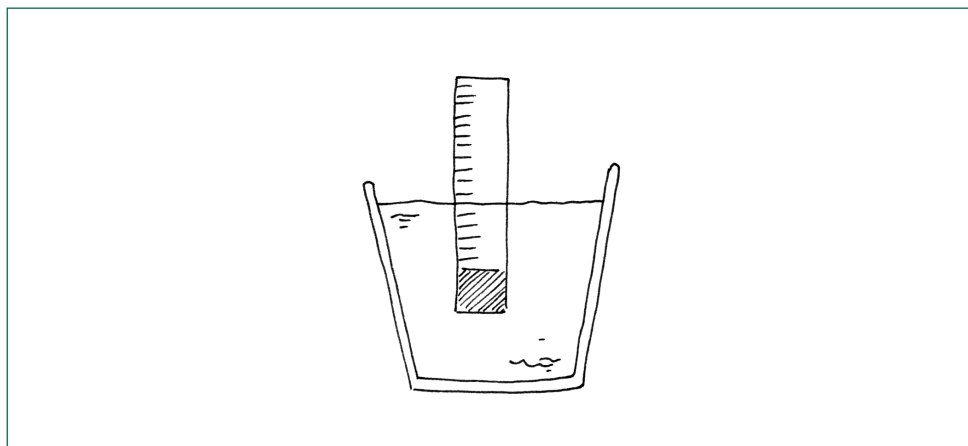
Utiliza equipos y aparatos teniendo presente las normas de seguridad; construye aparatos, arma montajes previamente diseñados, los manipula ordenadamente junto con sus compañeros de grupo.

2.3 Se afirma que la velocidad límite de un paracaidista depende de la superficie del paracaídas. Diseñe y realice una investigación experimental que permita validar la afirmación anterior.

Criterios a evaluar: Utilización del método científico.

Indicadores: Muestra tener claridad del problema o fenómeno a investigar, formula hipótesis cuando es pertinente, selecciona las variables y diseña procedimientos incluyendo aparatos y materiales adecuados; observa el fenómeno con atención y registra sus características. Hace mediciones con precisión, y las presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos; analiza la información y los datos obtenidos, transformándolos y presentándolos en forma adecuada y los conecta con otros conocimientos que le permiten llegar a conclusiones.

2.4 Construya y gradúe un densímetro. Explique las bases de su funcionamiento y mida con él la densidad de un líquido que le sea desconocido.



Criterio a evaluar: Destrezas manuales; utilización del método científico.

Indicadores: Utiliza los instrumentos de medición cuidando no cometer errores y en forma apropiada; utiliza equipos y aparatos teniendo presente las normas de seguridad; construye aparatos, arma montajes previamente diseñados, los manipula ordenadamente junto con sus compañeros de grupo.

Hace mediciones con precisión, y las presenta en forma organizada utilizando esquemas, tablas o gráficos; analiza la información y los datos obtenidos, transformándolos y presentándolos en forma adecuada y los conecta con otros conocimientos que le permiten llegar a conclusiones.

Sección III

La utilización de diferentes fuentes de información, el saber seleccionarla, sintetizarla, hacer un análisis crítico de ella y presentarla mediante un informe escrito u oral se puede evaluar usando los criterios e indicadores relacionados con “Evaluación en una actividad de recopilación de información”. Algunos ejemplos de actividades a utilizar son:

3.1 Realice una investigación bibliográfica para explicar el funcionamiento de los indicadores de presión, incluyendo el manómetro de presión de aire para neumático y sus aplicaciones para medir al altura sobre el nivel del mar.

Criterios a evaluar: Recolección de la información; procesamiento de la información; entrega de la información.

Indicadores: Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno; realiza entrevistas a expertos y autoridades en el tema de investigación.

Reconoce la información útil y la selecciona; utiliza, interpreta esquemas y gráficos. Maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física; entrega un informe oral o escrito en forma organizada, utilizando esquemas gráficos, dibujos.

3.2 Construya una escala de tiempo en donde se muestre a físicos y sus contribuciones al estudio de los fluidos.

Criterios a evaluar: Recolección de la información; entrega de la información.

Indicadores: Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno; busca y utiliza información proveniente de artículos de revistas de divulgación científica y periódicos; recurre a la red Enlaces e internet.

Maneja y utiliza un lenguaje apropiado mostrando conocimiento del significado de conceptos y definiciones relacionados con la física.

Procesa y cita las fuentes de información; entrega un informe oral o escrito en forma organizada, utilizando una variedad de técnicas de comunicaciones, tales como, esquemas gráficos, dibujos.

3.3 Investigue sobre el aparato circulatorio y analícelo como un sistema físico en donde se pueden destacar conductos de fluidos que se pueden obstruir, válvulas, máquina de bombeo , etc.

Criterios a evaluar: Recolección de la información; procesamiento de la información; entrega de la información.

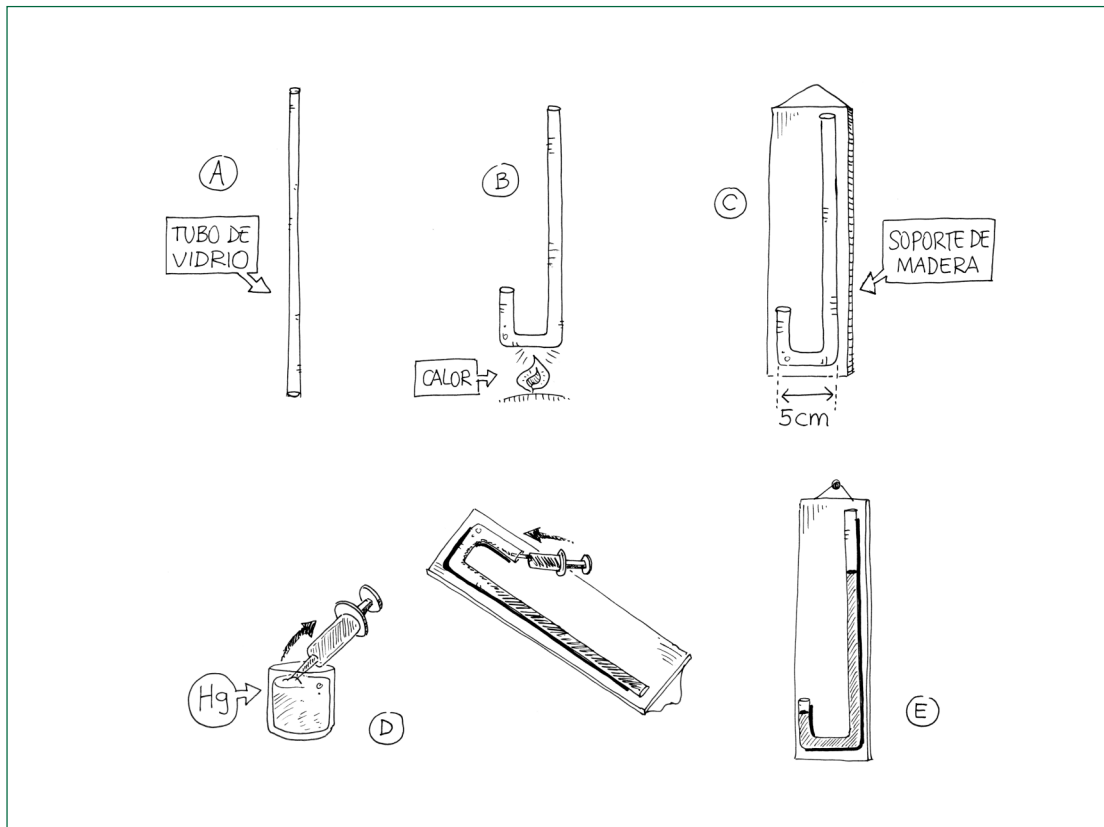
Indicadores: Utiliza la biblioteca y los recursos bibliográficos de su entorno; realiza entrevistas a expertos y autoridades en el tema de investigación.

Reconoce la información útil y la selecciona; es capaz de hacer una reflexión crítica sobre lo recopilado; utiliza, interpreta esquemas y gráficos.

Procesa y cita las fuentes de información; entrega un informe oral o escrito en forma organizada, utilizando una variedad de recursos, tales como, esquemas gráficos, dibujos.

Anexo C: Elementos de laboratorio

Construcción de un barómetro tipo Torricelli:



Aquí se ilustra un modo seguro y eficiente de fabricar un barómetro de mercurio. (a) Tubo de vidrio de 1,1 m de longitud y de 0,5 cm o menos de diámetro. (b) En un mechero (o cocina de gas) se cierra el extremo superior y se dobla en U de modo que la distancia entre los segmentos sea de unos 5 cm, quedando uno de los brazos de unos 90 cm y el otro de unos 15 cm. (c) Afirmary el tubo de madera, al cual se le puede colocar un gancho para colgarlo. (d) Poner el barómetro en la posición que se indica y proceder a echarle mercurio por medio de una jeringa. Se necesitan unos 300gr de Hg. (e) Enderezar el barómetro y medir la diferencia de niveles.

Como el proceso de construcción de este barómetro es muy instructivo, pero como no es conveniente estarlo repitiendo en cada curso y cada año, para que todos los alumnos y alumnas puedan verlo se recomienda hacer que el club de video del colegio filme el proceso. Conviene planificar muy bien lo que se va a hacer y lo que se va a filmar.

Listado de material de laboratorio

Para realizar las experiencias propuestas en el programa se requieren elementos muy simples y que se encuentran con facilidad.

Unidad 1, Mecánica:

3 Perfiles (U, Λ, u otro) de aluminio de unos 2 m cada uno. Tablas para sostener perfiles de aluminio y para servir de planos inclinados. Bloques de madera y otros materiales. Dinamómetro, tubos de PVC y metálicos. Bolitas de acero, vidrio, etc. Cuerdas. Plasticina. Rueda de bicicleta. Silla giratoria. Auto de juguete a pila. Plataforma giratoria, vasos conserveros, velas corrientes.

Unidad 2, Fluidos:

Botellas, frascos y recipientes de variadas formas. Mangueras plásticas de distintos diámetros. Pajillas para tomar bebidas. Jeringas plásticas. Tubos de vidrio, rectos (de 1,5 m de longitud) y en U (5 mm interior). Medidor de presión para neumáticos. Ventosa plástica o de goma. Pelotas de ping-pong. 300 gramos de mercurio.

Anexo D: Unidades y símbolos

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

Unidades básica			Algunas unidades derivadas			
Cantidad	Nombre	Símbolo	Cantidad	Nombre	Símbolo	
longitud	metro	m	frecuencia	hertz	Hz	s ⁻¹
masa	kilogramo	kg	velocidad		m/s	
tiempo	segundo	s	aceleración		m/s ²	
corriente eléctrica	ampere	A	fuerza	newton	N	kg • ms ⁻²
temperatura	kelvin	K	presión	pascal	Pa	N/m ²
			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

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

Factores de conversión aproximados entre unidades frecuentes de presión:

	Atm	Pa (<i>pasca</i>)	mm Hg (<i>torr</i>)	bar	lb/plg ²
1 Atm	1	1,013·10 ⁵	760	1,01	14,7
1 Pa (<i>pasca</i>)	9,87·10 ⁻⁶	1	7,5·10 ⁻³	10 ⁻⁵	1,450·10 ⁻⁴
1 mm Hg	1,32·10 ⁻³	1,33·10 ²	1	1,33·10 ⁻³	0,1943
1 bar	9,87·10 ⁻¹	10 ⁵	750	1	14,509
1 lb/plg²	6,805·10 ⁻²	6,895·10 ³	5,171	6,892·10 ⁻²	1

Un bar corresponde por definición a 10⁵ pascales. Su submúltiplo, el milibar (mbar), se usa corrientemente en meteorología así como en técnicas de vacío, y corresponde a 10⁻³ bar.

Anexo E: Bibliografía

Libros, revistas, software, videos, direcciones de internet

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

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 o profesora.

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

Claridad en la exposición de conceptos, variedades de ejemplos, actividades y novedosos problemas lo convierten en un excelente apoyo para este programa.

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

En el tomo I se tratan los contenidos de este programa. Lo caracteriza un buen nivel de exposición de los temas, buenas ilustraciones y una buena cantidad de problemas para cada uno de los temas que trata. No deja de lado los aspectos históricos y posee excelentes apartados con temas bien escogidos.

Su nivel matemático se limita sólo al álgebra.

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

Trata todos los temas 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.

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

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 el lector o lectora tenga acceso a las fuentes originales. La lectura y análisis de algunos de sus capítulos puede resultar enormemente enriquecedor.

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 profesores y

profesoras, así como a los 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 la convierten en una lectura conveniente para todos los actores de este programa.

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

Texto breve pero de gran importancia, posibilita que los estudiantes 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, 2ª edición. USA. 738 páginas.

El énfasis en el concepto, explicaciones entretenidas, preguntas y actividades lo hacen muy atractivo, permitiendo que alumnos y alumnas comiencen 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.

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.

Perrelman, 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.

Sagan, Carl (1980). *Cosmos*. Editorial Planeta. S. A. 365 páginas.

Magistral obra que, aun pasados los años, conserva su vigencia, al igual que la serie de televisión del mismo nombre. En esta obra describe con gran estilo y belleza “una evolución de quince mil millones de años que ha transformado la materia en vida y consciencia”.

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

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

Wilson, Jerry D. (1994). *Física*. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México. 776 páginas.

Obra muy completa, con variados ejemplos y demostraciones experimentales. Gran número de ejercicios y excelentes ilustraciones.

Zamorano, Nelson (1995). *Introducción a la Mecánica*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 500 páginas.

Obra muy completa. Si bien es un curso de nivel universitario, para los profesores y profesoras resulta de gran ayuda: muy buenas explicaciones y excelentes ilustraciones acompañados de un gran número de ejemplos, problemas y ejercitación.

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.

Softwares educativos:

Historia del Tiempo, Interactiva, Editorial Anaya.

Enciclopedia Encarta, Microsoft.

Distant Suns, First Light, Versión 1.0

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 capítulos 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 la última edición del Catálogo CRA, Ministerio de Educación.

Algunas direcciones de internet que pueden resultar interesantes.

<http://aagc.dis.ulpgc.es/aagc.html>
<http://academia.col.itesm.mx/materias/fisica/doppler/index.htm>
<http://beast.as.arizona.edu/MovieGallery/mg2.html>
<http://csep10.phys.utk.edu/astr162/lect/index.html>
<http://ctios6.ctio.noao.edu/~claudio/comen.html>
<http://dir.lycos.com/Science/Astronomy/>
<http://encke.jpl.nasa.gov/>
<http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/heasarc/videos/education.html>
<http://irtf.ifa.hawaii.edu/MOWG/othermissions.html>
<http://jean-luc.ncsa.uiuc.edu/Exhibits/>
<http://jean-luc.ncsa.uiuc.edu/World/world.html>
<http://leonids.hq.nasa.gov/leonids/>
<http://library.thinkquest.org/3082/index.htm>
<http://members.xoom.com/espacio/>
<http://olmo.pntic.mec.es/~hiparco/index.html>
<http://opposite.stsci.edu/pubinfo/index.html>
<http://personal.redestb.es/juanlois/capostol.html>
<http://physicsweb.org/TIPTOP/VLAB/>
<http://planetary.org/>
<http://pop.life.uiuc.edu/~alynch/macearth.html#spac>
<http://search.espanol.yahoo.com/search/espanol?p=astronom%Eda>
<http://servedby.advertising.com/click/site=491/bnum=91500248>
<http://snoopy.gsfc.nasa.gov/~orfeus2/science.html>
http://solar.physics.montana.edu/YPOP/FilmFestival/movie_examples.html
<http://suhep.phy.syr.edu/courses/modules/LIGHTCONE/galilean.html>
<http://suhep.phy.syr.edu/courses/modules/LIGHTCONE/newton.html>
<http://thecity.sfsu.edu/~lgkira/astro.htm>
<http://webserver.pue.udlap.mx/~aleph/alephzero8/neutrinos.html>
<http://webserver.pue.udlap.mx/~aleph/alephzero8/particulas.html>
<http://webserver.pue.udlap.mx/~aleph/alephzero8/quantum.html>
<http://www.10d10.com/>
<http://www.astrored.org/>
<http://www.astrored.org/digital/>
<http://www.astrored.org/efem/>
<http://www.astrored.org/internetEI «internet»/internet/superlinks1.html>
<http://www.athena.ivv.nasa.gov/curric/space/solterr/output.html>
<http://www.censolar.es/>
<http://www.civila.com/chile/astrocosmo/55cancri.htm>
<http://www.civila.com/chile/astrocosmo/conteni.html>
<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/index.html>

<http://www.colorado.edu/UCB/AcademicAffairs/ArtsSciences/physics/PhysicsInitiative/Physics2000/index.pl?Type=TOC>
<http://www.das.uchile.cl/index.htm>
<http://www.das.uchile.cl/links.html>
<http://www.enlaces.cl>
<http://www.fisica.edu.uy/PAGES/oalm/eclipses/eclip.html>
<http://www.fiz.uni-lj.si/astro/deepsky/aat/astroimages.html>
<http://www.geocities.com/Athens/Delphi/8951/campos.htm>
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/1719/experimentos.html>
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2921/anisotropy.html>
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2921/cosmolog.htm#Contenidos>
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/2921/cronolog.htm>
<http://www.iac.es/gabinete/inves/linea1.htm>
<http://www.iac.es/gabinete/inves/linea4.htm>
<http://www.if.ufrj.br/teaching/phys2.html>
http://www.japan.park.org/Japan/NTT/MUSEUM/html_st/star/index_c_e.html
<http://www.jpl.nasa.gov/cassini/Images/artwork/>
<http://www.mos.org/sln/toe/toe.html>
<http://www.mtwilson.edu/Science/index.html>
http://www.mtwilson.edu/Tour/Museum/Exhibit_A/index.html
<http://www.oei.org.co/fpciencia/art15.htm>
<http://www.physicsweb.org/TIPTOP/VLAB/>
<http://www.rockhounds.com/rockshop/marsrock.html>
<http://www.sadeya.cesca.es/~pdiaz/laberint/preambul.htm>
<http://www.sai.msu.su/apod/index/LocalGroup.html>
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
<http://www.sc.mahidol.ac.th/>
<http://www.uat.mx/Vinculos/planeta/video2.html>
<http://www.ucm.es/info/Astrof/sol.html>
<http://www.vcas.org/astrocon/>
<http://www.zib.de/Visual/projects/ART/index.html>
<http://www3.uniovi.es/MIBI/ciencia/>
<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Einstein.html>

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 de que este programa de estudio se publique.

Índice alfabético

A

aceleración centrípeta, 21, 23, 24

ala de avión, 88

altímetro, 70

angular

desplazamiento, 23

momento, 31, 35

rapidez, 21, 23

velocidad, 31

aprendizajes esperados de la unidad

fluidos, 57

mecánica, 19

Arquímedes de Siracusa, 31, 96

principio de, 56, 57, 76, 77, 79, 90, 118

Atm, 70

atmósfera, 71

avión, ala de, 88

B

barómetro

anaeróbico, 71

de mercurio, 68

Bernoulli, Daniel, 95

ecuación de, 84

ley de, 56, 57, 84-88, 118

bomba de

agua, 68, 74

vacío, 72

Boyle, Robert, 96

C

caída libre, energía en la, 37, 40

calor, 42, 43, 50, 130

capilaridad, 80, 81

centrifuga, fuerza, 28

centrifugadoras, 29

centrípeta

aceleración, 21

fuerza, 25-27

cm de Hg, 70

conservación de la energía, 18

constante de

elasticidad, 43

gravitación universal, 43

contenidos mínimos

fluidos, 56

mecánica, 18

corazón, 93

cuadro sinóptico de las unidades, 15

Curie, María, 97

chanfle, 91

D

densidad, 63

Descartes, René, 78

desplazamiento angular, 23

dinámica del movimiento circular, 25

dinamómetro, 25-27, 48, 49, 51, 76, 82

dispensador de agua, 74

E

ecuación de segundo grado, 20

empuje, 77

energía

cinética, 37, 38

cinética de rotación, 37, 42

disipación de, 50

en la montaña rusa, 44

gráficos de, 44, 46

mecánica, 37

potencial, 37

potencial elástica, 43

potencial gravitatoria, 37, 39, 43

unidad de, 37

y roce, 48

equilibrio, 44, 45

esfigmomanómetro, 94

estimación, 50

- F**
 flotabilidad, 76
 fluidos, 56
 Formación Diferenciada, 27, 29
 frenos hidráulicos, 66
 fuerza
 centrípeta, 25-27
 de roce, 25, 89
 ficticia, 29
 normal, 48
 vector, 25
- G**
 gases, 56, 59, 60, 63
 giroscopio, 36
 Guericke, Otón von, 68, 95, 96
- H**
 hidrodinámica, 56, 84
 hidrostática, 56, 59
- I**
 incerteza, 20
 indicaciones al docente
 fluidos, 58
 mecánica, 20
 internet, 35, 94-96, 104, 129, 132
- J**
 joule, 37, 39, 40
- L**
 Leavitt, Henrietta, 97
 ley de conservación
 de la energía, 41, 42, 44, 47, 52
 del momento angular, 31
 líquidos, 59
 ludión, 78
 Luna, movimiento de la, 27
- M**
 magnitudes
 escalares, 22
 vectoriales, 22, 25
 manómetro médico, 93
 máquina hidráulica, 60
 matemática, 20, 51
 materia
 estados de la, 59
 propiedades generales, 59
 mecánica, 18
 mercurio, 58, 59
 mm de Hg, 70
 momento
 angular, 31, 35
 de inercia, 31, 32, 42
 montaña rusa, 44, 46, 50
 movimiento circular, 18, 21, 24
- N**
 Noether, Emmy, 97
- O**
 Objetivos Fundamentales, 14
- P**
 pascal unidad de presión, 60, 70
 Pascal, Blas, 95, 96
 experimento de, 70
 principio de, 60, 66
 peso, 25
 prensa hidráulica, 66
 presión
 de aire en un neumático, 62
 definición de, 60
 diastólica, 94
 en líquidos, 63, 65
 hidrostática, 60
 sanguínea, 93
 sistólica, 94
 y su medición, 60
 principio de Arquímedes, 31, 76, 99
 principio de Pascal, 66, 99
 Puy-de-Dôme, 70
- R**
 radian, 21
 rapidez, 24
 angular, 21, 23, 42
 lineal, 21
 roce, 42
 coeficiente de, 48, 49, 51
 dinámico, 48
 estático, 48
 fuerza de, 25
 y energía, 48

- y velocidad límite, 89
- S**
- Salas Edwards, Ramón, 96
- satélite, movimiento de un, 27
- segunda ley de Newton, 26, 27, 89
- sifón, 69
- sistema cardiovascular, 93
- sistema internacional de unidades (S.I.), 37, 39, 60, 61, 127
- Sol, 60
- sólidos, 59
- T**
- teflón, 80, 83
- tensión superficial, 82
- torr, 70
- Torricelli, barómetro de, 60, 65, 68, 70, 73, 115, 125
- Torricelli, Evangelista, 95, 96
- trabajo, concepto de, 37
- trigonometría, 38
- U**
- unidades
 - de presión, 70, 127
 - en el movimiento circular, 21
 - sistema internacional de, 127
- V**
- vacío
 - barométrico, 73
 - bombas de, 72
 - en el barómetro de mercurio, 68
 - en laboratorios, 72
 - terror al, 68
- vasos comunicantes, 65
- vector, 20-25, 38
 - aceleración centrípeta, 23
 - fuerza, 25
 - posición, 23
 - producto con escalar, 23
 - suma, 23
 - velocidad, 23
- velocidad
 - angular, 22, 31, 35
 - como vector, 21
 - instantánea, 23
 - límite, 89, 90
 - ventosa, 69
 - viscosidad, 89, 90

Objetivos Fundamentales y

Contenidos Mínimos Obligatorios

Primer a Cuarto Año Medio

Objetivos Fundamentales

1^o*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^o*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^o*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^o*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^o

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^o

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^o

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^o

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

El calor

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

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

Fluidos

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

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

- d. Observación y caracterización del fenómeno de la capilaridad. Su importancia en el mundo vegetal, animal y otros ejemplos.
2. Hidrodinámica
 - a. Expresión de Daniel Bernoulli para la conservación de la energía en un fluido. Discusión y aplicaciones a situaciones como la sustentación de los aviones, los sistemas de regadío, 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.

*“...haz capaz a tu escuela de todo lo grande
que pasa o ha pasado por el mundo.”*

Gabriela Mistral



www.mineduc.cl