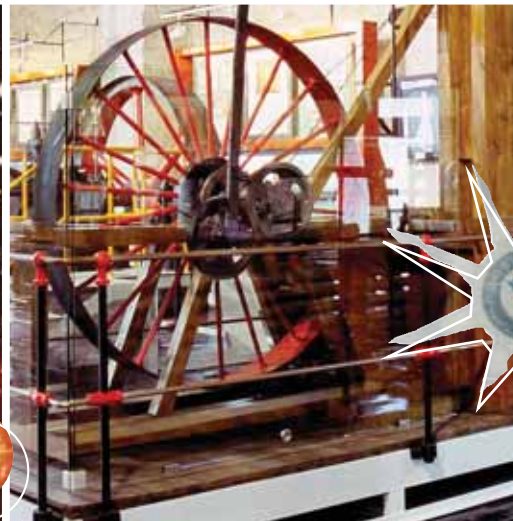


# Física



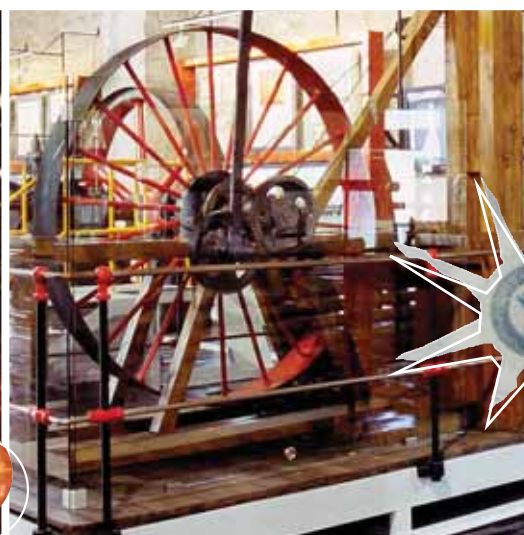
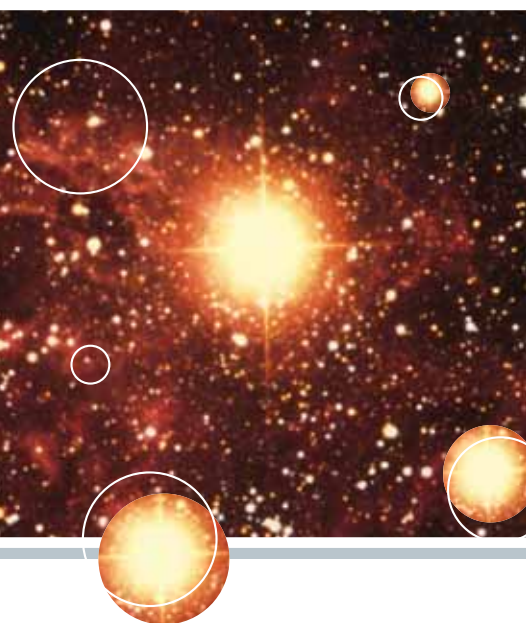
**NIVEL SECUNDARIO PARA ADULTOS**

Módulos de Enseñanza Semipresencial



MINISTERIO de  
**EDUCACIÓN**  
CIENCIA y TECNOLOGÍA  
PRESIDENCIA de la NACIÓN

# Física



**NIVEL SECUNDARIO PARA ADULTOS**

Módulos de Enseñanza Semipresencial

PRESIDENTE DE LA NACIÓN  
Dr. Néstor Kirchner

MINISTRO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
Lic. Daniel Filmus

SECRETARIO DE EDUCACIÓN  
Lic. Juan Carlos Tedesco

SUBSECRETARIA DE EQUIDAD Y CALIDAD  
Lic. Alejandra Birgin

DIRECTORA NACIONAL DE GESTIÓN CURRICULAR Y FORMACIÓN DOCENTE  
Lic. Laura Pitman

DIRECTORA NACIONAL DE PROGRAMAS COMPENSATORIOS  
Lic. María Eugenia Bernal

COORDINADOR DE EDUCACIÓN DE JÓVENES Y ADULTOS  
Prof. Manuel Luis Gómez

GOBERNADOR DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
Ing. Felipe Solá

DIRECTORA GENERAL DE CULTURA Y EDUCACIÓN  
Dra. Adriana Puiggrós

SUBSECRETARIO DE EDUCACIÓN  
Ing. Eduardo Dillon

DIRECTORA PROVINCIAL DE ENSEÑANZA  
Prof. Graciela De Vita

DIRECTOR DE EDUCACIÓN DE ADULTOS Y FORMACIÓN PROFESIONAL  
Prof. Gerardo Bacalini

SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN DE ADULTOS  
Prof. Marta Ester Fierro

SUBDIRECTOR DE FORMACIÓN PROFESIONAL  
Prof. Edgardo Barceló

Nivel secundario para adultos : módulos de enseñanza semipresencial : física - 1a ed. -  
Buenos Aires : Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2007.

156 p. ; 30x21 cm.

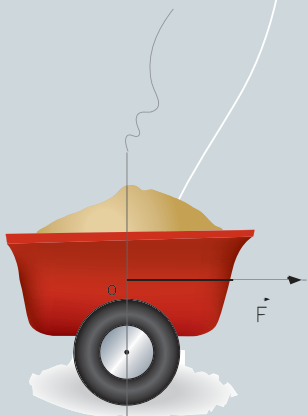
ISBN 978-950-00-0586-9

1. Física-Educación a Distancia.  
CDD 530 : 374 4

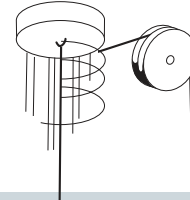
# ÍNDICE



<b>Presentación</b> .....	7
Objetivos.....	8
Esquema conceptual de contenidos.....	9
<b>Unidad 1: La construcción de la Física</b> .....	11
Introducción.....	12
Preguntas orientadoras de la Unidad.....	12
El Universo en la antigüedad.....	13
La necesidad de unidades de medida.....	15
Los sistemas de medidas.....	16
Las primeras civilizaciones y el plano inclinado.....	18
Analizando físicamente el plano inclinado.....	19
Condición de equilibrio en el plano inclinado.....	20
Las poleas.....	22
La polea simple.....	22
La polea móvil y la ganancia de fuerza.....	23
Conectando poleas: los aparejos.....	24
Arquímedes: la ley de la palanca.....	26
Condición de equilibrio de la palanca.....	27

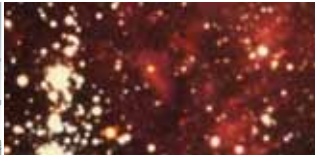
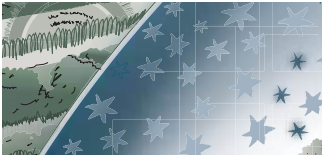
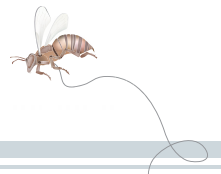
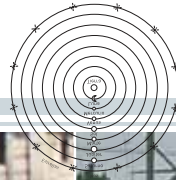




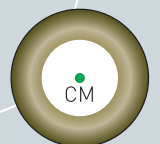
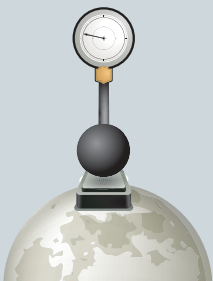


Tipos de palancas.....	28
La Física aristotélica.....	31
Las leyes aristotélicas del movimiento.....	31
La Astronomía aristotélica.....	32
La hipótesis copernicana.....	34
Los modelos astronómicos.....	36
Inconvenientes que enfrentó la Física aristotélica.....	37
Un primer inconveniente: la caída de los cuerpos.....	37
Un segundo inconveniente: la inercia.....	39
Un tercer inconveniente: las órbitas elípticas.....	41
La caída de la Física aristotélica: la ley de gravitación universal.....	43
La máquina del mundo .....	45
<b>Unidad 2: El mundo mecánico de Newton.....</b>	<b>47</b>
Introducción.....	48
Preguntas orientadoras.....	48
Problemas para describir el movimiento.....	49
El sistema de referencia.....	51
El cuerpo puntual.....	53
Rapidez media y rapidez instantánea.....	54
Velocidad.....	56
Aceleración media y aceleración instantánea.....	57
Movimientos Rectilíneos.....	59
Caída libre.....	60
Cálculo de la velocidad y de la distancia recorrida en caída libre....	62
Relación entre fuerza y movimiento.....	64
¿Qué es una fuerza?.....	65
Fuerza y aceleración.....	66



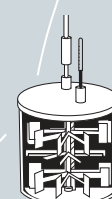
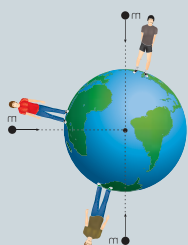


Unidades de fuerzas.....	68
El vector fuerza.....	69
Principio de acción y reacción.....	72
Una fuerza muy especial: el peso.....	75
Masa y peso.....	76
Trabajo mecánico.....	78
<b>Unidad 3: Una nueva interpretación de la naturaleza: la Energía</b>	<b>81</b>
Introducción.....	82
Preguntas orientadoras.....	82
¿Qué entendemos por Energía?.....	83
Sistemas y Energía.....	84
Trabajo mecánico y Energía cinética.....	86
Definiendo el concepto de Energía.....	88
Trabajo mecánico y Energía potencial.....	89
Formas de Energía.....	91
¿Es el calor una forma de Energía?.....	95
Energía y alimentación.....	96
Transformaciones de la Energía.....	98
La conservación de la Energía Mecánica.....	100
El calor: ¿un problema para la conservación de la Energía?....	101
Potencia.....	103
Las unidades de Potencia.....	105
Eficiencia.....	107
Entonces: ¿qué es la Energía?.....	108
Un problema de vital importancia.....	109
Fuentes alternativas de Energía.....	110





<b>Unidad 4: La Física del siglo XXI</b> .....	115
Introducción.....	116
Preguntas orientadoras.....	116
El surgimiento de la Física Moderna.....	117
El físico en el mundo actual.....	118
Los físicos en el campo de la economía: la Econofísica.....	119
La Física del consumo.....	119
La Física en el área biomédica.....	121
Los Rayos X.....	122
Medicina Nuclear y Radioterapia.....	122
Otros dispositivos de diagnóstico por imágenes.....	124
Astrofísica.....	126
El origen del Universo.....	127
¿Hay fuego en el Sol?.....	128
La Astrofísica y la ciencia ficción.....	129
Física y desarrollo militar: el láser.....	130
Aplicaciones pacíficas del láser.....	131
Láser y desarrollo militar.....	131
Física y desarrollo sustentable.....	134
La educación en ciencias.....	136
¿Qué se entiende por “alfabetización científica”?.....	136
 <b>A modo de conclusión</b> .....	 138
 <b>Clave de corrección</b> .....	 139
 <b>Bibliografía</b> .....	 151





# Presentación

Actualmente existe acuerdo social sobre la importancia de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales en general, y de la Física en particular. Este acuerdo se fundamenta en la necesidad de profundizar una formación crítica, que nos permita conocer y comprender cuestiones relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico, para poder así tomar decisiones y defender de un modo más apropiado los derechos democráticos de cada ciudadano, del presente y de las generaciones futuras.

A tal efecto, a lo largo de este Módulo iremos desarrollando diversos contenidos de Física, integrándolos con la realidad cotidiana y, en lo posible, teniendo en cuenta los factores económicos involucrados.

La primera Unidad tiene como propósito que usted se introduzca en la manera en que se fueron produciendo los conocimientos físicos a lo largo de la historia humana, y la forma en la que se siguen generando actualmente.

En la segunda Unidad le presentamos los conceptos básicos de la Mecánica, se los formaliza matemáticamente y se los aplica para comprender parte del mundo en su aspecto mecánico.

La tercera Unidad se centra en el concepto de Energía, posiblemente el más importante de la Física. Mediante su comprensión se analizan aspectos de la vida cotidiana así como la importancia de los recursos energéticos y la inversión económica en el desarrollo científico tecnológico.

Finalmente, en la última Unidad le ofrecemos una visión crítica de la Física, de sus aplicaciones pacíficas y bélicas. Nuestra intención es generar debates y aportar al desarrollo de una conciencia crítica.

Las actividades son variadas y de diferente grado de complejidad, y usted las encontrará tanto al principio, durante o al final del tema. En general, las actividades presentadas al inicio de los temas son para que usted pueda reflexionar sobre sus conocimientos previos al respecto, y luego ir profundizando o reformulando sus saberes. Para resolver algunos ejercicios numéricos sería conveniente disponer de una calculadora científica. Al final de cada Unidad encontrará actividades integradoras.

Deseamos que disfrute de la Física y del descubrimiento de todo lo que ella puede permitirle reconocer y explicar sobre la naturaleza.



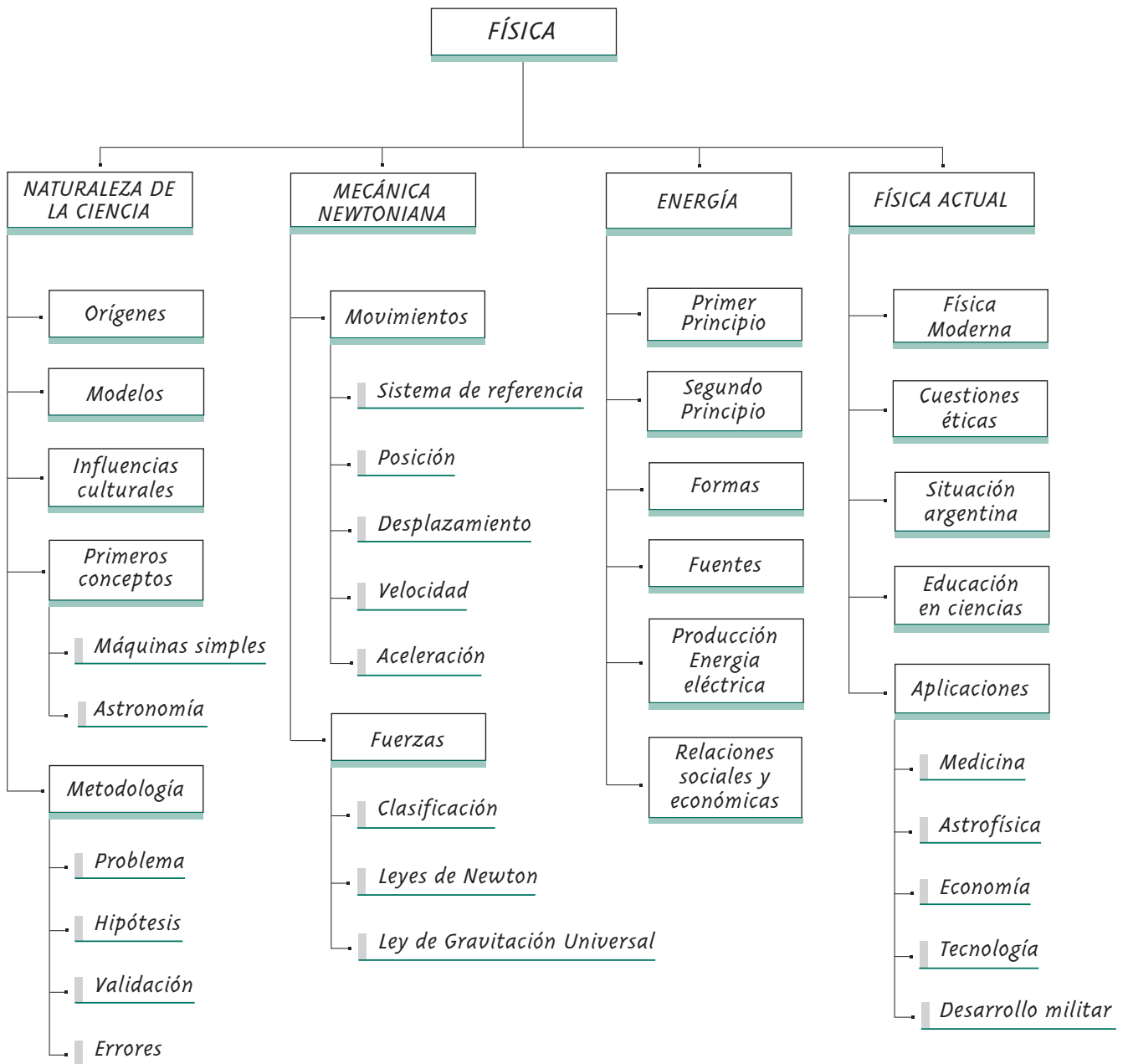


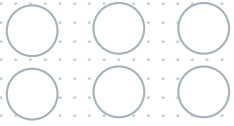
## Objetivos

Esperamos que una vez que haya realizado la experiencia propuesta en este Módulo usted logre:

- Explicar fenómenos físicos y analizar sistemas naturales y tecnológicos a partir del concepto de Energía y de sus transformaciones.
- Comprender los conceptos fundamentales de la Mecánica Newtoniana para aplicarlos en situaciones de la vida cotidiana.
- Reflexionar críticamente sobre la producción y desarrollo del conocimiento científico, reconociendo el carácter provisorio e histórico del mismo; y sobre las posibilidades y limitaciones de la ciencia para transformar la realidad.
- Obtener, interpretar, seleccionar y analizar críticamente información científica a partir de distintas fuentes.
- Diseñar, realizar, evaluar y comunicar trabajos de investigación escolar acotados que impliquen el control de variables.

# Esquema conceptual de contenidos





# 1

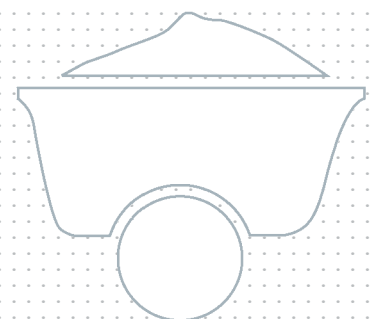
UNIDAD

## La construcción de la Física

*"Preferiría comprender una sola causa que ser Rey de Persia".*

Demócrito de Abdera

Filósofo griego (aprox. 460 aC. - 370 aC).





## Introducción

Basta con mirar a nuestro alrededor para encontrarnos con energía eléctrica, compact disc, computadoras, vacunas, ruedas, cubiertos e incontables productos científicos y tecnológicos. Infinidad de elementos y conocimientos que disponemos hoy en la sociedad nunca se hubiesen alcanzado sin el desarrollo de la Ciencia y de la Tecnología.

Sin embargo, gran cantidad de los logros científico-tecnológicos fueron obtenidos, no sin grandes inconvenientes, controversias, contradicciones, idas y venidas. Incluso, en muchos casos, se produjeron discordias y luchas: "el conocimiento es poder".

Es cierto que la construcción del conocimiento científico no es fácil ni siempre es por el bien del hombre, pero también es muy cierto que gracias a nuestros conocimientos actuales, millones de personas podemos vivir en mejores condiciones que las existentes hace años atrás.

Le proponemos entonces recorrer una historia fascinante, desde los primeros conocimientos prácticos alcanzados por el hombre hasta el estado de la Física actual, una de las llamadas Ciencias de la Naturaleza.



## Preguntas orientadoras

- ¿Cómo surgen los descubrimientos? ¿Son siempre fruto de la observación?
- ¿Debemos considerar el error como algo indeseable al trabajar en Física?
- ¿Qué son los modelos y cuál es su importancia en el desarrollo de la Física?
- ¿Cuál es el lugar que tiene la Matemática en el campo de la Física?
- ¿Cómo se construyeron los conceptos básicos de velocidad, aceleración y fuerza, entre otros?



# El Universo en la antigüedad

- :| Trate de hacer un listado de las preguntas que antiguamente se habrá hecho el hombre sobre el Universo.
- :| ¿Por qué era necesario responder esas preguntas?
- :| ¿De qué manera habrán sido respondidas?

ACTIVIDAD

1

Nuestra imagen actual del Universo tiene, en líneas generales, apenas unos pocos siglos de vida, e incluso menos de un siglo en muchos aspectos.

Desde la antigüedad y hasta mediados del siglo XVI, el Universo fue considerado como un “Cosmos”, es decir como una unidad ordenada (“cosmos” proviene del griego “orden”) donde cada elemento, incluyendo al hombre, ocupaba el lugar que le correspondía.

Cada civilización elaboró su propia imagen del cosmos a partir de las experiencias directas de sus habitantes, del territorio en el que vivían y de las actividades que desarrollaban cotidianamente. De esta manera surgieron distintas cosmologías, algunas similares entre sí y otras diferentes, que explicaban mediante mitos no sólo las leyes del Universo, sino también su origen, su evolución e incluso, por qué es tal como es y no de otra forma.

En la mayoría de las civilizaciones antiguas, el Sol, la Luna y los demás astros llegaron a ser considerados dioses, transformándolos en objetos de adoración. Las lluvias, las inundaciones, los vientos, el día, la noche y los demás fenómenos naturales se explicaron a partir de causas divinas. Las iras de los dioses, atribuidas en muchos casos al comportamiento inapropiado de los hombres, eran las responsables de catástrofes de todo tipo, tempestades, incendios, sequías y escasez de alimentos. De la misma manera eran explicados por medio de los favores de los dioses las cosechas abundantes, los climas favorables y la fertilidad de las mujeres. Estas explicaciones dieron lugar al surgimiento de los ritos para aplacar a los dioses enfurecidos, para agradecer sus bondades, pedir sus favores y ofrecerles tributos.

A partir del asentamiento de familias y grupos humanos en lugares fijos surgió la agricultura, con la consiguiente necesidad de realizar el arado, la siembra y la cosecha, así como la caza, la pesca, la cría y la reproducción de animales domésticos, entre otras actividades dirigidas a la subsistencia. Se fue profundizando también la necesidad de conocer y determinar de modo más preciso los distintos momentos del día y las épocas del año más convenientes para la realización de las diferentes tareas.

La observación cuidadosa y el registro detallado de los cambios en la posición del Sol y de ciertas estrellas, así como los cambios de forma de la Luna, se transformaron entonces en fenómenos que el hombre primero describió y luego intentó explicar para guiar sus actividades cotidianas.

Con el correr de los siglos, y con el avance de las técnicas de navegación, los hombres comenzaron a utilizar las estrellas para establecer las diferentes rutas marinas, tanto para conquistar nuevas tierras como para ampliar los intercambios comerciales. La posición de las llamadas estrellas fijas y de las constelaciones, permitió la confección de los mapas estelares de navegación.

Los babilonios y los egipcios fueron los primeros en realizar observaciones metodológicas y sistemáticas del cielo y de los cambios que en él se producían. A lo largo de los siglos no sólo acumularon grandes cantidades de datos y registros sino que además llegaron a formular predicciones muy precisas sobre los cambios celestes, como por ejemplo, la posición de la Luna a lo largo del año. Sin embargo, estas civilizaciones no lograron elaborar una Astronomía porque sus explicaciones mantenían un fuerte carácter mítico.

Los mitos perduraron por su belleza estética, por el asombro ante lo desconocido y también para explicar fenómenos naturales. Según esta concepción, la naturaleza no podía ser comprendida sino que sólo se podía tener la esperanza remota de complacer a los dioses para que fueran benevolentes.

## ACTIVIDAD

## 2

- :| A partir de lo leído, ¿qué relaciones encuentra entre el desarrollo de las técnicas, de los conocimientos sobre la naturaleza y el desarrollo de la sociedad? ¿Qué otros ejemplos puede mencionar donde se manifiesten dichas relaciones? Coméntelo en un mínimo de 10 renglones y en un máximo de 20.

## ACTIVIDAD

## 3

- :| Indague en libros de texto, enciclopedias, etc. sobre el conocimiento de la naturaleza y el desarrollo tecnológico en alguna de las antiguas civilizaciones prehispánicas de América.
- :| Redacte un informe en su carpeta. Sería interesante que lo discuta con su profesor tutor junto con sus respuestas a las Actividades 1 y 2.

## La necesidad de unidades de medida

### ACTIVIDAD 4

- :| ¿Por qué supone que el hombre necesitó medir?
- ¿Cuáles fueron las primeras cosas que habrá medido?
- ¿De qué manera lo habrá hecho? ¿Con qué instrumentos?
- :| Después de leer el siguiente texto relea y amplíe sus respuestas.

Con el desarrollo de pequeñas poblaciones y ciudades antiguas, se fue haciendo cada vez más necesario para constructores, comerciantes y pobladores en general, establecer unidades de medida estandarizadas.

Si bien las grandes distancias se determinaban de acuerdo a los días que duraba el viaje, esto no era aplicable a las cuestiones cotidianas. Surgieron así unidades de medida relacionadas con el propio cuerpo humano.

En Egipto se utilizaba el pie (longitud del pie), el palmo (longitud del ancho de la palma de la mano) y el codo (longitud del antebrazo, desde el codo hasta la punta del dedo mayor extendido). Más adelante, los romanos medirán las distancias recorridas en millas ("mil pasos", donde cada paso equivalía a 5 pies romanos).

A pesar de las grandes ventajas que ofrecía este tipo de medición, que tomaba como referencia al propio cuerpo humano, presentaba como inconveniente la diferencia de medida entre distintos sujetos: dos hombres distintos podrían tener distintos codos, pies o palmas. Para salvar este problema, fue necesario crear una unidad de referencia o "medida patrón". En el caso de Egipto, las varas de codo se comparaban y calibraban con respecto al "codo real", que se preservaba en la forma de una vara de granito negra contra la cual los arquitectos estandarizaban sus propias varas de codo. Un caso interesante es el de la yarda: según se cuenta, se fijó en el siglo XII por Enrique I de Inglaterra como la distancia desde su propia nariz a la punta de su dedo pulgar con el brazo extendido.

En síntesis, **medir es comparar con una unidad patrón conocida**. El patrón se elige arbitrariamente por conveniencia, practicidad o confiabilidad. Así, el metro (creado luego de la Revolución Francesa), se definió como la diezmillonésima parte de la distancia entre el polo Norte y el Ecuador, medida a lo largo del meridiano que pasaba por París.

Con el tiempo, luego de descubrir errores en las mediciones terrestres, el metro se redefinió. En el año 1960 se lo estableció como 1.650.763,73 veces la longitud de onda de la luz rojo anaranjada emitida por una lámpara especial de Cripton 86, que puede reproducirse en un laboratorio con muchísima precisión.

En 1983, nuevamente se lo redefinió como la longitud del camino atravesado por la luz en el vacío en un intervalo de tiempo de  $1/299.792.458$  de un segundo.

## ACTIVIDAD

## 5

- :| Diseñe y construya un instrumento para medir el paso del tiempo. Calíbrelo y verifique su funcionamiento (puede elegir un patrón arbitrario). Descríbalo en su carpeta para analizar en un encuentro de tutoría.

## ACTIVIDAD

## 6

- :| Averigüe cuáles fueron los orígenes del reloj y cuáles las diferentes maneras de medir el tiempo a lo largo de la historia.
- :| Presente sus resultados en una línea de tiempo.

## Los sistemas de medidas

## ACTIVIDAD

## 7

- :| ¿Cuánto mide? ¿Cuánto pesa? ¿Qué hora es? ¿Cuál es el valor de la máxima velocidad permitida en la ciudad?
- :| Identifique las unidades de medida que mencionó en el punto anterior. Confeccione un cuadro con las unidades de medida correspondientes.
- :| ¿Qué otras unidades conoce?

Actualmente, coexisten diferentes sistemas de medidas en el mundo. Por ejemplo, en Estados Unidos se utiliza cotidianamente la milla, la libra y los grados Fahrenheit, mientras que en Argentina cotidianamente utilizamos el kilómetro, el kilogramo fuerza ( $\text{kgf}$  o  $\overline{\text{kg}}$ ) y los grados centígrados. Sin embargo, a partir del año 1960 se impulsa la adopción del denominado **Sistema Internacional (SI)** en todos los países. Nuestro país adoptó este sistema métrico, algunas de cuyas unidades fundamentales son:

Longitud	metro	m
Tiempo	segundo	s
Masa	kilogramo	kg



A partir de estas unidades, es posible generar muchas otras. Por ejemplo, la unidad de velocidad se expresa en metro por segundo (se escribe metro sobre segundo: m/s), y puede llevarse a kilómetro por hora, milla por año, etc. Como veremos en la Unidad 3, en el SI la unidad de fuerza es una unidad derivada llamada Newton (N).

Por ejemplo:

*Expresar 30 km/h en m/min*

*Recordando que 1 km = 1000 m; y que 1h = 60 min; entonces:*

$$30 \text{ km/h} = 30 \cdot 1000 \text{ m}/60 \text{ min} = \frac{30 \cdot 1000}{60} \frac{\text{m}}{\text{min}} = 500 \text{ m/min}$$

:| Resuelva los siguientes ejercicios:

a :| Un auto se desplaza con una rapidez de 80 Km / h. Expresar dicha rapidez en m/min; m/s y mm/h.

b :| Un año luz es la distancia que recorre la luz en un año. Sabiendo que el valor de la velocidad de la luz en el vacío es de unos 300.000 km/s. ¿A cuántos kilómetros equivale un año luz?

## ACTIVIDAD 8

:| Analice la influencia de la economía en la creación, utilización, propagación, y unificación de los patrones de medida y redacte un texto con sus conclusiones.

## ACTIVIDAD 9



## Las primeras civilizaciones y el plano inclinado

El interés de las antiguas civilizaciones por los dioses, hizo que los templos fueran las construcciones fundamentales de las grandes ciudades de la Mesopotamia asiática. Al principio eran simples construcciones de adobe. En Babilonia, unos 4000 años a.C., comenzaron a transformarse en enormes templos de piedra.

Las construcciones más grandes que perduraron hasta nuestros días son las famosas pirámides de Egipto, que datan aproximadamente del año 2.500 a.C. Estas pirámides de gran altura -la de Keops llegaba hasta una altura de unos 146 m- eran monumentos funerarios reales construidos con enormes bloques rectangulares de piedra.

### ACTIVIDAD

## 10

Durante mucho tiempo los científicos se preguntaron cómo los egipcios lograron levantar semejantes construcciones.

- a :| Formule una hipótesis para explicar cómo el hombre pudo construir estos enormes monumentos.
- b :| Si tuviera la máquina del tiempo y pudiera hacer un viaje al Egipto antiguo:
  - ::... ¿Qué máquinas de la actualidad llevaría para la construcción?
  - ::... ¿Qué condiciones reúnen estas máquinas para que usted haya decidido llevarlas?
  - ::... ¿Con qué elementos simples habrán reemplazado las máquinas que ha elegido?

Actualmente se considera que para subir las piedras, a medida que progresaba la construcción de las pirámides, se utilizaron probablemente grandes planos inclinados (rampas) provisorios. Esta hipótesis está sostenida por fuertes indicios, incluso podemos encontrar sus huellas en la pirámide escalonada de Sekhem-Khet y alrededor de algunos templos importantes.



Se denomina plano inclinado a una superficie inclinada que forma un ángulo agudo con respecto a un plano horizontal. Este elemento es una de las llamadas **máquinas simples** porque **facilitan las tareas del hombre y permiten “ahorrar” esfuerzos** cuando por ejemplo se quiere subir un cuerpo, levantar objetos pesados, remover o cambiar una cosa de lugar, etc.

Actualmente los trabajadores de la construcción edilicia utilizan tablas inclinadas para subir materiales como arena, bolsas de cemento, pedregullo, etc, ayudándose también de algunos elementos como las carretillas.

- :| Mencione tres ejemplos, diferentes a los vistos, de aplicación actual de los planos inclinados.

ACTIVIDAD 11

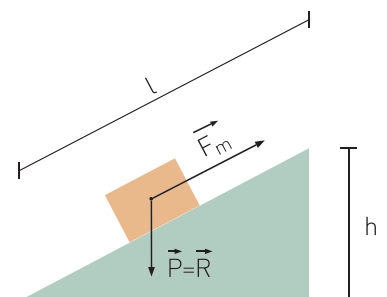
- :| ¿En qué forma el plano inclinado pudo facilitar a los egipcios el ascenso de grandes bloques de piedra?
- :| ¿Qué ventajas y desventajas presentaba el uso de planos inclinados?
- :| ¿Es más conveniente un plano inclinado largo con un ángulo de inclinación pequeño o al revés?

ACTIVIDAD 12

## Analizando físicamente el plano inclinado

Consideremos un plano inclinado de longitud  $l$  y de altura  $h$ . Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo colocado sobre dicho plano son:

- el peso del cuerpo que actúa como resistencia  $\vec{R}$ , y
- la fuerza motriz  $\vec{F}_m$  necesaria para subir el objeto por la rampa.



Debe tenerse en cuenta que el peso del cuerpo siempre actúa perpendicularmente a la Tierra, es decir en forma vertical. No es perpendicular a la superficie del plano inclinado. La fuerza motriz considerada, por su parte, se ejerce siempre paralelamente al plano inclinado.

En este caso, para simplificar el problema, no estamos teniendo en cuenta la fuerza de rozamiento entre el plano y el objeto. A este tipo de simplificación se la denomina "**caso ideal**". Este procedimiento es muy habitual en la Física, y por ello lo veremos muy a menudo en el desarrollo del presente Módulo. Una vez comprendido el caso ideal, los científicos tienden a complejizar el problema, agregándole factores.

### Condición de equilibrio en el plano inclinado

Para que un objeto se encuentre en equilibrio sobre un plano inclinado es necesario que se cumpla la denominada "condición de equilibrio de un plano inclinado". La misma puede expresarse de la siguiente manera:



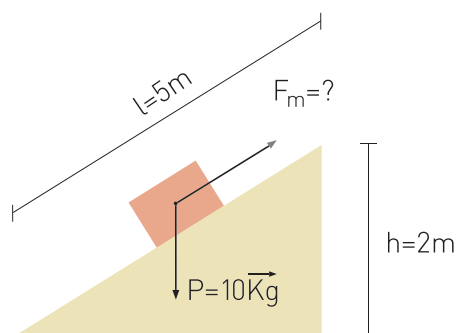
El producto de la fuerza motriz ( $F_m$ ) por la longitud del plano ( $l$ ) debe ser igual al producto de la resistencia ( $R$ ) por la altura ( $h$ ) del mismo.

$$F_m \cdot l = R \cdot h$$

Donde la fuerza motriz siempre se aplica paralelamente al plano inclinado, como hemos visto.

Partiendo del reposo, si el valor del producto de la "longitud del plano por la fuerza motriz" (ejercida por un hombre, por ejemplo) supera al valor del producto de la "altura del plano por la resistencia" (de un piano, por ejemplo), entonces el objeto ascenderá por la rampa.

Veamos un ejemplo:



*Hallar el valor de la fuerza motriz necesaria para mantener un objeto que pesa  $10 \vec{kg}$  en equilibrio sobre un plano inclinado de  $5 m$  de longitud y  $2 m$  de altura.*

Planteando la ecuación de equilibrio del plano inclinado tenemos:

$$F_m \cdot l = R \cdot h$$

Despejando:

$$F_m = \frac{R \cdot h}{l}$$

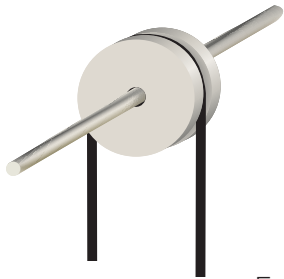
$$F_m = \frac{10 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 4 \text{ kg}$$

- a :| Sobre un plano inclinado ideal de 8 m de longitud, hay una heladera de  $300 \vec{\text{kg}}$ . ¿Cuál será la fuerza mínima necesaria para subir la heladera por la rampa si la altura de la caja del camión es de 1 m?
- b :| Calcule la altura de un plano inclinado de 5 m de longitud sabiendo que un objeto que pesa  $100 \vec{\text{kg}}$  se encuentra en equilibrio sobre el mismo bajo la acción de una fuerza motriz de  $50 \vec{\text{kg}}$ .
- c :| ¿De qué manera influirá el rozamiento si se pretende subir un objeto por un plano inclinado? ¿De qué manera se podría disminuir el rozamiento?
- d :| Analice la veracidad de la siguiente afirmación: "El objeto ascenderá por el plano inclinado cuando la fuerza motriz ejercida sobre dicho objeto sea mayor al peso (resistencia) del mismo".
- e :| Ubique un objeto de peso conocido sobre una tapa de cartón. Levante la tapa de un extremo formando un plano inclinado hasta que el objeto comience a deslizarse y calcule la fuerza de rozamiento que mantenía al objeto en equilibrio sobre el plano. ¿Esta actividad responde a un caso ideal?

## ACTIVIDAD 13

## Las poleas

### La polea simple



Junto con el plano inclinado, otro dispositivo ya utilizado y conocido en civilizaciones antiguas fue la polea simple. Una polea es un disco rígido que tiene una periferia acanalada (roldana), que puede girar alrededor de un eje y por donde pasa una cuerda, sogas o cadena.

Esta máquina simple permite cambiar la dirección en la que se ejerce la fuerza al elevar un objeto. Al fijar la polea simple a un soporte, se pasa una cuerda por la misma hasta alcanzar la carga. Al tirar desde el otro extremo de la cuerda, se puede elevar la carga hasta la altura en que se halla fija la polea.



#### ACTIVIDAD

## 14

Es importante que haga esta actividad en el encuentro de tutoría.

- :| Analice en grupo la diferencia entre elevar un objeto por medio de una polea simple y elevarlo con una soga directamente desde la planta superior.

La polea simple permitía elevar una carga pesada, y se la utilizaba fundamentalmente para sacar agua de pozos profundos y en las construcciones.

Actualmente las poleas simples se usan, por ejemplo, en máquinas en las que se debe cambiar la dirección del movimiento, como en el caso del ascensor de un edificio.

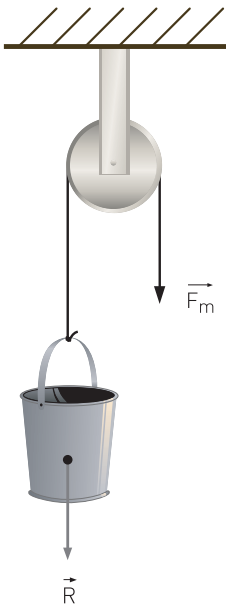


En una polea simple ideal, el valor de la fuerza que un individuo debe aplicar (fuerza motriz) para sostener un objeto en equilibrio es igual al valor de la resistencia que ofrece el objeto (en general el peso).

Simbólicamente:

$$F_m = R$$





Con el uso de una polea simple no se gana fuerza, ya que la resistencia es igual a la fuerza motriz. Sin embargo, sí se logra comodidad, dado que el propio peso del cuerpo de la persona que tira se constituye en una ayuda.

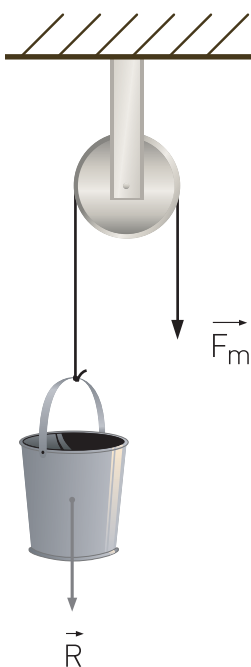
Para que el objeto se eleve partiendo del reposo, la fuerza motriz debe ser algo mayor a la resistencia (peso del objeto). En la práctica (caso real), la fuerza motriz para subir el objeto debe ser bastante mayor a la resistencia, ya que además tiene que vencer las fuerzas de fricción en la rueda de la polea. **La fricción siempre reduce la eficiencia de todas las máquinas.**

:| Mencione al menos tres ejemplos cotidianos en los que se utilicen las poleas.

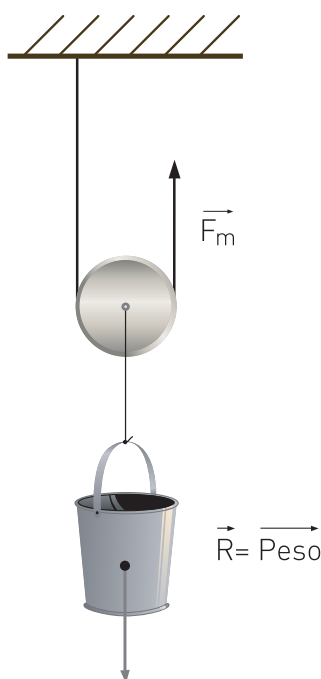
ACTIVIDAD **15**

## La polea móvil y la ganancia de fuerza

Cuando el eje de rotación se mantiene fijo mientras la polea gira, tenemos una **polea fija**. En cambio si el eje se desplaza al girar la polea, tenemos una **polea móvil**: en este caso, la polea se une a la carga y no a la viga.



↑ Polea simple.



↑ Polea móvil.

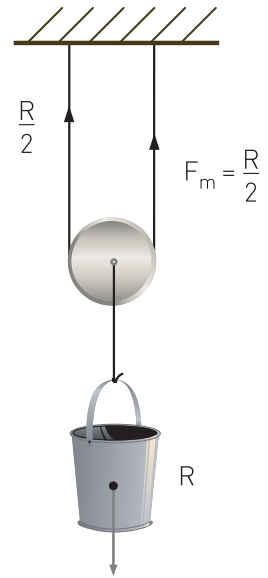


↑ Combinación de polea fija y polea móvil.

Como se puede observar en la ilustración, en la polea móvil la carga es soportada en igual magnitud por ambos segmentos de cuerda, esto hace que la fuerza motriz necesaria disminuya a la mitad.

Entonces, la "condición de equilibrio en una polea móvil ideal" se puede expresar como:

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



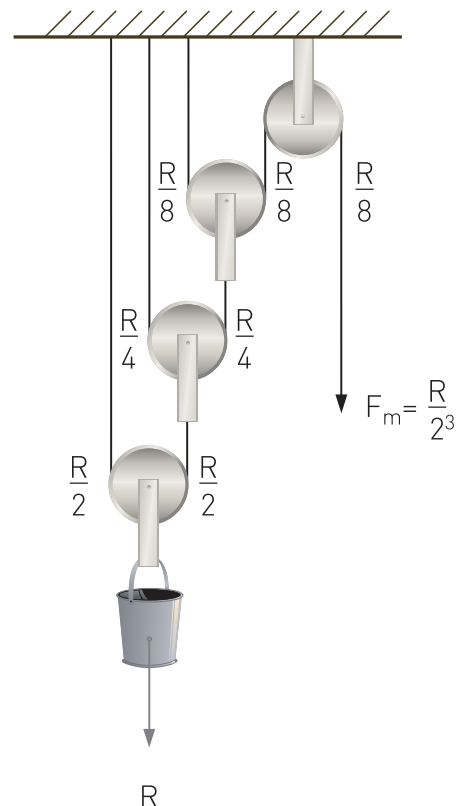
ACTIVIDAD **16**

- :| Compare las fórmulas de la polea fija y la móvil.
- :| Determine con cuál de las dos poleas le será más fácil vencer una resistencia. Ejemplifique.

### Conectando poleas: los aparejos

Con el correr de los siglos, la humanidad desarrolló y perfeccionó los sistemas de poleas conectadas. Los **aparejos** son dispositivos que combinan poleas fijas y móviles, aprovechando las posibilidades que presentan las distintas combinaciones.

El número de poleas móviles influye en la amplificación ideal de la fuerza de elevación. En la práctica real, la fuerza tiene que vencer también la fricción en todas las poleas y levantar el peso de las poleas inferiores además de la carga. Esto reduce la amplificación de la fuerza.



Aparejo potencial. ↗

El **aparejo potencial** está formado por una polea fija y varias móviles. Aquí tenemos que la condición de equilibrio en el caso ideal es:

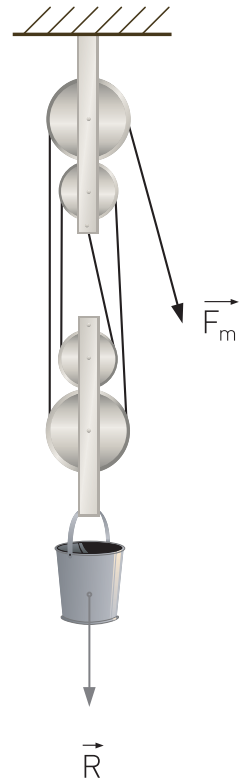
$$F_m = \frac{R}{2^n}$$

Donde  $n$  es el número de poleas móviles.

El **aparejo factorial** combina igual número de poleas fijas y móviles. En el caso ideal, la condición de equilibrio en este sistema es:

$$F_m = \frac{R}{2 \cdot n}$$

Donde  $n$  es el número de poleas móviles.



Aparejo factorial. ↗

:| Analice y responda:

- ::... Si en una polea fija se duplica el valor de la resistencia ¿qué debe ocurrir con la fuerza motriz para mantener la condición de equilibrio?
- ::... ¿Y si la polea fuera móvil?

ACTIVIDAD **17**

:| Calcule el valor de la fuerza motriz necesaria para elevar un objeto que pesa  $50 \vec{kg}$ , mediante:

- ::... una polea fija,
- ::... una polea móvil,
- ::... un aparejo potencial de tres poleas en total,
- ::... un aparejo factorial de 6 poleas en total.

ACTIVIDAD **18**

## Arquímedes: la ley de la palanca

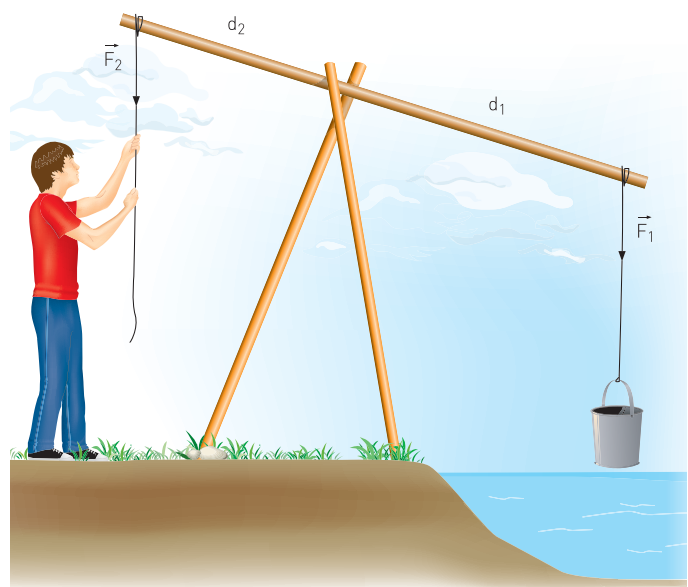
### ACTIVIDAD 19

- :| ¿Qué entiende por "hacer palanca"?
- :| ¿Qué es una palanca?

Cotidianamente, los campesinos egipcios se dedicaban al riego, para lo cual era necesario realizar profundos canales y construir diques con azadas. Utilizaban el "shaduf", dispositivo que se utiliza aún y que permitía extraer el agua de los canales. Consistía en un trípode de madera en el cual se apoyaba un largo brazo de madera. En un extremo de la barra se ataban algunas rocas a modo de contrapeso y al otro extremo un recipiente que colgaba de una fuerte sogá.



↑ El shaduf sigue utilizándose actualmente en diversos pueblos.



↑ Dispositivo actual que cumple la misma función que el antiguo shaduf.

El shaduf es simplemente una palanca.



La palanca es un dispositivo que consta de una varilla rígida sostenida sobre un punto (o eje) de apoyo.

Al igual que el shaduf, la balanza de platillos es otro ejemplo donde podía verse la utilización de la palanca en el antiguo Egipto.

Aunque los antiguos babilonios y egipcios dominaban algunos aspectos tecnológicos útiles para su desenvolvimiento diario, no explicaron los principios involucrados en los mismos. Fueron los griegos quienes aportaron una nueva manera de observar el Universo, como si fuera una máquina gobernada por leyes, y no simplemente por los dioses según sus estados de ánimo.

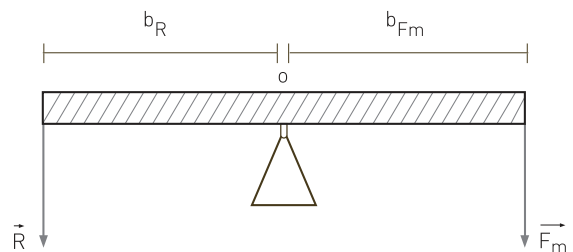
Buscando descubrir las leyes de la naturaleza, Arquímedes (siglo III a.C.) logró explicar el funcionamiento de la palanca, al establecer la relación entre el largo de los brazos y las fuerzas aplicadas.



↑ Balanza en antigua pintura Egipcia.

## Condición de equilibrio de la palanca

La palanca ideal se mantendrá en equilibrio cuando el producto de la "fuerza motriz por el brazo de fuerza motriz" sea igual al producto de la "resistencia por el brazo de resistencia". Simbólicamente:



$$F_m \cdot b_{F_m} = R \cdot b_R$$

Donde consideramos que las fuerzas se aplican perpendicularmente a la barra.



El brazo de fuerza motriz ( $b_{F_m}$ ) se define como la distancia sobre la palanca desde el punto de apoyo hasta el punto donde se aplica la fuerza motriz, y el brazo de resistencia ( $b_R$ ) como la distancia desde el punto de apoyo a la resistencia.

Cuando las fuerzas no actúan perpendicularmente a la barra es necesario descomponerlas, mediante procedimientos trigonométricos, para utilizar la condición de equilibrio presentada.

## ACTIVIDAD 20

:| Intente una respuesta:

¿Qué habrá querido decir Arquímedes con la frase que se le asigna: "Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo"?

## ACTIVIDAD 21

:| Resuelva el siguiente problema:

A 1,5 m del punto de apoyo de un sube y baja se ubica un niño de  $30 \vec{kg}$ .

a :| ¿A qué distancia del otro lado del punto de apoyo el padre tiene que ejercer una fuerza de  $20 \vec{kg}$  para mantener el sube y baja en equilibrio?

b :| ¿Será más fácil o más difícil para el padre levantar al niño si ejerce la fuerza alejándose del punto de apoyo? ¿por qué?

## Tipos de palancas

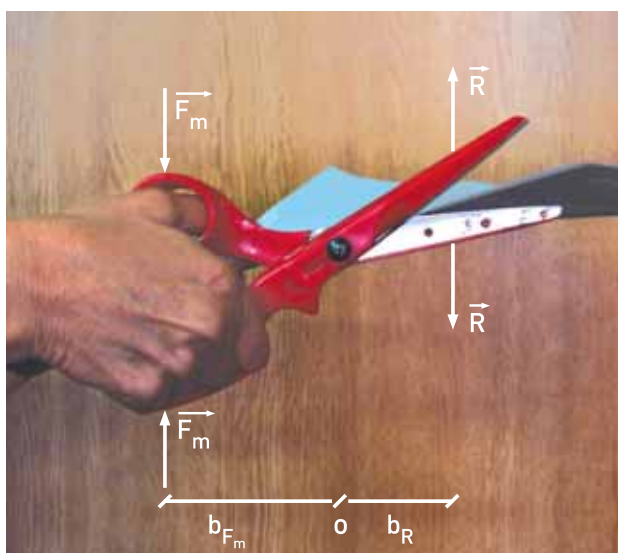
## ACTIVIDAD 22

:| Realice la siguiente experiencia y coméntela con su profesor tutor y sus compañeros:

Tome una escoba y apóyela horizontalmente sobre su dedo índice hasta que quede en equilibrio.

::... ¿Se equilibra justo en el centro del palo?

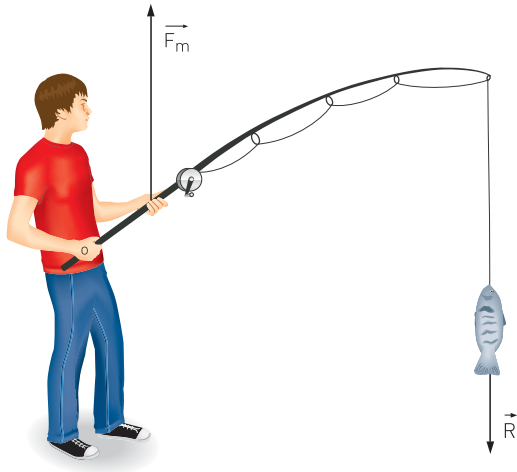
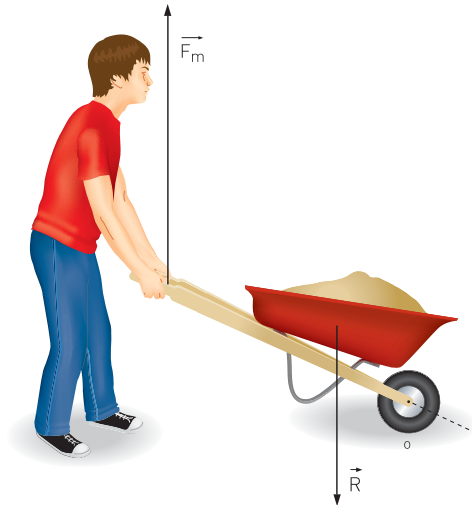
::... ¿Por qué?



Las palancas pueden clasificarse de acuerdo a la disposición que presenten estos tres elementos: punto de apoyo, resistencia y fuerza motriz.

**Palancas de primer género:** cuando el punto de apoyo está ubicado entre la resistencia y la fuerza motriz. Como ejemplo podemos mencionar una tijera.

**Palancas de segundo género:** cuando la resistencia se encuentra entre el punto de apoyo y la fuerza motriz. Un ejemplo es la carretilla.



**Palancas de tercer género:** cuando la fuerza motriz está ubicada entre el punto de apoyo y la resistencia, como por ejemplo una caña de pescar.

En todos los casos, la condición de equilibrio es la misma. Por lo tanto, la ecuación escrita en la página 27 es válida para cualquiera de los géneros de palancas.

- a:| Mencione 2 elementos o aparatos cotidianos que correspondan a cada género de palancas.
- b:| Realice un esquema gráfico en el que se muestre la disposición de las fuerzas actuantes y del punto de apoyo en cada uno de los ejemplos del punto anterior.

ACTIVIDAD **23**

- :| Calcule la longitud de una caña de pescar que permite levantar un pez de  $5 \vec{kg}$  ejerciendo una fuerza de  $10 \vec{kg}$  a  $1,50 \text{ m}$  del punto de apoyo de la caña.

ACTIVIDAD **24**

ACTIVIDAD **25**

La Biomecánica es la disciplina que estudia el cuerpo humano desde los conceptos de fuerzas y palancas.

- a :| Averigüe cómo funcionan algunos músculos, articulaciones y huesos según las concepciones de esta disciplina.
- b :| Clasifique las “palancas humanas” según los géneros presentados.

ACTIVIDAD **26**

- :| Analice la importancia de las máquinas simples en el desarrollo económico actual. Escriba un comentario de aproximadamente 15 líneas.



## La Física aristotélica

### Las leyes aristotélicas del movimiento

— Pídale a su tutor el Libro 4 de Ciencias Naturales de EGB, para consultar “Las leyes del movimiento”, página 8.

:| Analice las siguientes preguntas:

- ::... ¿Por qué el humo sube?
- ::... ¿Por qué cae el agua de una cascada?
- ::... ¿Por qué la bicicleta sigue andando cuando dejamos de pedalear?
- ::... ¿Por qué las flechas siguen avanzando después de abandonar el arco?

## ACTIVIDAD 27

Aristóteles, filósofo que vivió en Grecia en el siglo IV a.C., pensaba que había dos tipos de movimiento: el movimiento natural y el movimiento violento. En cuanto al primero, el filósofo sostenía que los objetos se dirigían naturalmente a los lugares de reposo. Por ejemplo, las piedras caen al suelo y el humo sube porque es natural que los objetos pesados caigan y que los livianos asciendan. Para él, el movimiento natural era la tendencia a alcanzar el lugar de reposo.

- a :| ¿En qué orden se ubicarían naturalmente los elementos aire, tierra, fuego y agua según la concepción aristotélica? Ordénelos y justifique su respuesta.
- b :| Elija otros elementos cualesquiera y ubíquelos entre los cuatro anteriores. Tenga en cuenta esta misma concepción.

## ACTIVIDAD 28

Los movimientos violentos, en cambio, eran los ocasionados por alguna fuerza exterior, tenían una causa externa. Por ejemplo los carros avanzaban porque eran tirados por caballos. Los objetos que se hallaban en sus lugares naturales de reposo sólo podían ser sacados de ese lugar por movimientos violentos, es decir empujando o tirando de ellos.

Según Aristóteles, los únicos movimientos naturales en la Tierra eran los verticales, como por ejemplo la caída de los cuerpos. Cualquier otro movimiento era siempre violento y necesitaba de una fuerza externa que actuara constantemente sobre el objeto mientras se moviera, de tal manera que su movimiento cesaba cuando cesaba la fuerza.

Esta interpretación coincidía con el hecho cotidiano de ver que un carro se movía solamente si los caballos tiraban de él, mientras que cuando los caballos dejaban de hacer fuerza, entonces el carro se detenía.

Sin embargo, ni Aristóteles ni sus defensores, pudieron explicar satisfactoriamente por qué avanzaba una flecha luego de haber dejado el arco ni por qué continuaba volando horizontalmente una piedra luego de abandonar la mano.

## ACTIVIDAD 29

- a:| Explique brevemente cuáles eran las leyes aristotélicas del movimiento.
- b:| Mencione ejemplos que contradigan la afirmación aristotélica sobre las causas del movimiento.

### La Astronomía aristotélica

Dado que el estado natural de los objetos según esta concepción era el reposo, se pensaba que la Tierra estaba en reposo en el centro del universo, porque era su lugar natural. Por otro lado, esta idea era coherente con las percepciones diarias: el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas parecen moverse alrededor de nuestro planeta; y además, no parece que la Tierra se moviera.

Aristóteles -al igual que Platón, su maestro- pensaba que el movimiento de los planetas y de las estrellas era eterno y perfecto y que por lo tanto no podía tener ni principio ni fin. En otras palabras, el movimiento "natural" de los astros era en trayectoria circular, ya que en ella no puede hablarse de principio o de fin del movimiento.



De esta manera, para Aristóteles el movimiento celeste se explicaba de manera diferente a los movimientos en la Tierra. Aparece entonces una separación entre el mundo terrestre y el mundo de los astros.

Si bien hubo griegos pitagóricos (Filolao, Hicetas, etc.) que sostuvieron que la Tierra se movía, resultó insostenible en aquella época porque parecía contradecirse con los hechos observados: el Sol parece moverse sobre nosotros, no nos damos cuenta del movimiento terrestre, etc.

La explicación finalmente aceptada resultó ser la sostenida por Aristóteles y Eudoxo: el Sol, los planetas conocidos y las estrellas giraban alrededor de una Tierra inmóvil en el centro del Cosmos.

A pesar de varias inconsistencias que presentaba el modelo y de las diversas correcciones que se le hicieron, como las de Caludio Ptolomeo (siglo II), explicaba satisfactoriamente muchos más fenómenos que los que dejaba de explicar. Esto permitió al modelo de Ptolomeo perdurar por más de 1000 años hasta que en el año 1514, Nicolás Copérnico propuso un modelo más simple.

- 
- :| Explique cuáles eran las diferencias entre las leyes del movimiento terrestre y las leyes del movimiento celeste según Aristóteles. Haga un primer esquema en este espacio. Luego escriba el texto en su carpeta.

# La hipótesis copernicana

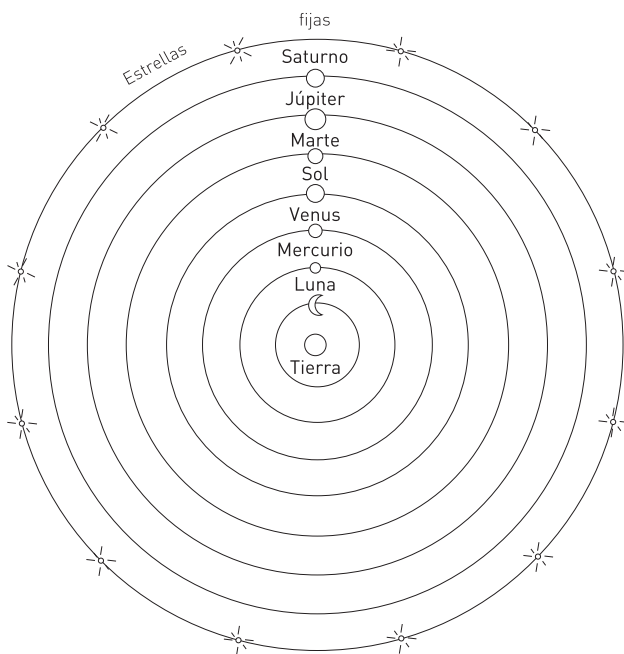
## ACTIVIDAD 31

:| Lea el siguiente texto y subraye las palabras clave.

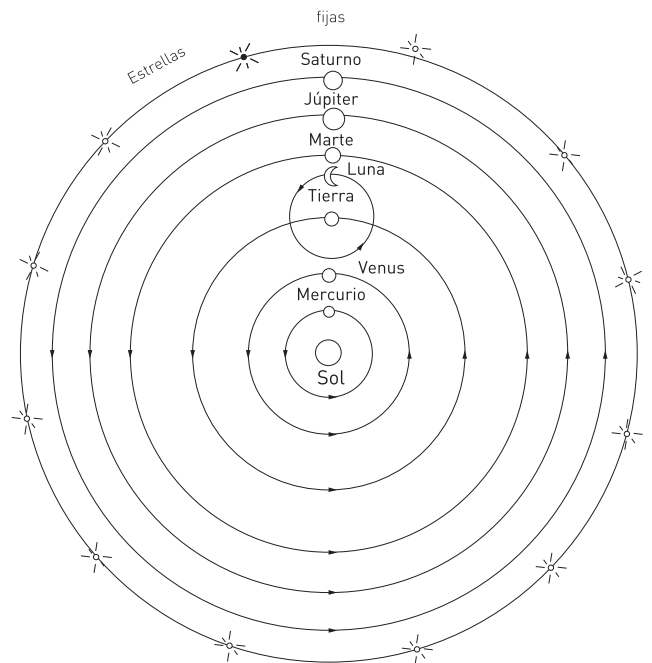
[...]

Actualmente consideramos que los enunciados científicos son hipotéticos, es decir que nunca pueden ser considerados absolutamente verdaderos. Siempre es posible que en un tiempo -cercano o lejano- sean reemplazados por otros enunciados: "Todas las proposiciones de la ciencia son consideradas como hipótesis" (Copi, 1972). Sin embargo no siempre fue así.

Alrededor de 2000 años después de la muerte de Aristóteles, el sacerdote y astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) formuló una nueva teoría. A partir de la lectura de los antiguos griegos, propuso como hipótesis que el Sol está en el centro del Universo y la Tierra moviéndose alrededor del mismo. Esta teoría "heliocéntrica" (Helios = Sol) estaba en contra de las ideas de la época, que seguían siendo "aristotélicas o geocéntricas" (Geo = Tierra) y que muchos consideraban irrefutables e indiscutibles. Por esta razón Copérnico trabajó en secreto. Finalmente a pedido de sus amigos, envió sus ideas a la imprenta y recibió el primer ejemplar de su obra "De revolutionibus orbitum coelestium" mientras yacía moribundo el 24 de mayo de 1543, el mismo día en el que murió.



↑ Sistema astronómico de Ptolomeo  
Modelo Geocéntrico.



↑ Sistema astronómico de Copérnico  
Modelo Heliocéntrico.

Dado su estado de salud, es muy probable que no haya sabido que había recibido su propia obra maestra en ese momento. Será Galileo Galilei, en el siglo XVII, quien comience a encargarse de mostrar que la hipótesis copernicana de una Tierra en movimiento era razonable.

Tal como sucedió con Copérnico y Aristóteles, a lo largo de la historia de la ciencia es frecuente encontrarnos con hipótesis rivales, es decir con hipótesis diferentes que explican un mismo hecho en forma satisfactoria. Poder decidir entre una u otra no depende exclusivamente de las observaciones, sino que depende también de lo que cada científico o comunidad de científicos consideran más coherente, de la visión que se tiene del mundo y de la realidad, incluso del lugar que el hombre ocupa en el mundo.

Defender el sistema geocéntrico de Aristóteles no era simplemente una defensa de lo que nos parece que sucede de acuerdo a los sentidos. También se defendía una manera de "entender" el mundo. Para la época, una Tierra en el centro del Universo significaba que el centro -lo más importante- del Universo era el hombre. Movimientos circulares perfectos y eternos de los astros significaban la perfección de los "cielos" y la "imperfeción de los hombres". Dejar el sistema geocéntrico implicaba abandonar -al menos en alguna medida- la concepción que se tenía del hombre. Indudablemente, una tarea difícil de conseguir.

No todas las afirmaciones provisorias o probables pueden ser consideradas como hipótesis científicas. El conocimiento científico debe poder ser verificado por otros, y en especial por la comunidad de científicos. En definitiva, una afirmación sólo puede ser considerada como una hipótesis científica si puede someterse a prueba -directa o indirectamente- a fin de convalidarla o rechazarla.

- :| Identifique cuáles de las siguientes afirmaciones son hipótesis científicas. Justifique sus respuestas.
- ::... Albert Einstein es el científico más grande de todos los tiempos.
  - ::... El Universo se originó a partir de una gran explosión.
  - ::... Tal vez mañana llueva.
  - ::... La materia está constituida por pequeñas partículas.
  - ::... El Sol es de fuego.



## Los modelos astronómicos

Los **modelos** son herramientas cognoscitivas, es decir elaboradas por el pensamiento humano, que permiten la comprensión de los hechos y fenómenos de la realidad a partir de la formulación de explicaciones, predicciones, conjeturas e hipótesis sobre por qué y cómo ocurren los hechos y cómo interpretarlos.

Hodson (1986) en su texto “Filosofía de la Ciencia y Educación científica” sostiene que “La Ciencia se aproxima a menudo a una teoría realista por medio de modelos instrumentales provisionales (...) los que se consideran útiles pero no verdaderos”.

### ACTIVIDAD 33

- a :| ¿En qué sentido las concepciones que tenían Aristóteles y Copérnico del Universo pueden ser consideradas como modelos? Fundamente su respuesta.
- b :| Realice un cuadro comparativo entre el modelo Geocéntrico y el Heliocéntrico, incluya la posición de los astros conocidos, la forma de las órbitas y la existencia de epiciclos, etcétera.  
Profundice este tema buscando en otras fuentes y consultando con su profesor tutor.
- c :| ¿Qué fundamentos filosóficos y/o religiosos se encontraban por detrás de cada modelo?
- d :| ¿Por qué ha sido tan difícil cambiar de modelo?

## Inconvenientes que enfrentó la Física aristotélica

Como ya hemos dicho, llevó muchos años, incluso algunos siglos, aceptar que la Tierra no es el centro fijo del Universo.

A continuación desarrollaremos una serie de problemas, inconvenientes, anomalías, que debió enfrentar la concepción aristotélica del Universo y de las leyes naturales que regían al mismo.

### Un primer inconveniente: la caída de los cuerpos

- :| ¿Si se sueltan dos objetos de pesos muy diferentes desde la misma altura y al mismo tiempo, llegará primero el más pesado? ¿Por qué?
- :| ¿Será importante la diferencia de tiempos de llegada?
- :| Haga la experiencia y explique el resultado obtenido.

ACTIVIDAD **34**

Según Aristóteles, la velocidad de un cuerpo era directamente proporcional a su peso. Un cuerpo de peso notoriamente mayor que otro, caería mucho más rápido, es decir que tardaría un tiempo mucho menor en alcanzar el suelo.

Según se dice, el italiano Galileo Galilei (1564-1642) dejó caer dos objetos de diferente peso pero de igual forma desde lo alto de la "Torre inclinada de la ciudad de Pisa" (Italia).

Para asombro de muchos de los que estaban allí, el objeto más pesado llegó solamente una fracción de segundos antes que el más liviano y no muchos segundos antes como esperarían los aristotélicos. Sin embargo Galileo no llegó a comprender en profundidad cuál era la causa de este fenómeno. Sólo muchos años después Newton propondrá una explicación completa.



↑ Torre de Pisa.

Hoy aceptamos que dos objetos de muy distinto peso caen al mismo tiempo si son soltados desde la misma altura y al mismo tiempo en un lugar donde exista “vacío”. Es muy frecuente mostrar este experimento dentro de un tubo largo de vidrio al cual se le extrae el aire.

## ACTIVIDAD 35

- a :| Analice, de ser posible en el encuentro de tutoría, con sus compañeros:
- ::: ¿Por qué Galileo habrá arrojado objetos de formas similares?
  - ::: ¿Habría lanzado Galileo una pluma de ave? ¿Por qué?
  - ::: ¿Qué factores podrían influir en la velocidad del objeto durante la caída?
  - ::: ¿De qué manera se podría controlar o disminuir la influencia de dichos factores?
- b :| Elabore un informe escrito con las conclusiones a las que llegaron.

[...]

© Hecht, 1987  
*“Física en perspectiva”*  
 Addison Wesley  
 Iberoamericana.

En el fondo, se podría decir que la hipótesis de Galileo es una idealización, que el vacío perfecto necesario para llegar a probarla no ha sido aun creado, ni probablemente lo será nunca. Incluso así, las numerosas confirmaciones de que se dispone se verifican dentro de un error experimental tan pequeño que son en extremo convincentes. Si existe alguna desviación, ésta debe ser mínima. Por lo tanto, se acepta como cierta la noción de que todas las cosas caen en el vacío a la misma velocidad dentro de los límites actuales de error experimental.

## ACTIVIDAD 36

Una simple experiencia.

- :| Observe y describa qué sucede si deja caer desde la misma altura y al mismo tiempo:
- a :| Una goma de borrar y una hoja de papel abierta: ¿cuál llegará primero al suelo?
  - b :| ¿Y si hace un bollo con la hoja de papel?
  - c :| Analice las dos situaciones según Galileo.





- :| Observe qué sucede si deja caer una hoja de papel abierta y otra cerrada (las dos pesan lo mismo).
- :| Analice la situación según la Física aristotélica y según la visión de Galileo.

## ACTIVIDAD 37

Si bien esta "prueba de Pisa" por sí sola no fue suficiente para abandonar las ideas aristotélicas, hoy decimos que con Galileo comienza a establecerse definitivamente la ciencia moderna. Entre otras razones, porque la forma de validar el conocimiento de los fenómenos naturales se distingue del utilizado habitualmente hasta ese momento.

- :| Compare la manera en la que Aristóteles y Galileo validaban las afirmaciones sobre los fenómenos naturales.
- :| ¿En qué sentido esta diferencia en la forma de validación influye en el desarrollo posterior -y hasta nuestros días- de la ciencia?

## ACTIVIDAD 38

## Un segundo inconveniente: la inercia

Es fácil comprender que todo objeto en reposo tiende a permanecer así; y que sólo cambiará su estado si se le aplica una fuerza externa.

¿Pero qué sucede cuando el objeto se encuentra en movimiento?

- a :| Imagine un objeto deslizándose sobre diferentes tipos de superficie: madera, baldosas pulidas, pista de hielo.
- b :| Analice qué sucede con la velocidad del objeto en cada caso.
- c :| Determine cómo será su trayectoria.
- d :| Explique qué sucedería si se anulara por completo el rozamiento con la superficie.

## ACTIVIDAD 39

Podemos imaginar que en ausencia de fuerzas que frenen al objeto (rozamiento con el aire, con el suelo, etc) o que lo desvíen, este se deslizará siempre a la misma velocidad sin frenarse y en línea recta. Newton, a partir de las ideas de Galileo, publicó en 1687 una ley del movimiento que se conoce con el nombre de **Principio de Inercia** (o Ley de Inercia):



Todo objeto permanece en su estado de reposo si se halla en reposo, o de movimiento en línea recta con velocidad constante si está en movimiento, mientras que no se le apliquen fuerzas externas que lo obliguen a cambiar dicho estado.

Esta afirmación es la primera de las famosas Tres Leyes de Newton. Un ejemplo cotidiano en el que se manifiesta esta ley lo percibimos cuando viajamos parados en colectivo. Cuando el colectivo frena de golpe, nosotros tendemos a seguir hacia adelante. Una persona que observa lo sucedido de pie en la calle, puede apreciar claramente que nosotros nos desplazábamos conjuntamente con el colectivo. Cuando éste frenó, nosotros al no estar adheridos firmemente al suelo, continuamos con la velocidad que traíamos anteriormente (la misma que la que tenía el colectivo antes de frenar). En otras palabras, mantuvimos nuestro estado de movimiento por inercia.

## ACTIVIDAD 40

- a :| Explique ahora por qué las flechas continúan avanzando luego de haber abandonado el arco.
- b :| Establezca diferencias entre lo que dice el Principio de Inercia y las leyes del movimiento aristotélico.

En la práctica real, el movimiento a velocidad constante no se cumple perfectamente ya que siempre hay rozamiento, aunque sea mínimo. Aquí se puede apreciar claramente una ley física (la de inercia) que no parte de la observación, porque nadie nunca observó un cuerpo sobre el que no actúe ninguna fuerza. Este concepto es una idealización, una construcción intelectual (coherente con los datos observacionales) que demandó siglos producir.

## ACTIVIDAD 41

- :| Describa tres ejemplos de la vida cotidiana en los que intervenga el Principio de Inercia.

## ACTIVIDAD 42

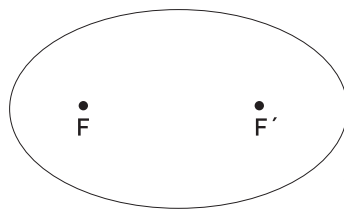
- :| ¿Observar rigurosamente un fenómeno implicará necesariamente llegar a comprenderlo?
- :| ¿Qué papel cumple la observación en la ciencia?

## Un tercer inconveniente: las órbitas elípticas

¿Es realmente heliocéntrico el Sistema Solar, tal cual lo supusieron Copérnico y Galileo?

Johannes Kepler (1571-1630), contemporáneo de Galileo, revisando las anotaciones de las posiciones de los astros hechas a simple vista (todavía no existía el telescopio) durante muchos años por su maestro, el astrónomo danés Tycho Brahe, notó que la órbita de Marte no era un círculo perfecto, sino que se parecía ligeramente a un óvalo. Esto lo llevó a formular una hipótesis que se conoce como la Primera Ley de Kepler:

Las órbitas de los planetas son de forma elíptica y el Sol se encuentra en un punto muy particular llamado foco de la elipse.



← Elipse con sus dos focos F y F'.

Pasados algunos años y aceptada esta nueva hipótesis, el Sol deja de ocupar el punto central del sistema solar, de la misma manera que anteriormente la Tierra había sido desplazada de dicho lugar.

- a :| ¿En qué sentido esta afirmación de Kepler contradecía la Física aristotélica?
- b :| Busque información sobre las llamadas Segunda y Tercera Ley de Kepler. Explíquelas.

ACTIVIDAD **43**

- a :| Realice una encuesta preguntando a qué se deben las diferentes estaciones del año.
- b :| Investigue y explique a qué se deben las estaciones del año.

ACTIVIDAD **44**

Muchos consideran que las estaciones del año se deben a la cercanía o a la lejanía de nuestro planeta con respecto al Sol. Sin embargo, desde este punto de vista, no se tiene presente que cuando en el hemisferio Sur es verano, en el mismo momento es invierno en el hemisferio Norte. La explicación que fundamenta en la distancia del Sol la existencia de las estaciones es contradictoria e incorrecta. Ante esta contradicción, se hace necesario presentar una nueva hipótesis.

En general, los seres humanos nos hacemos representaciones y explicaciones intuitivas del mundo a partir de nuestra experiencia sensorial directa. Sin embargo, estas representaciones no necesariamente responden a los hechos. Dichas representaciones se conocen como **ideas previas o preconcepciones**, y si bien son conceptualmente incorrectas, no deben ser tomadas como un signo de ignorancia, dado que en muchos casos dependen de procesos mentales naturales propios de los humanos.

## ACTIVIDAD 45

Precisamente, la ciencia busca someter a verificación aquello que se asume intuitivamente como cierto.

- :| Enumere las representaciones intuitivas de fenómenos naturales tratadas a lo largo de esta Unidad que no se verifican por medio de un análisis científico.

## ACTIVIDAD 46

- :| Haga un esquema de los inconvenientes presentados por la Física aristotélica y cómo fueron resueltos posteriormente. Discuta sus respuestas con el profesor tutor.

## La caída de la Física aristotélica: la ley de gravitación universal

Isaac Newton nació en el año 1643 en una aldea de Woolsthorpe, Inglaterra, al año siguiente a la muerte de Galileo. Sir Newton fue uno de los físicos más importantes de la historia. Uno de los períodos más fructíferos de su producción fue entre los años 1665-1666 mientras se encontraba en su casa natal, escapando de la peste negra que azotaba Cambridge. Según cuenta la improbable leyenda, mientras estaba sentado en su jardín, la caída de una manzana lo llevó a reflexionar.

Newton comprendió que **dos objetos cualesquiera** se atraen entre sí por el solo hecho de poseer masa. El valor de esta fuerza de atracción, llamada "fuerza gravitatoria", depende de la masa de los objetos y de las distancias que separan sus centros.

La ley de Newton puede generalizarse para todos los cuerpos del Universo y se expresa en forma matemática mediante la siguiente ecuación:

$$F_g = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

Donde G es la constante de gravitación universal,

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2;$$

M es la masa mayor;

m la masa menor y

d la distancia que separa los centros de ambas masas.

Esta ley explica fenómenos tan distintos como la caída de los objetos, el movimiento de los planetas, de los satélites como la Luna o el fenómeno de las mareas. **Newton no descubrió la gravedad sino su universalidad**, es decir, que la fuerza de atracción gravitatoria existe siempre entre objetos porque poseen masa, sean éstos tan masivos como estrellas o simplemente como nueces.

A partir de la Ley de la Gravitación Universal, Newton logró mostrar contundentemente que la división entre mundos terrestre y celeste propuesta por Aristóteles era innecesaria. Desde ahora **las leyes que rigen todos los movimientos terrestres y celestes son las mismas**, poniendo así fin al proceso de ruptura con la Física aristotélica que ya había iniciado Galileo con sus trabajos de Astronomía y Cinemática (estudio de los movimientos), mediante una novedosa forma de entender la Ciencia a través del uso de la **metodología experimental**.



↑ Isaac Newton (1643-1727).

## ACTIVIDAD 47

- :| ¿Cuál es la importancia de la Ley de Gravitación Universal desde el punto de vista científico?

## ACTIVIDAD 48

- a :| Compare la fuerza que ejerce la Luna sobre la Tierra con la fuerza que ejerce la Tierra sobre la Luna. ¿Cómo resultan dichas fuerzas?
- b :| La masa de la Tierra es aproximadamente  $6 \cdot 10^{24}$  kg y la masa de la Luna es  $7,2 \cdot 10^{22}$  kg. Si la fuerza gravitatoria entre ellas es  $1,9 \cdot 10^{20}$  N, ¿qué distancia hay entre el centro de la Tierra y el centro de la Luna?
- c :| ¿Cuál es la fuerza gravitatoria entre Ud. y la Tierra?
- d :| ¿Cuánto se reduciría su peso si estuviese al doble de distancia del centro de la Tierra?

## ACTIVIDAD 49

- :| Las explicaciones sobre el movimiento de los planetas, obtenidas a partir de la Ley de Gravitación Universal, las leyes de la Mecánica y el Cálculo Matemático: ¿permiten asegurar que la Teoría de Newton es verdadera? Justifique su respuesta.

## ACTIVIDAD 50

- :| Busque datos biográficos e información sobre los trabajos de los personajes mencionados a lo largo de esta Unidad.
- :| Realice luego una síntesis señalando los aportes más importantes de cada uno y ubíquelos en una línea de tiempo.

# La máquina del mundo

Con el afianzamiento de la Nueva Ciencia Física, la Matemática ocupará un lugar cada vez más preponderante dentro de ella. La naturaleza presenta fenómenos que se cumplen con regularidad. La Matemática se transforma entonces en una poderosa herramienta que permitirá calcular y predecir movimientos, tiempos y fuerzas. Se determinará cada vez con mayor precisión desde el paso de cometas, como el Halley, hasta las trayectorias de los rayos de luz al atravesar las lentes. En este punto, esta nueva ciencia de la naturaleza comienza a formalizar matemáticamente cada concepto que construye. Al respecto, el mismo Galileo llegó a escribir que:

*“El Universo no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lenguaje matemático y sus caracteres son triángulos, círculos u otras figuras geométricas, sin los cuales es imposible entender una sola palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto”.*  
(Il saggiatore)

Actualmente decimos que la Matemática es una creación humana que puede utilizarse para interpretar los fenómenos naturales.

:| Explique la diferencia con lo que sostenía Galileo.

Una vez comprendida la relación matemática entre fuerzas y movimientos, se afianzó una concepción mecánica del Universo conocida como **mecanicismo**.

Según esta visión, no existen fuerzas ocultas que den lugar a efectos inesperados. Será el filósofo, matemático y físico francés René Descartes (contemporáneo de Newton), quien lleve esta idea hasta sus últimas consecuencias. Para él, el Universo, funcionaba igual que una máquina; todos los fenómenos, incluso los relacionados con la vida, se podrían explicar a partir de las leyes del movimiento y de las fuerzas.

Fue tan poderosa esta postura que posteriormente hasta la psicología, la economía y otras ciencias humanas intentaron reducir al hombre (o a la sociedad) a una compleja máquina de relojería.

Tal es el caso del filósofo inglés John Locke. Amigo de Newton, que creía que el concepto de "ley de la naturaleza" era aplicable a la religión y al gobierno. Por ello se dedicó a desarrollar una nueva filosofía política, de la que más tarde se derivará el sistema mecanicista de cheques y balances, idea nacida del concepto newtoniano de acción y reacción. El mismo Benjamin Franklin escribió una obra sobre las implicaciones filosóficas de los principios newtonianos: "De la libertad y la necesidad; el hombre en el universo newtoniano".

Habrá que esperar hasta fines del siglo XIX y principios del siglo XX para que este modelo puramente mecánico muestre sus deficiencias, aunque en muchos casos podríamos animarnos a afirmar que aún sigue vigente.

## ACTIVIDAD 52

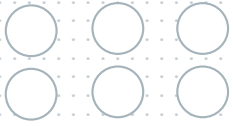
- a :| Identifique conceptos de la Física que pueden relacionarse con la Economía.
- b :| ¿Qué problemas pueden surgir al considerar que la economía se comporta como un sistema físico mecánico? Enumérelos y explíquelos brevemente, dé ejemplos cuando sea posible.

## ACTIVIDAD INTEGRADORA

## ACTIVIDAD 53

- :| **Teatralización:** ¿Por qué habrá perdurado tanto tiempo la hipótesis aristotélica de una Tierra quieta en el centro del Universo? Escriba un texto teatral.
- :| Tome aspectos, problemas y soluciones trabajadas a lo largo de la Unidad. Escriba el guión (diálogos, experiencias, etc.). Tenga presente que una comprensión actualizada de la situación no puede ser reducida a una causa única; ni a una visión centrada en héroes y villanos. Si quiere profundizar puede investigar qué sucedía en la época: afianzamiento de las monarquías absolutas, reforma, contrarreforma, humanismo; renacimiento. descubrimientos técnicos y geográficos, etc.





# 2

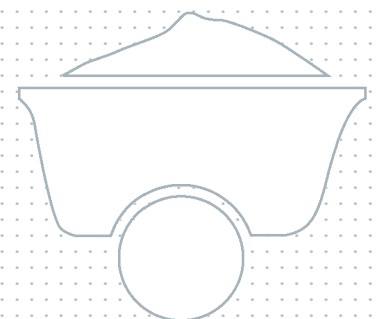
UNIDAD

## El mundo mecánico de Newton

*“La naturaleza y sus leyes permanecieron en la noche,  
Dios dijo ‘hágase Newton’, y todo fue luz”.*

Alexander Pope

(Poeta y admirador contemporáneo de Newton)





## Introducción

La Mecánica es el estudio de las fuerzas y de los movimientos. Su origen se remonta a la antigua Grecia, pero alcanzó su significación actual con la obra de Sir Isaac Newton. En "Los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural" (1687), se establecen las leyes que permitirán el análisis de los fenómenos naturales mediante la formalización matemática.

Con Newton se cierra un ciclo que había nacido con Copérnico. A partir de este momento, los científicos se ocuparán, entre otras tareas, de establecer nuevas leyes expresables matemáticamente en diversos campos de las ciencias como la óptica, la electricidad y la termodinámica.

En esta Unidad, presentamos los conceptos clave de la Mecánica. A partir de la formalización de los mismos, se podrán explicar y predecir gran cantidad de fenómenos cotidianos.



## Preguntas orientadoras

- ¿Cuáles son los conceptos fundamentales, útiles para explicar los fenómenos naturales desde una perspectiva mecánica de la naturaleza?
- ¿Qué es el movimiento? ¿Cuál es la diferencia entre velocidad y aceleración? ¿y entre masa y peso?
- ¿Cómo se explica que dos objetos que se dejan caer libremente desde la misma altura y al mismo tiempo llegan al suelo simultáneamente?
- ¿Cuál es el lugar que ocupan las Leyes de Newton dentro de las ciencias? ¿Cuál es su valor en el marco del pensamiento humano?

## Problemas para describir el movimiento

El movimiento es uno de los fenómenos que cotidianamente observamos a nuestro alrededor. Todos los objetos se mueven, aunque en algunos casos sea imperceptible a nuestros sentidos. Gran diversidad de procesos pueden describirse y explicarse a partir del movimiento de cuerpos y partículas. Incluso el funcionamiento y la dinámica del Universo pueden ser interpretados a partir del análisis del movimiento de los cuerpos celestes y de las fuerzas que actúan sobre ellos.

Pero, ¿qué es el movimiento? Pregunta que a primera vista parece sencilla, pero que no es fácil de responder, como ya hemos vislumbrado en la Unidad anterior.

Le proponemos que intente formular una respuesta como primera aproximación.

Supongamos que Luis viaja cómodamente sentado en la butaca de un tren absorbo en la lectura de un libro.

:| Luis ¿se “mueve” o está “quieto”?

Discuta esta pregunta con sus compañeros en el encuentro de tutoría. Considere cada una de las siguientes situaciones:

::... El tren se desplaza desde una estación a otra.

::... El tren se detiene en una estación y Luis sigue sentado.

::... El tren se cruza con otro tren que se dirige en sentido contrario y Valeria, que viaja allí, observa a Luis. ¿Qué diría Valeria sobre Luis, se mueve o está quieto? ¿Qué diría Luis sobre Valeria?

:| Elabore un informe sobre los movimientos que se pueden identificar en cada caso y respecto a qué se puede considerar que se mueve.

Intentemos ahora reflexionar juntos sobre esta cuestión:

### Caso a

Si Luis está en el tren y este se desplaza, entonces Luis también está en movimiento respecto de la Tierra. Pero también es válido afirmar que Luis está “quieto” respecto de la butaca (o del tren).

## Caso b

Si el tren está detenido y Luis sigue sentado, entonces Luis está “quieto” con respecto al tren y con respecto a la Tierra. Pero también es válido sostener que se mueve respecto del Sol. Nuestro planeta y todos sus elementos se mueven conjuntamente respecto del Sol.

## Caso c

Valeria viaja en el tren que se dirige en sentido contrario al de Luis. Ella puede afirmar que Luis se desplazó conjuntamente con el tren en el que viaja, mientras que ella está en reposo.

Sin embargo, también puede sostener que el tren de Luis (y por lo tanto él) se encontraba en reposo, mientras que ella se movía en su tren respecto del suelo. Finalmente, también podría sostener que los dos se movían en sentidos contrarios. Lo interesante es que todas las afirmaciones son válidas.

### **Veamos otro ejemplo cotidiano:**

Probablemente alguna vez, mientras estaba sentado en un tren detenido en una estación, se encontró con otro tren en sentido contrario también detenido. De repente, pudo notar que algún tren se movía, pero sin saber cuál de los dos era. Tal vez pensó que era su propio tren que arrancaba, o que el otro lo hacía en sentido contrario, o posiblemente que fueran ambos a la vez. Sin embargo, no estaba seguro. Sólo pudo darse una respuesta luego de observar y comparar con un árbol, o con la estación misma.

## El sistema de referencia

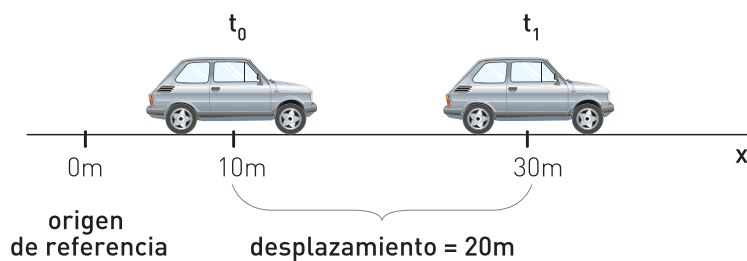
Como habrá podido notar, "**el movimiento es relativo**". Para describir el movimiento de un cuerpo fue necesario previamente elegir otro cuerpo de referencia que se considere fijo. Por practicidad, nunca es conveniente elegir como referencia a un cuerpo en movimiento acelerado, como por ejemplo en caída libre.

Una manera más precisa, consiste en elegir arbitrariamente un sistema de referencia fijo (sea o no un cuerpo). A dicho sistema se le asigna un origen de referencia, también arbitrario. En nuestro país, una ruta nacional puede considerarse un sistema de referencia, cuyo origen (kilómetro cero), se encuentra frente al Congreso de la Nación. La distancia a cualquier pueblo sobre la ruta, se calcula a partir del monolito que se encuentra en la Plaza de los Dos Congresos.

Ahora estamos en condiciones de responder la pregunta inicial sobre el movimiento:



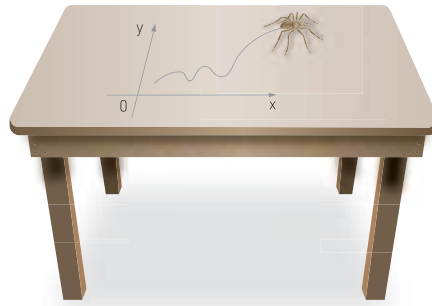
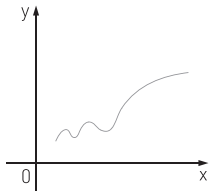
Decimos que un cuerpo se mueve con respecto a un origen de referencia que se considera fijo, si cambia de posición al transcurrir el tiempo.



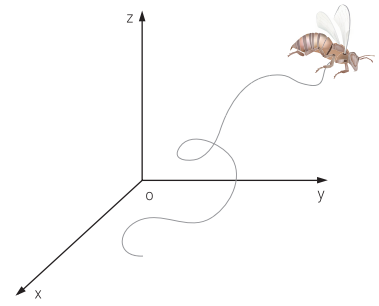
Una forma muy útil y simple de expresar la posición de un cuerpo es mediante un sistema de referencia con coordenadas cartesianas  $x$  e  $y$  en el plano. Dicho sistema se conoce como "sistema de coordenadas cartesianas", como ya habrá aprendido en Matemática.



Las sucesivas posiciones tomadas por el cuerpo, determinan una línea que puede ser curva o recta y a la que llamamos **trayectoria del cuerpo puntual**.



↑ Trayectoria en un plano.



Trayectoria en el espacio tridimensional. ↑

En síntesis, el movimiento es relativo porque “depende” del sistema de referencia elegido. Para poder describirlo correctamente es conveniente considerar un sistema de referencia fijo.

## ACTIVIDAD 55

- :| ¿Por qué es necesario considerar un sistema de referencia para describir un movimiento?
- :| Establezca la diferencia entre un sistema de referencia y un sistema de coordenadas.
- :| Ejemplifique la función de cada uno de los sistemas con situaciones concretas.

## ACTIVIDAD 56

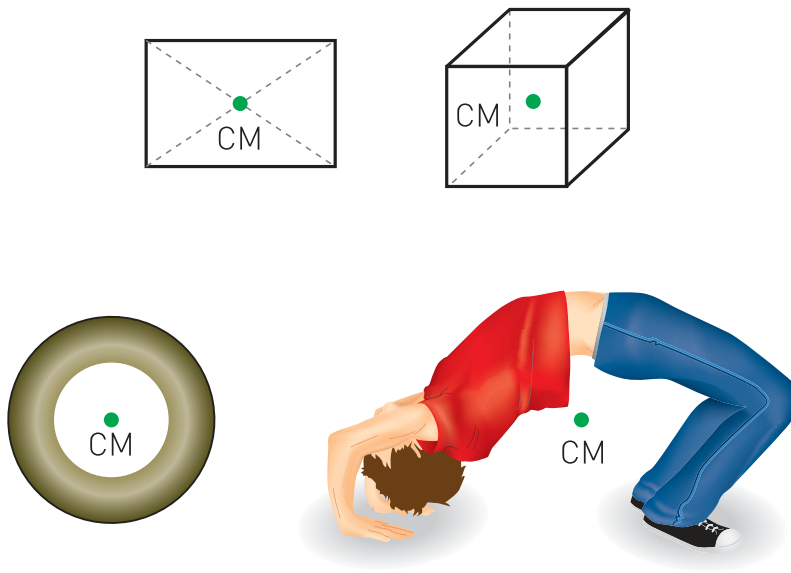
- :| Explique el movimiento del Sol y de las estrellas según los modelos Geocéntrico y Heliocéntrico. ¿Cuál es el cuerpo de referencia en cada caso?

## ACTIVIDAD 57

- :| Identifique la forma de las trayectorias de los siguientes cuerpos en movimiento, luego gráfíquelas:
  - ::... Un velocista durante una carrera de 100 m.
  - ::... Un planeta que se mueve alrededor del Sol.
  - ::... Un niño sentado en una calesita en movimiento.
  - ::... Un proyectil disparado por un cañón.

# El cuerpo puntual

Dado que los cuerpos reales son extensos (tienen dimensiones y volumen), es conveniente tomar un punto del mismo que lo represente. Tomaremos su centro de masa, que es el punto alrededor del cual se distribuye toda la masa del cuerpo. El centro de masa no necesariamente coincide con el centro geométrico del cuerpo. ¿Se le ocurre algún ejemplo?



↑ El centro de masa (CM) puede estar dentro o fuera del cuerpo, y puede coincidir o no con el centro geométrico.

En un cuerpo en movimiento, el centro de masa se desplaza como si toda la masa estuviese contenida en ese punto.

Todas las posiciones y distancias se medirán desde el centro de masas del cuerpo: hemos así inventado el **"cuerpo puntual"**. Es un cuerpo idealizado, inexistente, pero muy práctico para resolver problemas y realizar cálculos.

De aquí en más, cuando hablemos de "cuerpos" o "móviles" estaremos refiriéndonos a "cuerpos puntuales" y "móviles puntuales", a menos que se haga una aclaración explícita.

## Rapidez media y rapidez instantánea

Hemos dicho que un cuerpo en movimiento recorre una cierta distancia en un intervalo de tiempo determinado. Un automóvil en movimiento puede recorrer una determinada cantidad de kilómetros en una hora, mientras que un caracol puede recorrer una determinada cantidad de metros en una hora.

Tomemos el caso de dos automóviles: **A** y **B** que se mueven. Supongamos que el auto **A** recorrió 40 km en una hora, mientras que el auto **B** en una hora recorrió 60 km. ¿Cuál de los dos fue el más rápido?

La primera respuesta que se nos puede ocurrir es que el más veloz fue el auto **B**, porque logró recorrer una mayor distancia en el mismo tiempo que **A**. Sin embargo, hay un aspecto que se nos puede estar escapando. El auto **A** pudo estar detenido por media hora en medio de la ruta, sin que nosotros nos enteráramos. Finalmente, el auto **A** pudo haber sido el más veloz.

Para evitar este tipo de inconvenientes, los físicos definieron dos conceptos diferentes: la rapidez media y la rapidez instantánea.

La **rapidez media** es una magnitud que nos permite comparar las relaciones entre las distancias recorridas y los tiempos empleados durante **"todo"** el viaje de un móvil sin tener en cuenta los detalles particulares del movimiento (aceleraciones, frenajes, detenciones). **Sólo importa cuánta distancia total recorrió el móvil y cuánto tiempo total invirtió en realizarlo.**

Formalmente, la rapidez media puede expresarse así:

$$\text{rapidez media} = \frac{\text{distancia total recorrida}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

Simbólicamente:

$$r_m = \frac{d}{t}$$

En general, la unidad de velocidad es una unidad de longitud dividida por una unidad de tiempo: Km/h; milla/min; año luz/s, etc. En el Sistema Internacional es el **metro por segundo: m/s** (se escribe metro sobre segundo).

En el ejemplo anterior, diremos que la rapidez media del auto **B** es:

$$r_m = \frac{60 \text{ km}}{1 \text{ h}} = 60 \text{ km/h} \quad (\text{se lee: } 60 \text{ kilómetros por hora})$$



Es decir que **por cada hora**, el auto recorrerá 60 km de longitud, si mantiene constante este valor de rapidez.

Por su parte, la rapidez media del auto **A** fue entonces de 40 km/h. Si mantiene constante este valor de rapidez, este automóvil recorrerá 40 km por cada hora que transcurra.

En la vida real, un auto no se desplaza siempre con la misma rapidez. Puede reducirla al llegar a un cruce de calles y luego aumentarla nuevamente, superando en algún punto del recorrido el valor medio estimado para todo el movimiento. Por esta razón, para estos casos más complejos se define la **rapidez instantánea**, que nos permite obtener información sobre la rapidez de un cuerpo en un instante determinado y en un punto específico del recorrido. Podemos preguntarnos entonces: ¿el velocímetro de un automóvil, indica una rapidez media o una rapidez instantánea?



Para realizar en el encuentro tutorial con sus compañeros:

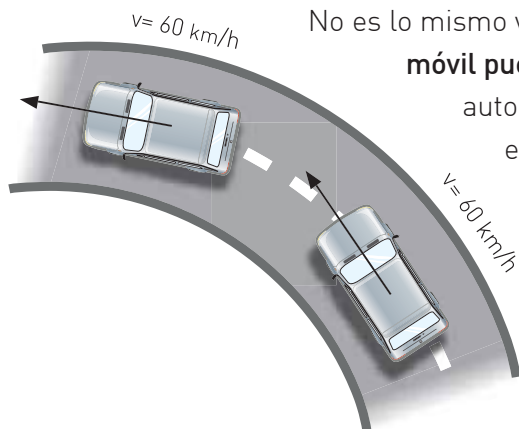
- a :| Calcule la rapidez media a la que camina una mujer. Calcúlela en el caso de un varón. Mida las variables que sean necesarias.
- b :| Le proponemos que calcule la rapidez media de algunos móviles: autos que pasan por la calle de la escuela, cochecitos de juguete a fricción o a cuerda, bolitas, hormigas, caracoles, etc. (Mida las variables que sean necesarias en cada caso, utilice unidades apropiadas).
- c :| Imagine que está haciendo una larga fila para algún trámite. ¿Cómo podría estimar el tiempo que le llevará llegar a la ventanilla? ¿Qué factores podrían alterar su predicción?

## Velocidad

En el lenguaje cotidiano usamos el término velocidad como sinónimo de rapidez. Podemos preguntar, por ejemplo, cuál es la velocidad del auto cuando tal vez queremos referirnos simplemente a su rapidez. En el lenguaje de la Física diferenciamos cada uno de estos conceptos.

**Se llama rapidez al valor de la velocidad instantánea**, por ejemplo 20 m/s; 30 km/h; etc. Las magnitudes que indican sólo la cantidad numérica (con su respectiva unidad) se denominan escalares. **"La rapidez es una magnitud escalar"**. La rapidez se representa con una "**v**".

La velocidad es la magnitud física que nos informa no sólo la rapidez de un cuerpo en movimiento, sino también del sentido del mismo: 70 km/h hacia el Oeste. Las magnitudes que indican tanto la cantidad como el sentido se denominan magnitudes vectoriales, y se representan gráficamente mediante un elemento matemático denominado vector, como ya veremos. **"La velocidad es una magnitud vectorial"** y se representa con una " **$\vec{v}$** ".



No es lo mismo velocidad constante que rapidez constante. **La velocidad de un móvil puede cambiar aunque su rapidez se mantenga constante.** Si un automóvil toma una curva con una rapidez constante de 60 km/h, este valor no cambia. Pero su velocidad sí ha variado, porque cambió la dirección del vector velocidad.

De la misma manera que nos ocurrió con el concepto de rapidez, también podemos definir los conceptos de velocidad media y de velocidad instantánea.

### ACTIVIDAD 59

- ¿Por qué podemos afirmar que un conductor posee tres elementos para cambiar la velocidad de un automóvil: acelerador, freno y volante?
- Calcule la rapidez media de un ómnibus que viaja desde Buenos Aires hacia Córdoba, sabiendo que la distancia entre estas dos ciudades es de, aproximadamente, 700 km y el tiempo empleado por el micro en recorrer esta distancia es de unas 9 hs.
- Un auto recorrió 100 km en 1 h, luego otros 50 km en 1 h y finalmente otros 50 km en 30 minutos. ¿Cuál fue la rapidez media de este auto en cada tramo? ¿Cuál fue la rapidez media a lo largo de todo el viaje?
- Calcule la distancia recorrida por un tren que se desplaza con una rapidez constante de 80 km/h desde una estación a otra si el tiempo que emplea para recorrer esa distancia es de 5 minutos.

Pídale a su tutor que le facilite el Libro 4 de Ciencias Naturales de EGB para consultar las páginas 10 a 18.

## Aceleración media y aceleración instantánea

Cuando un conductor de un automóvil intenta pasar a otro en la ruta, aprieta el acelerador para lograrlo en el menor tiempo posible. Los vehículos modernos se diseñan y fabrican buscando lograr mayores aceleraciones para ser más seguros técnicamente. En el lenguaje cotidiano, acelerar solamente significa aumentar el valor de la velocidad (rapidez).

En el lenguaje de la Física, "**acelerar implica variar la velocidad**". El vector velocidad de un móvil que se desplaza puede cambiar por tres causas: porque varía su rapidez, o bien su dirección o ambas cosas. En los tres casos, el móvil aceleró. Además, el concepto físico de aceleración incluye tanto el aumento como la disminución de la rapidez, aunque en el último caso también se suele hablar de desaceleración.

Un niño en una calesita puede rotar con rapidez aproximadamente constante. Pero su velocidad cambia punto a punto de su trayectoria, ya que varía la dirección del vector velocidad. El niño está siendo acelerado. La fuerza que "siente" hacia fuera al girar rápidamente es una manifestación de esta aceleración. Lo mismo sucede al tomar una curva en un vehículo. Aunque la rapidez sea aproximadamente constante, "sentimos" una fuerza hacia fuera de la curva porque hay aceleración, como analizaremos detenidamente más adelante.

La magnitud que nos informa acerca del cambio del vector velocidad en un intervalo de tiempo se denomina **vector aceleración media**.

En movimientos rectilíneos, la magnitud que da cuenta del cambio de rapidez en un tiempo determinado se llama **aceleración media** y se puede expresar como:

$$a_m = \frac{\text{variación (cambio) de la rapidez}}{\text{tiempo transcurrido}} = \frac{\text{rapidez final} - \text{rapidez inicial}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

Simbólicamente:

$$a_m = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_f - v_0}{t}$$



La aceleración media indica la variación de la rapidez experimentada por el móvil en un cierto intervalo de tiempo.

Cuando el intervalo de tiempo transcurrido es infinitamente pequeño, hacemos referencia a la aceleración instantánea, que nos informa del valor de la aceleración en cada instante.

En general, la unidad de aceleración es una unidad de velocidad dividida una unidad de tiempo:  $\frac{\text{km/h}}{\text{h}}$ ,  $\frac{\text{m/s}}{\text{min}}$ , etc. En el Sistema Internacional, la unidad es el

**metro por segundo al cuadrado:**  $\frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \text{m/s}^2$

En un movimiento rectilíneo, una aceleración de  $7 \text{ m/s}^2$  indica que el móvil varía su rapidez en  $7 \text{ m/s}$  por cada segundo de movimiento. Si estaba inicialmente detenido, al cabo de 1 segundo alcanzará una rapidez de  $7 \text{ m/s}$ ; a los 2 segundos será de  $14 \text{ m/s}$ ; y así sucesivamente.

Veamos un ejemplo:

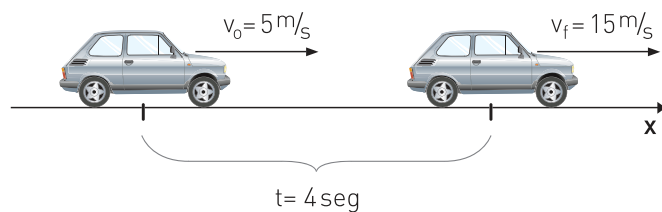
*Si la rapidez de un móvil aumenta constantemente desde  $5 \text{ m/s}$  hasta  $15 \text{ m/s}$  en un intervalo de  $4 \text{ segundos}$ , la aceleración media es:*

$$a_m = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_f - v_0}{t}$$

$$a_m = \frac{15 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{4 \text{ s}}$$

$$a_m = 2,5 \text{ m/s}^2$$

El significado físico de la aceleración calculada es el siguiente: la rapidez de este móvil, durante el intervalo considerado, aumentó  $2,5 \text{ m/s}$  por cada segundo.



## ACTIVIDAD 60

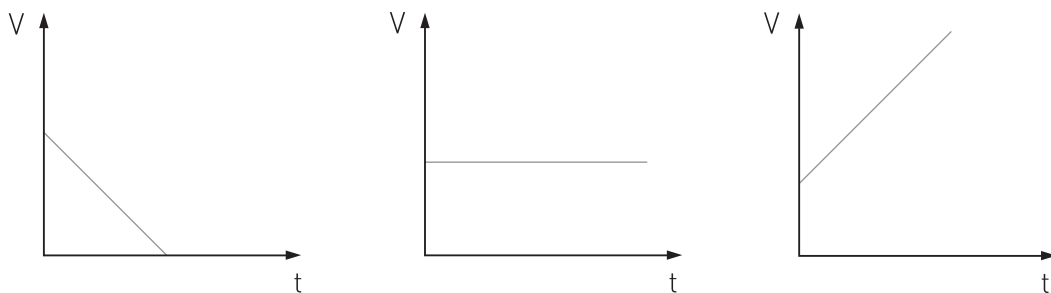
- a :| Explique la diferencia entre los conceptos de velocidad y aceleración.
- b :| Decimos que la aceleración es un vector: ¿siempre apuntará en el sentido del movimiento? Justifique su respuesta.
- c :| Un móvil viaja con una rapidez de 20 m/s y comienza a frenar. Al cabo de 5 segundos su rapidez es de 10 m/s. ¿Cuál es la aceleración media en ese intervalo?
- d :| Un automóvil que viaja a una velocidad de valor igual a 28 m/s comienza a frenar con una aceleración constante cuyo valor es de  $4 \text{ m/s}^2$ . ¿En que intervalo de tiempo se detiene?

## I Movimientos Rectilíneos

Si un cuerpo recorre distancias iguales en iguales intervalos de tiempo el movimiento se denomina **uniforme**, porque la rapidez es constante. Si además su trayectoria es rectilínea se dice que se trata de un **Movimiento Rectilíneo Uniforme**. En un **MRU** el vector velocidad es constante (no varía ni el valor ni el sentido).

Si, en cambio, el movimiento de un cuerpo es rectilíneo y además su aceleración es constante (no varía), el movimiento se denomina: **Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado**. En un **MRUV**, el vector aceleración es constante.

Las siguientes gráficas muestran la relación entre la velocidad de un cuerpo y el tiempo.



- :| ¿Cuál o cuáles considera que corresponden a un movimiento rectilíneo uniformemente variado? Justifique su respuesta.

## ACTIVIDAD 61

## Caída libre

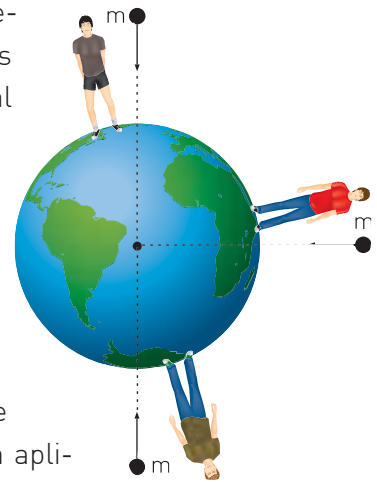
### ACTIVIDAD 62

:| Explique y ejemplifique qué entiende por caída libre.

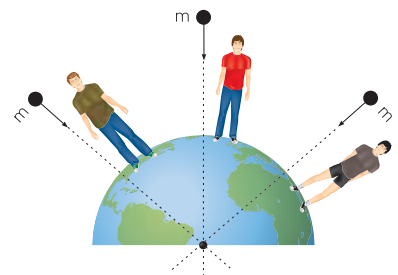
En la Unidad anterior hemos visto cuál era la hipótesis aristotélica acerca de la caída de los cuerpos: los cuerpos más pesados llegan con mayor rapidez al suelo. Los trabajos posteriores de Galileo pondrían en duda esta hipótesis. Si bien el rozamiento del cuerpo con el aire ofrece resistencia durante el movimiento de caída, hoy sabemos que los cuerpos en el vacío caen con la misma rapidez, dentro del rango de error experimental.

Ahora nos proponemos analizar más detenidamente las características de este movimiento, mediante la aplicación de los conceptos de velocidad y aceleración.

Si usted suelta un objeto, este caerá en dirección al centro de la Tierra.



Se llama caída libre al movimiento vertical de caída bajo la sola acción de la gravedad. Todos los cuerpos que caen libremente tienen un movimiento acelerado, vertical y hacia el centro de la Tierra. En realidad, es un movimiento idealizado, dado que también interviene la fricción, y por ende las fuerzas de rozamiento.



Consideremos un cuerpo sostenido a una altura determinada. Inicialmente la velocidad del objeto vale  $0 \text{ m/s}$ , dado que se encuentra en reposo y no se le aplica ningún "empujón". Luego se lo suelta y se lo deja caer libremente. Mientras cae, la rapidez del objeto aumenta, pero no la aceleración. La aceleración que adquiere es la aceleración de la gravedad, que llamaremos  $g$ . Su valor depende exclusivamente de la constante de gravitación universal  $G$ , de la masa del planeta y de la distancia del centro del mismo al objeto (que es aproximadamente igual al Radio del planeta).

La expresión matemática de  $g$  es:

$$g = \frac{G \cdot M}{d^2}$$

Donde  $M$  es la masa del planeta.

En la Tierra, como la distancia del centro del planeta a un lugar de su superficie varía levemente (no es una esfera perfecta), el valor de la aceleración de la gravedad no es igual en todos los puntos de la superficie terrestre. Por ejemplo en el ecuador es de  $9,78 \text{ m/s}^2$  y en los polos es de  $9,83 \text{ m/s}^2$ .

A  $45^\circ$  de latitud y a nivel del mar el valor de  $g$  es  $9,81 \text{ m/s}^2$  y es el que tomaremos como valor representativo.

Dado que el valor de  $g$  es de aproximadamente  $10 \text{ m/s}^2$ , esto significa que cada segundo, el objeto aumenta su rapidez en aproximadamente  $10 \text{ m/s}$ . Como parte del reposo, luego de 1 segundo la rapidez instantánea adquirida será de unos  $10 \text{ m/s}$ . A los 2 segundos, la rapidez habrá aumentado en  $10 \text{ m/s}$  con respecto al primer segundo. Por lo tanto será de unos  $20 \text{ m/s}$ . A los 5 segundos la rapidez instantánea adquirida por el objeto será de unos  $50 \text{ m/s}$ ; y así sucesivamente.



Dado que, a diferentes alturas cercanas a la superficie terrestre, las diferencias de  $g$  no son significativas, podemos considerar que mientras cae, la rapidez del objeto aumenta, pero la aceleración se mantiene constante.

Es importante notar que la aceleración de la gravedad es independiente de la masa del objeto que cae (ver que en la ecuación anterior no figura la masa  $m$  del cuerpo que desciende). Por tal razón, caerán con la misma rapidez un elefante y un ratón, si se los suelta desde la misma altura y al mismo tiempo y en ausencia de rozamiento por fricción.

a :| Identifique los factores que intervienen en la caída de los cuerpos.

b :| Responda y justifique sus respuestas.

1 :| ¿El salto de un paracaidista desde un avión es un movimiento de caída libre? ¿Por qué?

2 :| Si deajo caer un objeto en la Luna: ¿se puede considerar una caída libre? ¿Por qué?

## ACTIVIDAD 64

Un famoso experimento realizado por el astronauta David Scott (1971) en la Luna consistió en soltar al mismo tiempo y desde la misma altura un martillo y una pluma de halcón. Para asombro de la mayoría de los televidentes, ambos llegaron simultáneamente al suelo.

- :| Elabore un informe escrito respondiendo las siguientes preguntas:  
 ¿Cómo explicaría el fenómeno observado? ¿Por qué los televidentes se asombraron? ¿Los elementos cayeron con la misma rapidez que en nuestro planeta?

## ACTIVIDAD 65

La masa de la Luna es de  $7,35 \cdot 10^{22}$  kg. Su radio medio es de 1.738 km.

- :| Calcule su aceleración gravitatoria en  $m/s^2$ . (Encontrará el valor de G en la Unidad 1).

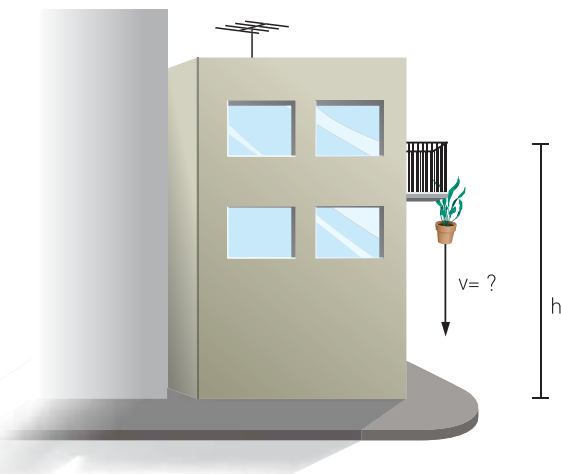
## Cálculo de la velocidad y de la distancia recorrida en caída libre

La rapidez de un objeto en caída libre aumenta con el paso del tiempo, debido a la aceleración de la gravedad. La rapidez instantánea de un objeto que cae libremente puede expresarse matemáticamente como:

$$v = g \cdot t$$

A su vez, la distancia total recorrida se calcula mediante:

$$d = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$



Veamos un ejemplo:

*Una maceta se cae desde un balcón y llega al suelo en 3 s.*

- a :| ¿Cuál es la rapidez de la maceta al llegar al suelo?  
 b :| ¿A qué altura se encontraba antes de caer?



**Resolución:**

a :| Sabiendo que

$$v = g \cdot t$$

tenemos una rapidez de:

$$v = 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ s} = 29,43 \text{ m/s}$$

Podemos expresar este valor de velocidad en km/h. Si tenemos en cuenta que  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$  y que  $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ . Estas equivalencias nos permiten hacer el siguiente pasaje de unidades:

$$29,43 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 29,43 \frac{0,001 \text{ km}}{1:3600 \text{ h}} = 106 \text{ km/h (aproximadamente)}$$

¡mejor que esta maceta no se nos caiga sobre nuestra cabeza!

b :| Ahora calculemos a qué altura se encontraba el balcón desde el cual cayó la maceta.

$$\text{Como: } d = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$\text{tenemos que: } d = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 9 \text{ s}^2 = 44 \text{ m}$$

- a :| Desde lo alto de una torre se deja caer una esfera metálica que llega al suelo en 5 segundos. Calcule la altura de la torre y la rapidez de la esfera al llegar al suelo.
- b :| ¿Cómo calcularía la altura de un edificio valiéndose de una piedra? Explíquelo detalladamente (tenga en cuenta que no dispone de una cinta métrica para medir la altura).
- c :| ¿Cuánto tiempo, después de iniciada su caída en el vacío, la rapidez de un cuerpo es de 37 m/s?

ACTIVIDAD **66**

- :| Mediante la ecuación de caída libre, le proponemos calcular grupalmente la aceleración de la gravedad de nuestro planeta. Mida las variables necesarias con precisión razonable para poder realizar sus cálculos. Presente a su profesor un informe describiendo las acciones realizadas, los resultados, los inconvenientes que se presentaron y las conclusiones.

ACTIVIDAD **67**



## Relación entre fuerza y movimiento

¿Cuál es la causa de los movimientos?

Como hemos visto, esta pregunta ha sido respondida desde muy antiguo y de maneras diversas. A partir de la **Ley de Inercia o Primera Ley de Newton** (llamada así en honor a su autor), sabemos que los cuerpos en movimiento se mantienen en dicho estado mientras no actúe ninguna fuerza sobre ellos. La fuerza se necesita solamente para ponerlos inicialmente en movimiento. Luego, y en ausencia de fuerzas de frenado o de rozamiento, el móvil se mantendrá en movimiento rectilíneo y uniforme.

Por otro lado, si una fuerza neta actúa constantemente sobre un cuerpo, entonces este cambiará su velocidad mientras dicha fuerza actúe. Es el caso de la caída libre. A medida que la piedra cae bajo la acción constante de la fuerza gravitatoria, su rapidez aumenta. Por el contrario, si la piedra se lanza desde el suelo verticalmente hacia arriba contra la fuerza gravitatoria, su rapidez disminuye hasta frenarse por completo. La fuerza gravitatoria actuó constantemente sobre la piedra hasta detenerla. Este último tipo de movimiento se denomina "**tiro vertical**".

En síntesis, un objeto puede desplazarse bajo la acción de una fuerza, variando su velocidad. Pero también puede desplazarse por inercia, manteniendo su velocidad constante.

## ¿Qué es una fuerza?

- a :| Identifique en qué momentos necesitamos aplicar una fuerza.
- b :| Enumere los efectos de la aplicación de una fuerza.
- c :| Detalle qué fuerzas y qué tipo de fuerzas conoce.

### ACTIVIDAD 68

Hasta el momento, hemos hablado de fuerzas sin preocuparnos por su conceptualización. Esta es nuestra próxima tarea.

Si deseamos mover un objeto que se halla en reposo necesitaremos aplicar una fuerza. Si queremos frenarlo porque se encuentra en movimiento, también necesitaremos aplicar una fuerza. Esto nos permite decir que, en términos de Newton, una fuerza es aquello capaz de cambiar la velocidad de los objetos.

Una fuerza puede mover una mesa inicialmente en reposo, detener un auto a gran velocidad, deformar cuerpos de diferentes materiales como una esponja o una plastilina. Son las denominadas **fuerzas por contacto**.

También una fuerza puede atraer un cuerpo hacia otro. El Sol atrae a la Tierra y un imán atrae a objetos de hierro, sin contacto directo entre los cuerpos. Son las llamadas **fuerzas a distancia**.

Las fuerzas aplicadas sobre los cuerpos se ponen de manifiesto a través de los “efectos” que provocan sobre dichos cuerpos. Nunca nadie ha visto una fuerza. Una fuerza es, en última instancia, una creación humana que permite explicar gran diversidad de fenómenos naturales.

## Fuerza y aceleración

Ya hemos logrado establecer el concepto de fuerza a partir de sus efectos. Ahora nos ocuparemos de cuantificar dichos efectos. La cuantificación y definición del concepto de fuerza, tal cual lo conocemos hoy, la debemos a Isaac Newton. Tras varios años de trabajo, logró relacionar y completar los conocimientos alcanzados por sus antecesores.

Una fuerza provoca cambios en el movimiento de un cuerpo. Si queremos duplicar la aceleración de un cuerpo, es necesario duplicar también la fuerza aplicada. Existe una relación de **proporcionalidad directa entre la fuerza y la aceleración**.

Si  $m = \text{constante}$ :  $F > f \Rightarrow A > a$



↑ A igual masa, si aumenta la fuerza aplicada, entonces aumenta la aceleración.

Intuitivamente sabemos que resulta más “fácil” empujar una silla que un auto. Si mantenemos la fuerza constante, cuanto menor sea la masa del cuerpo mayor será su aceleración, y viceversa. **La aceleración resulta inversamente proporcional a la masa del cuerpo**.

Si  $F = \text{constante}$ :  $M > m \Rightarrow a < A$



↑ A igual fuerza aplicada, si aumenta la masa, entonces disminuye la aceleración.

La formalización de estas dos ideas se conoce como "**Ley de Masa**" o "**Segunda Ley de Newton**" en honor a su autor. La misma puede reescribirse como sigue:

↘ Cuando sobre un cuerpo se aplica una fuerza, este adquiere una aceleración cuyo valor es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo. Además, la aceleración adquirida tiene la misma dirección y sentido que la fuerza.

Simbólicamente:

$$a = \frac{F}{m}$$

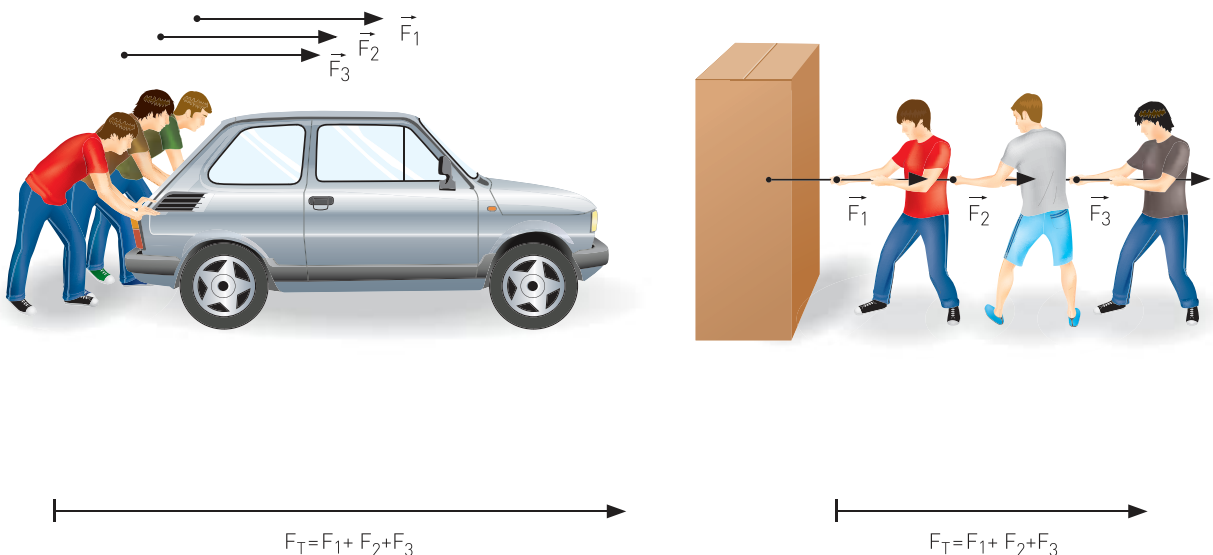
o lo que es lo mismo, la famosa ecuación:

$$F = m \cdot a$$

Si sobre el cuerpo actúan varias fuerzas, la aceleración total se deberá a "la suma de todas las fuerzas externas" (o fuerza total). Simbólicamente:

$$F_T = \Sigma F = m \cdot a_T$$

Donde la notación  $\Sigma F$  significa sumatoria de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.



↑ Sólo cuando las fuerzas se ejercen sobre el mismo cuerpo y en el mismo sentido, es posible sumarlas numéricamente.

## ACTIVIDAD 69

- a :| Explique el concepto de fuerza y mencione situaciones cotidianas que ejemplifiquen sus argumentaciones.
- b :| La afirmación "Pablo tiene mucha fuerza y por eso pudo mover el ropero" no tiene sentido desde la Física. ¿Por qué?
- c :| Si se ejerce una fuerza sobre un carrito de compras, este se acelera. ¿Qué ocurre con la aceleración si se triplica la intensidad de la fuerza aplicada al carrito?
- d :| A un carrito de compras cargado de algunos elementos se le aplica una fuerza y entonces se acelera. ¿Qué ocurre con la aceleración si se duplica la masa del sistema y se mantiene la misma intensidad de la fuerza?

## Unidades de fuerzas

La unidad de fuerza se establece multiplicando la unidad de masa por la de aceleración. Las unidades más utilizadas son:

El kilogramo fuerza	kgf o $\vec{kg}$
El <b>Newton</b> (Sist. Internacional)	N

Un Newton es la fuerza necesaria para acelerar  $1\text{m/s}^2$  a un cuerpo cuya masa es de 1 kg. Luego  $1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot 1\text{m/s}^2 = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$

La equivalencia entre estas unidades diferentes de fuerza es la siguiente:

$$1 \vec{kg} = 9,8 \text{ N}$$

Para darle una idea, una persona para la cual la balanza de la farmacia marque 70 kg, posee un peso de  $70 \vec{kg}$ , es decir unos 686 N.

Veamos un ejemplo de aplicación de la Ley de Masa:

*¿Qué aceleración adquiere un cuerpo de 4 kg de masa cuando se le aplica una fuerza total de 8 N?*

Como  $F = m \cdot a$  podemos calcular la aceleración despejando  $a$  de esta ecuación:

$$\text{Luego } a = \frac{F}{m} = \frac{8\text{N}}{4\text{ kg}} = \frac{8\text{ kg} \cdot \text{m/s}^2}{4\text{ kg}} = 2\text{ m/s}^2$$

:| Resuelva las siguientes situaciones:

- a :| Un cuerpo de 20 kg se mueve con una aceleración de  $3 \text{ m/s}^2$ . Determine la intensidad de la fuerza ejercida sobre dicho cuerpo.
- b :| Sobre un objeto cuya masa es de 5 kg se aplican simultáneamente dos fuerzas. La primera de 10 N hacia la derecha y la segunda de 6 N hacia la izquierda. ¿Cuál será la aceleración final del objeto? ¿En qué sentido?

ACTIVIDAD

70

El instrumento utilizado para medir la intensidad de las fuerzas es el dinamómetro.

- :| Averigüe sus características y construya uno. Para calibrarlo tendrá que medir el estiramiento sin peso y luego con un peso determinado, dividiendo finalmente dicha longitud en segmentos proporcionales. Tenga cuidado para que no se deforme el resorte. ¿Por qué le advertimos esto? ¿que pasaría si se deforma el resorte?
- Utilice su dinamómetro para medir diferentes intensidades de fuerzas.

ACTIVIDAD

71

## El vector fuerza

**Las fuerzas son el producto de la interacción entre los cuerpos.** Cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo es necesario saber cuál es la intensidad de la fuerza aplicada, pero también la dirección y el sentido. **Es una magnitud vectorial.**

Muchas magnitudes físicas, en particular las fuerzas, se representan por vectores. Un vector es un segmento orientado, similar a una flecha, que se caracteriza por tener:

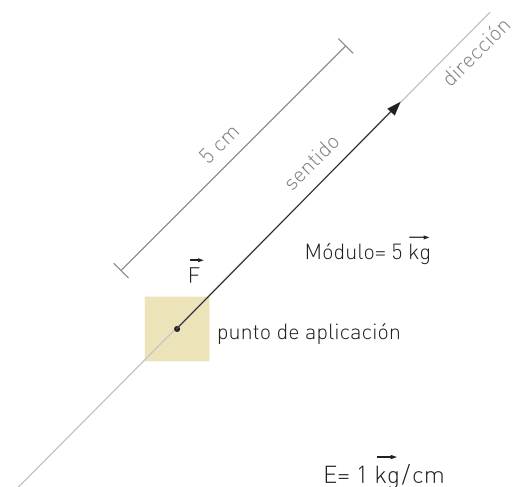
**Origen:** Es el punto donde nace el vector. Uno de los extremos del segmento.

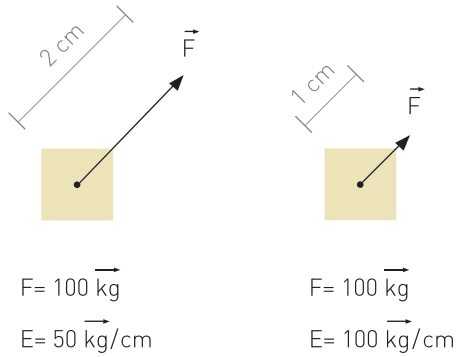
**Dirección:** Es la recta a la cual pertenece el vector.

**Sentido:** Indica hacia dónde apunta el vector.

**Módulo o valor:** Es la medida del vector (puede representarse en escala).

Los vectores nos permiten representar gran cantidad de situaciones. En el caso de las fuerzas, se construye un diagrama de fuerzas llamado **diagrama de cuerpo libre**.

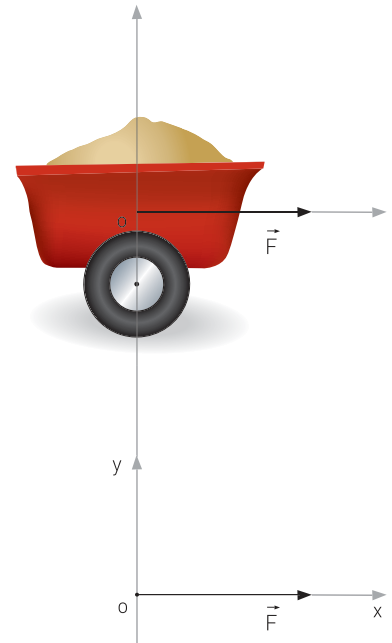
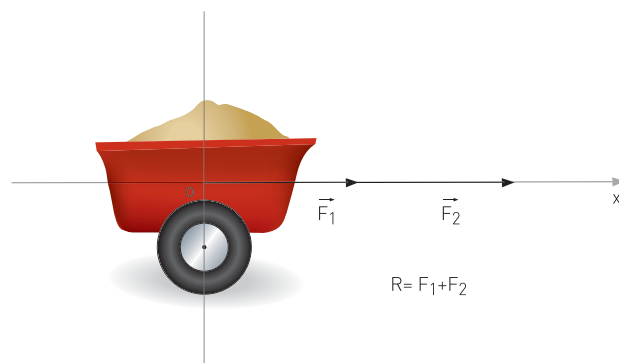




Se dibujan los ejes de coordenadas y se representan los vectores en el plano. El objeto se representa como un punto (idealización) que se ubica en el centro de coordenadas. La longitud de cada vector fuerza se expresa en una escala conveniente. Por ejemplo, una fuerza de  $100 \vec{\text{kg}}$  podría representarse mediante un vector de 10 cm o también de 1 cm.

Para representar las fuerzas sobre un carro tirado por un caballo, primero tomaremos al carro como un cuerpo puntual y dibujaremos un vector que comienza en el origen de coordenadas y apunta en el sentido de acción de la fuerza. La medida del vector se representa en escala.

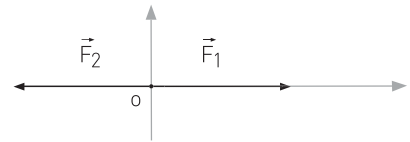
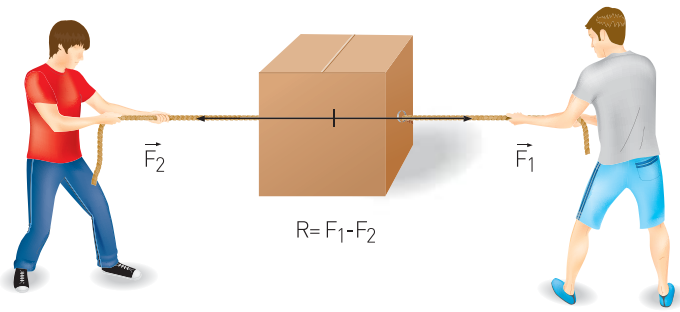
Supongamos ahora que dos caballos tiran del carro con la misma intensidad de fuerza y en el mismo sentido. En el diagrama de cuerpo libre, ambos vectores se representarán con la misma longitud y apuntarán hacia el mismo lado. La **fuerza total o fuerza resultante**, tendrá un valor igual a la suma de los valores de las fuerzas originales.



↑ Diagrama de cuerpo libre.

Supongamos que ahora **dos muchachos** tiran de una caja con la misma intensidad de fuerza cada uno, pero en sentidos contrarios. En el diagrama de cuerpo libre, un vector fuerza apuntará hacia la derecha y el otro hacia la izquierda. En este caso, ambos tendrán la misma medida. El valor de la fuerza resultante será igual al valor de la resta de las fuerzas originales. En general, el vector resultante apuntará en el sentido de la fuerza de mayor módulo. La suma o resta de los valores numéricos de fuerzas sólo se puede efectuar cuando las fuerzas actúan paralelamente, nunca si están en diferentes direcciones. En este último caso, para calcular la resultante existen procedimientos un poco más complicados.





$$R = F_1 - F_2$$

↑ Diagrama de cuerpo libre.

- a: | Represente en un diagrama vectorial (diagrama de fuerzas) un objeto que pesa 500 N? Dibújelo y justifique su respuesta.
- b: | ¿Cuánto mide el vector que dibujó? ¿Por qué?
- c: | ¿Podría representarse dicha fuerza con un vector de 2.5 cm de longitud? Justifique su respuesta.
- d: | ¿Cómo podría representarse vectorialmente la situación si se apoya el objeto sobre una mesa horizontal? Representélo si es posible.
- e: | ¿Para qué puede ser útil representar las fuerzas?

## ACTIVIDAD 72

- : | Resuelva la siguiente situación:

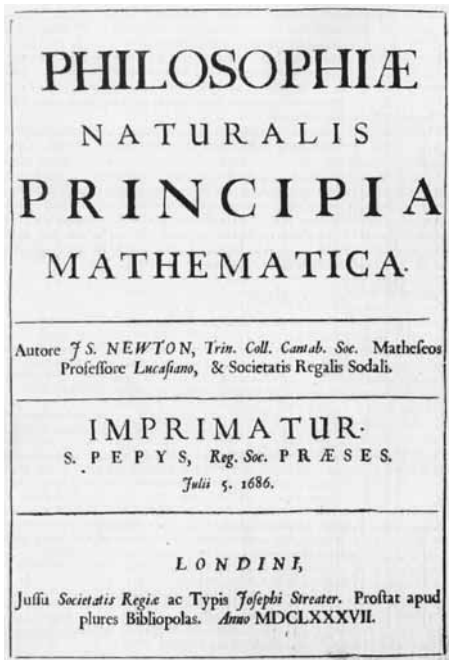
En un juego de cinchada participan tres niños por equipo. Cada niño del equipo 1 ejerce una fuerza de 100 N. En el equipo 2, un niño ejerce una fuerza de 85 N, otro de 102 N y el tercero de 103 N.

∴ ¿Quién ganará el juego?

- : | Represente la situación en un diagrama vectorial. (Tener presente que dichas fuerzas se ejercen sobre el piso debido al rozamiento).

## ACTIVIDAD 73

## Principio de acción y reacción



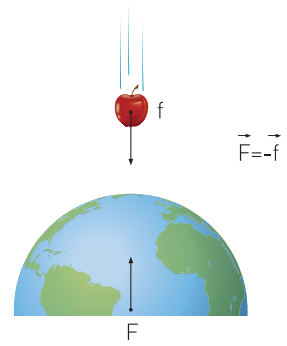
Newton presentó sus tres leyes del movimiento en "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" (1687). A lo largo del texto ya hemos trabajado las dos primeras. En este apartado nos ocuparemos de su Tercera Ley.

Newton entendió que las fuerzas son interacciones entre cuerpos, por lo tanto siempre existen de a pares, aunque en objetos diferentes. La atracción gravitatoria resulta ser una interacción entre dos masas, sean planetas, bolitas o un planeta y una bolita. Por ser una interacción, cada masa experimenta una fuerza. El Sol atrae a la Tierra y a la vez la Tierra atrae al Sol. La Tierra atrae a la Luna y a la vez la Luna atrae a la Tierra. **"La Tierra atrae a la manzana y la manzana atrae a la Tierra"**.

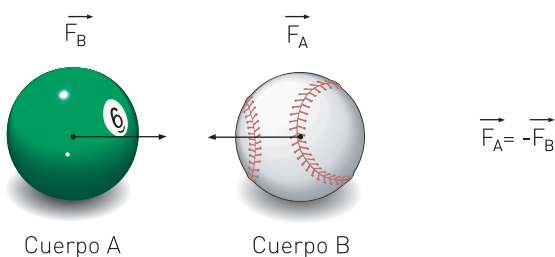
Surge entonces una pregunta casi obligada: ¿Es mayor la fuerza que la Tierra le ejerce a la manzana o al revés?

La respuesta es un poco anti-intuitiva, como muchas otras leyes de la Física: **"ambas fuerzas son de igual valor"**.

**La Tercera Ley, conocida como Principio de Acción y Reacción**, es válida para cualquier sistema en el cual existan interacciones y se generaliza de la siguiente forma:



Cuando un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro cuerpo B, entonces este último (B) también ejerce una fuerza sobre el primero (A). La fuerza ejercida por A sobre B se llama Acción. La fuerza ejercida por B sobre A se llama Reacción. Ambas son de igual intensidad y de sentidos contrarios.



Si el cuerpo **A** ejerce una Acción sobre **B**, entonces esta fuerza debemos representarla sobre el cuerpo **B**, porque actúa sobre el cuerpo **B**.

La Reacción, en cambio, la ejerce el cuerpo **B** sobre el **A**. Por lo tanto, debemos representarla sobre el cuerpo **A**. Ambas fuerzas son del mismo valor pero en sentidos opuestos.

¿Cómo explicar que la Tierra atrae a la manzana con la misma intensidad que la manzana atrae a la Tierra? Esto se explica a partir de la Segunda Ley de Newton. La Tierra posee una masa muy grande en comparación con la de la manzana. Por lo tanto se acelera muy poco (este valor es insignificante).

Por otro lado, la manzana tiene una masa muy pequeña y por lo tanto se acelera notoriamente.

Simbólicamente:

Para la Tierra:

$$F = M \cdot A$$

Para la manzana:

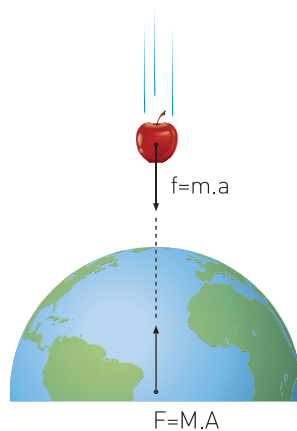
$$f = m \cdot a$$

Como ambas fuerzas son de igual valor, ya que es una interacción:

$$F = f$$

$$M \cdot A = m \cdot a$$

Para cumplir con la igualdad, si  $M$  es mucho mayor que  $m$ ; entonces  $A$  debe ser necesariamente mucho menor que  $a$ . Por ello, la manzana se desplaza una gran distancia hacia la Tierra, mientras que el desplazamiento de la Tierra a causa de la manzana es insignificante.



Como  $f=F$

$M > m \Rightarrow A < a$

Esta Ley se manifiesta constantemente a nuestro alrededor. Si analizamos la naturaleza con detenimiento lo descubriremos fácilmente. Al nadar, ejercemos una Acción sobre el agua al empujarla hacia atrás. Simultáneamente, el agua nos "devuelve" la fuerza. Recibimos la Reacción y nos impulsa hacia adelante. Lo mismo sucede al remar, y cuando una pelota golpea contra una pared. Y como estos, in-finidad de otros casos.

## ACTIVIDAD 74

- a :| Nombre ejemplos donde se manifieste este principio.
- b :| ¿Hacia dónde ejercemos fuerza al iniciar un paso en nuestra marcha?
- c :| Si las fuerzas de Acción y Reacción son de igual intensidad pero de sentido contrario, ¿por qué no se anulan y equilibran el sistema?
- d :| Describa el par de fuerzas actuantes en los siguientes casos:
  - ::.. Un cohete o nave espacial lanzada al espacio.
  - ::.. Un rifle cuando dispara un tiro.
  - ::.. Una lancha con motor a hélice que navega en un río.

## ACTIVIDAD 75

- a :| ¿Cuál es la importancia de los aportes de las leyes de Newton en la Física?
- b :| Si bien a lo largo de la Unidad hemos usado indistintamente los conceptos de "ley" y "principio", su significado no es estrictamente el mismo para la Física. Investigue cuál es la diferencia entre ellos para esta disciplina.

## Una fuerza muy especial: el peso

Originariamente se definió al **PESO** como la fuerza que atrae a los cuerpos (cercaños a la superficie) hacia el centro de la Tierra.

Pídale a su tutor el Libro 3 de Ciencias Naturales de EGB, para consultar “La masa”, páginas 23 y 24.

Con Newton, se estableció que el peso es una manifestación de la fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y el objeto. Además, su teoría permitió calcular el peso en la Luna o en cualquier otro astro.

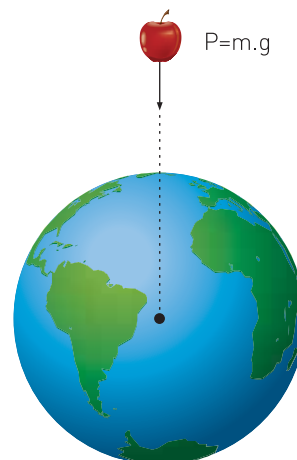
El peso es una fuerza. Como tal responde a la segunda ley de Newton:

$$F = m \cdot a$$

Como la fuerza es el peso y la aceleración es la de la gravedad, la ecuación se transforma en:

$$P = m \cdot g$$

La intensidad del peso de un cuerpo resulta directamente proporcional a su masa. Esto significa que un cuerpo de mayor masa tendrá mayor peso y viceversa (considerando  $g$  constante).



:| Resuelva las siguientes situaciones:

- La masa de Miguel es de 50 kg ¿Cuál es el peso de Miguel en el Polo ( $g = 9,83 \text{ m/s}^2$ )? ¿Será igual, mayor o menor si Miguel viaja al Ecuador?
- Una señora en el supermercado empuja un carrito que pesa 250 N (con mercadería). Si le aplica una fuerza de 50 N: ¿cuál será la aceleración del carrito?
- Cuando un cuerpo cae libremente ¿qué fuerzas actúan sobre el mismo? Realice un diagrama de cuerpo libre.
- Un jugador de voley lanza la pelota verticalmente hacia arriba para hacer el saque ¿qué fuerzas actúan sobre la pelota mientras ésta asciende? ¿y en el punto más alto? Represente esta situación en un diagrama vectorial.

ACTIVIDAD

76

:| Analice las siguientes situaciones:

- a :| Un objeto lanzado verticalmente hacia arriba en la Luna, ¿llegará más alto que en la Tierra o no? ¿Por qué?
- b :| ¿Si suelta un objeto en la Luna tardará el mismo tiempo en caer que en la Tierra? ¿Por qué?
- c :| Identifique los conceptos que utilizó en el análisis.

## Masa y peso

En años anteriores habrá aprendido que la **masa** de un cuerpo es una magnitud escalar que indica la **cantidad de materia que posee dicho cuerpo**. Aquí veremos que la masa también puede definirse mediante el concepto de movimiento.

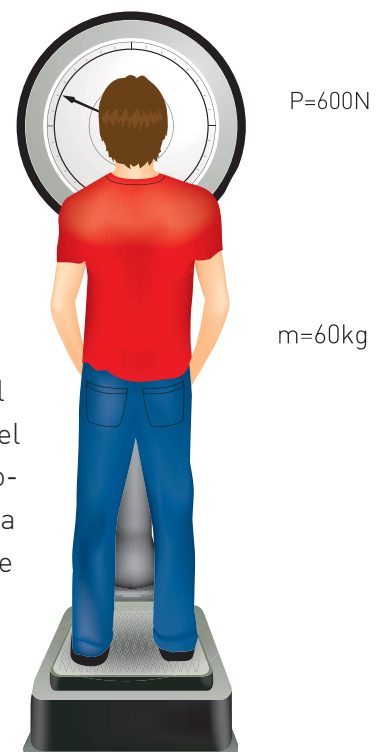
Si nos dieran a elegir entre empujar una bicicleta o un camión, seguramente preferiríamos la bicicleta. Es más fácil empujar una bicicleta que un camión, porque la resistencia a ponerse en movimiento que ofrece es menor. Esta propiedad de la materia se denomina **inercia**. El cuerpo con mayor masa tiene más inercia. En otras palabras: el camión tiene más inercia que la bicicleta. Cuanto mayor sea la inercia, más difícil es cambiar el estado de movimiento del cuerpo.

**"La masa de un cuerpo es una medida de su inercia"**. A mayor masa, mayor inercia.

Un problema que surge habitualmente entre los estudiantes es confundir masa con peso. Estos conceptos, muchas veces, son tomados como similares o sinónimos. Esto se debe, probablemente, a que una persona que tiene una masa de 60 kg tiene además un peso de 60  $\vec{\text{kg}}$ . La confusión se origina cuando nos pesamos en la farmacia y decimos que pesamos 60 kg en lugar de decir 60  $\vec{\text{kg}}$ , o cuando compramos medio kilogramo de pan cuyo peso es de medio kilogramo fuerza.

Hasta aquí, pareciera que es sólo una cuestión de palabras. Sin embargo, el  $\vec{\text{kg}}$  no es una unidad del Sistema Internacional. En este sistema, la unidad es el Newton (N), y nuestro peso de 60  $\vec{\text{kg}}$  pasa a valer aproximadamente 600 N. Ahora, claramente peso y masa tienen diferente valor numérico. Así, es más claro que son conceptos distintos.

Cada cuerpo tiene una masa determinada y su valor es fijo. Su peso, en cambio, no siempre es el mismo.



Este último depende del valor de  $g$  de cada planeta. Por esta razón decimos que el peso es la fuerza con la que un astro (como la Tierra o la Luna) atrae a los objetos próximos a él.

En la Luna, la aceleración de la gravedad es aproximadamente seis veces menor que en nuestro planeta. Por lo tanto, un objeto cualquiera pesa unas seis veces menos que si estuviera en la Tierra.

En síntesis, el peso de un cuerpo es una magnitud vectorial. Indica una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre dicho cuerpo, y por lo tanto depende de la aceleración de la gravedad del lugar donde se encuentre. La masa, en cambio, es una medida de la cantidad de materia que posee el cuerpo; y por lo tanto no varía al cambiar de lugar.

En otras palabras: **el valor de la masa de un cuerpo es el mismo en cualquier lugar que se encuentre. El valor del peso no es necesariamente el mismo en distintos lugares, depende dónde se encuentre.**



Veamos un ejemplo de aplicación de estos conceptos:

*Supongamos que una persona de 60 kg de masa pudiera viajar al Sol cuya gravedad es aproximadamente 28 veces mayor que la gravedad terrestre (cuál sería su peso en el Sol)?*

Como  $P = m \cdot g$

resulta  $P = 60 \text{ kg} \cdot 274,40 \text{ m/s}^2 = 16.464 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 16.464 \text{ N}$

Como  $1 \vec{\text{kg}} = 9,8 \text{ N}$ , por lo tanto el peso de esta persona expresado en  $\vec{\text{kg}}$  sería aproximadamente de  $1677,5 \vec{\text{kg}}$

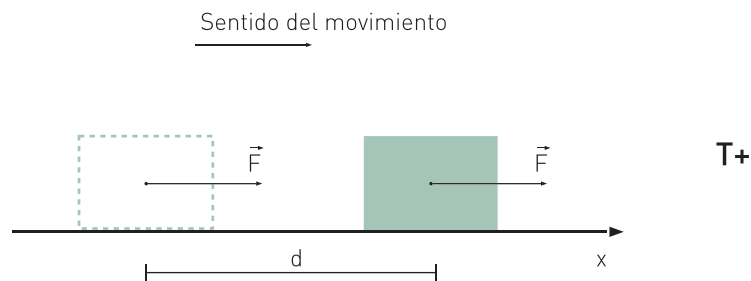
- a :| Algunas personas se ven obligadas a bajar de peso por consejo de los médicos. ¿Solucionarían el problema viviendo en la Luna? ¿Por qué?
- b :| Analice la veracidad de la siguiente afirmación: "Un cuerpo de gran cantidad de masa tiene un gran volumen".
- c :| ¿Calcule cuál es su masa y su peso aquí en la Tierra? ¿Cuánto valdría su masa y cuánto pesaría usted en la Luna ( $g = 1,62 \text{ m/s}^2$ )?

# Trabajo mecánico

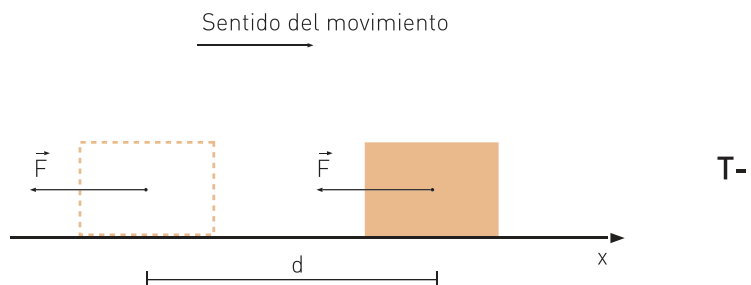
Tal vez alguna vez tuvo que empujar un automóvil para que arranque. Estará de acuerdo con que no es lo mismo empujar un auto a lo largo de una distancia de un metro que a lo largo de 10m, aunque haya ejercido la misma intensidad de fuerza en ambos casos. ¿Cómo diferenciar ambas situaciones si la fuerza ejercida fue la misma? Ante este problema, los físicos desarrollaron un nuevo concepto: el de trabajo mecánico.

Para simplificar consideraremos solamente los casos de movimientos rectilíneos y en la dirección de las fuerzas aplicadas (en cualquiera de los dos sentidos). Bajo estas condiciones, definiremos trabajo mecánico como **el producto de la fuerza aplicada por la distancia recorrida**. Matemáticamente lo expresamos como:

$$T = F \cdot d$$



↑ Trabajo efectuado en el sentido del movimiento es positivo.



↑ Trabajo efectuado contra el sentido del movimiento es negativo.



En el Sistema Internacional, la unidad de trabajo mecánico es el joule (J). Se realiza un trabajo de 1 J cuando se ejerce una fuerza de 1 N a lo largo de 1 m de longitud.

Simbólicamente:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Consideraremos que el trabajo mecánico es positivo cuando la fuerza actúe en el mismo sentido del movimiento. Será negativo, cuando la fuerza actúe contrariamente al movimiento, es decir en sentido opuesto al mismo.

Usted hace trabajo mecánico al subir una escalera, al levantar una carga, al hacer abdominales contra el propio peso. Sin embargo, no realiza trabajo mecánico sobre un pesado bolso mientras lo sostiene a la misma altura porque la fuerza que ejerce no recorre una distancia. Tampoco realiza trabajo mecánico cuando la fuerza aplicada es perpendicular a la distancia recorrida.

a :| Resuelva los siguientes problemas y contróleos en la tutoría:

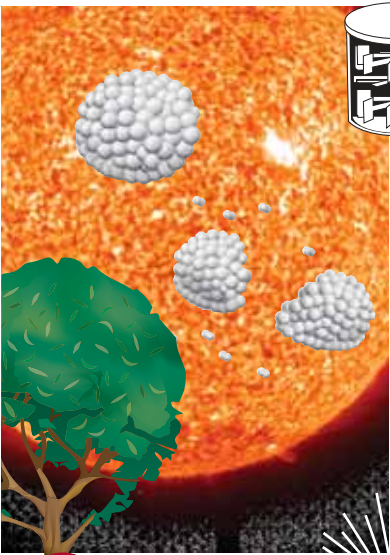
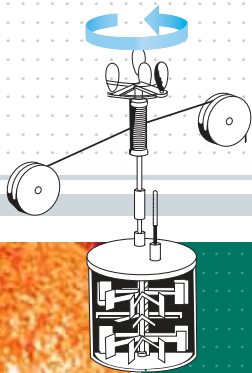
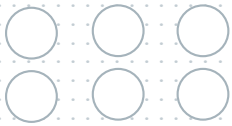
- 1 :| ¿Qué requiere más trabajo: levantar un peso de 10 N hasta una altura de 3 m, o levantar un peso de 3 N a una altura de 10 m?
- 2 :| Se ejerce constantemente una fuerza sobre un cuerpo de 3 kg acelerándolo a razón de  $5 \text{ m/s}^2$ . ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza a lo largo de 4 m?
- 3 :| Calcule el trabajo mecánico que realiza al subir la escalera de su casa, del colegio o de otro lugar al que concurra habitualmente.

b :| Analice qué conceptos utilizó para su resolución.

c :| Describa los procedimientos empleados en cada uno de los problemas.

## ACTIVIDAD 80

- a :| Para resolver grupalmente en el encuentro de tutoría:
- 1 :| Elaboren una lista de los conceptos trabajados a lo largo de esta Unidad.
  - 2 :| Construya con ellos un esquema conceptual, estableciendo relaciones entre los mismos.
  - 3 :| Exprese dichas conexiones mediante oraciones.  
**Aclaración:** las ecuaciones sólo se pueden unir a los conceptos referentes mediante la expresión "se simboliza matemáticamente mediante la ecuación" o similar.
- b :| En un pequeño grupo, elijan un tema de investigación en el que puedan aplicar algunos de los conceptos y de las ecuaciones trabajadas a lo largo de la Unidad. Hagan los cálculos y presenten los resultados al resto de los grupos. Comenten cómo realizaron las mediciones, las aproximaciones tomadas, los inconvenientes que se presentaron.



# 3

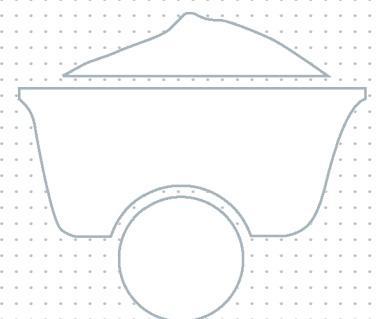
UNIDAD

## Una nueva interpretación de la naturaleza: la Energía

*"La genialidad es uno por ciento de inspiración y noventa y nueve por ciento de transpiración".*

Thomas Alva Edison

[Inventor estadounidense, 1847-1931]





## Introducción

A partir de la formalización derivada de la Mecánica Newtoniana, los científicos lograron explicar gran cantidad de fenómenos naturales mediante fuerzas y movimientos. Sin embargo, a principios del siglo XIX, paralelamente a la Revolución Industrial, se genera una nueva manera de interpretar los fenómenos naturales a partir del concepto de "Energía".

Actualmente, el concepto de Energía es el concepto fundamental de las Ciencias Naturales. Todos los fenómenos y procesos naturales conocidos podemos explicarlos mediante su aplicación. Sin embargo, como veremos, es un concepto muy difícil de definir.



## Preguntas orientadoras

- ¿Por qué decimos que el hombre debe aprender a usar mejor la Energía que produce?
- ¿Cuáles son las causas de la búsqueda de nuevas y mejores técnicas de obtención de Energía?
- ¿Qué características deberán tener las fuentes alternativas de Energía?
- ¿Cuál es la situación energética actual de la Argentina y cuáles son sus perspectivas para el futuro?

## ¿Qué entendemos por Energía?

Pídale a su tutor el Libro 4 de Ciencias Naturales de EGB, y consulte la página 19.

- a :| Haga un listado de palabras que pueden asociarse con la Energía.
- b :| Relacione la Energía con algún recuerdo o situación de la vida cotidiana.
- c :| Identifique los diferentes tipos de Energía que conoce.
- d :| Reconozca y registre la utilización de la Energía en situaciones de la vida cotidiana.

### ACTIVIDAD 81

La palabra Energía la asociamos, en general, con vitalidad, fuerza, temperamento, poder, etc. Los diferentes significados que adopta el término Energía dependen en gran medida del ámbito en que se los utilice. En el ámbito científico, el concepto de Energía tiene un significado específico, que a continuación comenzaremos a analizar.

Como primera aproximación al lenguaje de las Ciencias Naturales, podemos señalar que la Energía es aquello que hace funcionar vehículos y maquinarias. Es Energía también lo que permite calentar o enfriar los diferentes objetos y lo que ilumina nuestros hogares. La actividad física de los seres vivos también requiere Energía. Como puede notar, la Energía se manifiesta de diversas maneras.

Varias son las fuentes de Energía para el hombre, pero el Sol es indudablemente la más importante. Gracias a la luz y al calor que recibimos de él, las plantas y los animales pueden crecer y la vida puede desarrollarse en plenitud. La lluvia y el viento se producen también gracias a la Energía proveniente del Sol.

En los tiempos de Galileo, e incluso mucho antes, el concepto de Energía se asociaba con la idea de cambio. Precisamente una de las propiedades de la Energía es la de transformarse de una forma a otras, produciendo cambios en la naturaleza. Algunos cambios son visibles y otros no. Detrás de todo cambio en la naturaleza está presente la Energía.

## Sistemas y Energía

*¡Cambia, todo cambia!... canta Mercedes Sosa.*

*Cambia lo superficial, cambia también lo profundo,  
cambia el modo de pensar, cambia todo en este mundo...*

En la atmósfera hay continuos cambios, también hay cambios en el mar, en la altura del vuelo de las aves, en el interior de tu cuerpo, etc. En todos estos sistemas hay transformaciones de Energía.



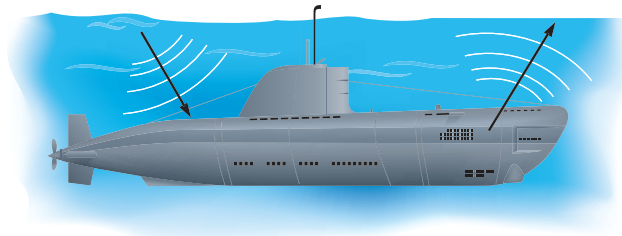
Un **sistema** es una porción del Universo cuyos límites y elementos que lo integran se eligen arbitrariamente para su estudio. En todo sistema los elementos que lo constituyen están relacionados entre sí.

Los sistemas pueden clasificarse de acuerdo a las interacciones que establecen con el medio exterior:

- **Abierto:** es aquel en el que se intercambia materia y energía con otro sistema externo (el medio exterior). Es el caso del cuerpo humano.



- **Cerrado:** es aquel en el que se intercambia energía pero no materia con el medio exterior. Por ejemplo, un submarino.



- **Aislado:** es el sistema que no intercambia materia ni energía con el medio exterior. Por ejemplo, el termo cerrado para el mate.

En realidad, ningún sistema es perfectamente cerrado o perfectamente aislado. Siempre hay pequeñas filtraciones de Energía y/o materia. Pero en tiempos relativamente cortos, pueden considerarse ideales.

**Desde este marco, diremos que la Energía es aquello que necesitamos entregarle a un sistema para producirle algún tipo de transformación.** Si el sistema está formado por un objeto podemos, por ejemplo, ponerlo en movimiento, levantarlo, estirarlo o comprimirlo, aumentarle su temperatura, etc.

Por el momento, no hemos dado una definición específica de Energía, aunque hemos avanzado en su caracterización a partir de los efectos que produce. A lo largo de la Unidad iremos profundizando en el significado de este concepto que, como veremos, es muy difícil de definir.

a :| Conteste las siguientes preguntas:

1 :| ¿Por qué llamamos "sistema" al Sistema Solar? ¿Qué elementos lo componen? ¿Qué relaciones se establecen entre dichos elementos?

2 :| ¿Por qué decimos que el cuerpo humano es un sistema abierto? ¿Qué intercambios se producen con el medio exterior?

b :| De ejemplos de sistemas abiertos, cerrados y aislados.

## Trabajo mecánico y Energía cinética

Hacia finales del siglo XVIII (período de la Revolución Industrial), científicos e ingenieros se referían al concepto de trabajo mecánico como "el producto de la fuerza por la distancia". Realizar trabajo sobre un objeto era sinónimo de aplicarle una fuerza a lo largo de una cierta distancia. Al arar la tierra, se estaba realizando trabajo mecánico. También al empujar constantemente una pesada caja para subirla a un barco.

En esa época, los científicos comenzaron a darse cuenta que realizar un trabajo era sinónimo de entregar o adquirir Energía. Según esta novedosa manera de interpretar los fenómenos, el campesino cedía Energía al arar la tierra y el arado la adquiría en forma de movimiento:

*"El trabajo mecánico era sinónimo de cambiar la energía de movimiento".  
Es decir: Trabajo mecánico = cambio de Energía de movimiento.*

Con el correr del tiempo, los conceptos referidos a la Energía se fueron reinterpretando y comprendiendo más profundamente. Lord Kelvin, hace poco más de 100 años, llamó Energía cinética a la Energía de movimiento. Este es el término que seguimos utilizando actualmente.

Tras años de estudio, Coriolis (1792-1843) logró matematizar el concepto de **Energía cinética (Ec)** o de movimiento de la siguiente manera:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Donde **m** es la masa del cuerpo y **v** el valor de su velocidad.

Dado que el trabajo mecánico es igual al cambio de Energía de movimiento, entonces formalmente resulta que:


Trabajo mecánico = cambio de Energía cinética

Es decir, que el trabajo mecánico es igual a la Energía cinética final menos la Energía cinética inicial del móvil:

$$T = \Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_0}$$



Actualmente decimos que:

 El trabajo mecánico es un proceso que permite cambiar la Energía cinética de un sistema.

Las unidades de Energía son las mismas que las de trabajo mecánico. Por lo tanto, en el Sistema Internacional, la unidad de Energía es el "Newton por metro" o "Joule".

Veamos un ejemplo donde se apliquen estos conceptos:

*Imagine que caminando por la calle se encuentra con una señorita cuyo auto tiene "poca" batería y necesita un empujón. Si al auto le aplicamos una fuerza de 400 N a lo largo de 10 m:*

a: | *¿Qué Energía cinética le entregó al móvil si se desprecian las fuerzas de rozamiento?*

b: | *¿Qué rapidez alcanzó si la masa del auto es de 2 toneladas?*

**Solución:**

a: | *Sabiendo que la variación de Energía cinética del auto es igual al trabajo realizado sobre él, tenemos que:*

$$T = E_{c_f} - E_{c_0}$$

Como  $T = F \cdot d$  (ver Unidad 2),

entonces:  $F \cdot d = E_{c_f} - E_{c_0}$

$$400 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = E_{c_f} - 0 \text{ J} \quad (\text{La Energía cinética inicial es nula porque está detenido})$$

Por lo tanto:  $E_{c_f} = 4000 \text{ J}$

b: | *Podemos calcular la rapidez final a partir de la Energía cinética final:*

$$E_{c_f} = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$4000 \text{ N} = \frac{2000 \text{ kg} \cdot v^2}{2}$$

Entonces, despejando:

$$v^2 = \frac{2 \cdot 4000 \text{ J}}{2000 \text{ kg}} = \frac{4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2}{\text{kg}} = 4 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

y por lo tanto, sacando la raíz cuadrada nos queda:

$$v = 2 \text{ m/s}$$

## ACTIVIDAD 83

- :| Resuelva los siguientes problemas. En todos los casos haga un listado de las fórmulas aplicadas e identifique los conceptos utilizados:
- a :| Calcule la Energía cinética de una bala de 200 g cuya rapidez es de 300 m/s.
- b :| Una pelota de béisbol tiene una masa de 140 g . Llega al guante del catcher con una rapidez de 35 m/s y mueve 25 cm hacia atrás su mano hasta detenerla completamente. ¿Cuál fue la fuerza que la pelota ejerció sobre el guante?
- c :| Un arco ejerce una fuerza de 90 N sobre una flecha de 80 g a lo largo de una distancia de 80 cm. ¿Con qué rapidez la flecha abandona el arco?

## ACTIVIDAD 84

- :| Estime grupalmente la Energía cinética de una mujer y de un varón caminando. También cuando corren. Mida las magnitudes necesarias para realizar los cálculos.

## Definiendo el concepto de Energía

Si un sistema dispone de Energía, entonces con esa Energía (o parte de ella) se tiene la capacidad (la posibilidad) de producir cambios. Específicamente, la Energía puede producir un trabajo mecánico que se manifiesta al empujar un carrito, comprimir un resorte, accionar una palanca o un botón de una maquinaria, masticar los alimentos, etc.

Por ello es habitual encontrar la siguiente definición, dada por Maxwell:



La Energía es la capacidad de un sistema de realizar trabajo mecánico.

Esta es una definición muy práctica y útil. Sin embargo, como veremos más adelante, tampoco es del todo correcta. En Física no hay verdades definitivas. Incluso el significado de los conceptos se construye continuamente.

## Trabajo mecánico y Energía potencial

Con la Energía podemos realizar trabajo inmediatamente o "almacenarla" para utilizarla en otro momento. En las células, las moléculas de ATP "guardan" la Energía para cuando los músculos necesiten realizar un trabajo (levantar pesas, flexionar las rodillas al correr, etc.) Un arco tendido también "almacena" Energía que se manifestará al soltar la cuerda, y que empujará la flecha durante una cierta distancia. Algo similar ocurre al tirar de una cuerda de la guitarra. Se "almacena" Energía que se manifestará vibrando al soltar dicha cuerda.

William Rankine (1820-1872), llamó **Energía potencial a la "Energía almacenada"** en un sistema. Esta Energía tiene la posibilidad (la potencialidad) de manifestarse en algún momento futuro, realizando un trabajo.

La Energía potencial puede almacenarse de distintas maneras: Energía potencial elástica en un resorte, Energía potencial química en las uniones químicas, Energía potencial eléctrica en las pilas, Energía potencial nuclear en los núcleos de los átomos, etc. Por simplicidad, es común encontrar que a estas formas de Energía potencial se las mencione sin indicar la palabra potencial. Por ejemplo, a la Energía potencial nuclear se la denomina simplemente Energía nuclear.

La Energía potencial gravitatoria es la que almacenan los objetos por encontrarse a una altura determinada. Un ladrillo en alto tiene Energía potencial gravitatoria porque tiene la capacidad de realizar trabajo. Si lo sueltas caerá bajo la acción de la fuerza gravitatoria. Desarrollará un trabajo que se manifestará claramente, por ejemplo, aplastando una flor que se encuentre justo debajo de él.

Un ladrillo que cae hasta el suelo desde una altura  $h$ , desarrollará un trabajo mecánico de valor igual al producto de la fuerza peso  $P$  (del ladrillo) por la distancia que recorre (la altura  $h$ ).

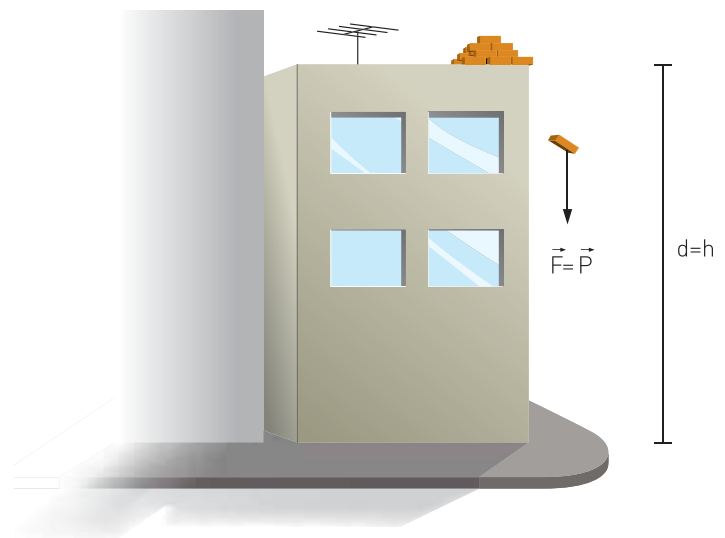
Tenemos entonces que:

$$T = F \cdot d = P \cdot h$$

Y dado que el peso se puede expresar como:  $P = m \cdot g$ , entonces:

$$T = m \cdot g \cdot h$$

es el trabajo mecánico que realizó la fuerza peso durante la caída libre.

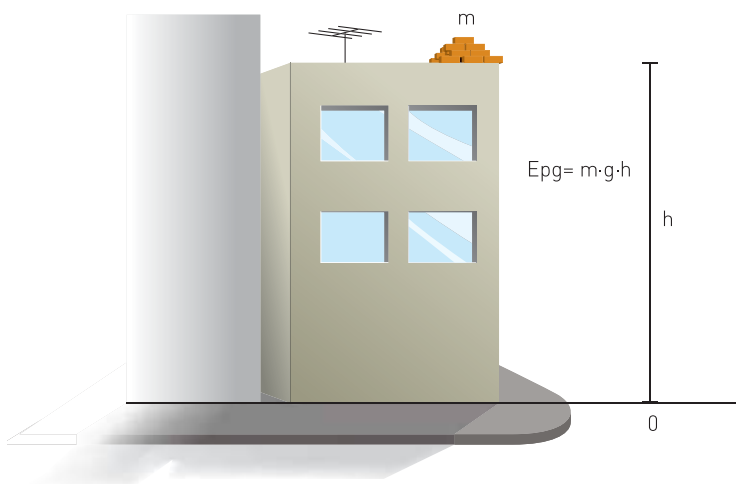


Para poder realizar ese trabajo, el ladrillo disponía necesariamente de ese valor de Energía, en forma potencial gravitatoria.

Por lo tanto, para cualquier objeto de masa  $m$ , el valor de **la Energía potencial gravitatoria puede expresarse matemáticamente como:**

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

Donde  $h$  está medida con respecto al cero de referencia (altura cero).



Debemos notar que la energía potencial gravitatoria es relativa. Depende de una posición (altura) de referencia elegida arbitrariamente. Se pueden medir alturas con respecto a la superficie de nuestro planeta. Pero también se pueden medir con respecto al suelo de un quinto piso de un edificio.

## ACTIVIDAD 85

- :| Determine cuánta Energía potencial gravitatoria adquiere al subir las escaleras de la escuela, de su casa, trabajo, etc. Mida las magnitudes que necesite para realizar sus cálculos.

## ACTIVIDAD 86

- :| ¿En qué caso sería mayor el aumento de Energía potencial gravitatoria de Romeo al subir al balcón de Julieta:
  - ::... Por una escalera.
  - ::... Por una soga.
  - ::... En un globo aerostático (Todavía no existía).
  - ::... En una máquina voladora de Leonardo da Vinci (si hubiese funcionado).
- :| Justifique sus respuestas.

## Formas de Energía

### ACTIVIDAD 87

Probablemente alguna vez haya tenido que empujar un automóvil para que arranque, levantar un libro para ubicarlo en el estante más alto de una biblioteca o calentar agua para hacer la comida:

- a :| Determine de dónde salió la Energía entregada a los sistemas anteriores.
- b :| Explícite qué cambios produjo la Energía entregada en cada uno de los casos.
- c :| Identifique en qué forma se manifestó la Energía en cada caso.

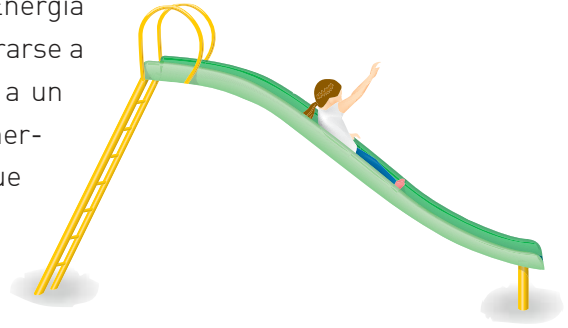
La Energía puede manifestarse básicamente en tres formas: **Energía cinética** (movimiento), **Energía potencial** (almacenada en un sistema) y **Energía radiante**. Las dos últimas, a su vez, incluyen una gran diversidad de manifestaciones.

A continuación, le contaremos brevemente cómo reconocer algunas de ellas. No debe tomar las siguientes caracterizaciones como definiciones muy precisas, aunque son útiles para analizar las transformaciones que ocurren en la naturaleza:

**Energía cinética:** es la Energía asociada al movimiento. Todo objeto o sistema físico en movimiento posee una cierta cantidad de Energía cinética. Es una cantidad relativa porque el valor de la velocidad es relativo.

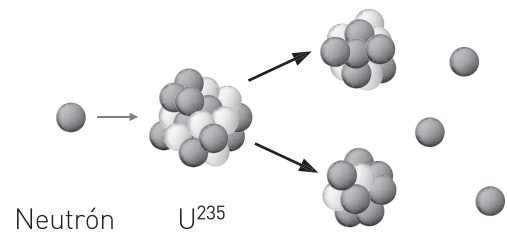


**Energía potencial gravitatoria:** es la Energía que almacenan los objetos por encontrarse a una determinada altura con respecto a un cero tomado arbitrariamente. Toda Energía potencial también es relativa porque la posición es relativa.



**Energía potencial elástica:** es la que se almacena cuando comprimimos, doblamos o estiramos un resorte, una bandita elástica o cualquier otro material. Estrictamente, todos los materiales son en alguna medida elásticos. Aun cuando para nosotros sea imperceptible.

**Energía nuclear de fisión:** es la Energía que se encuentra almacenada en los núcleos de los átomos. Cuando un núcleo se fisiona (rompe) o se desintegra, libera gran cantidad de Energía. Es lo que sucede en centrales nucleares. También es muy utilizada en medicina.



↑ Fisión del uranio por impacto de un neutrón.



**Energía química:** es la Energía que encontramos almacenada en las uniones químicas de las sustancias. Se libera al romper dichas uniones. Obtenemos energía química al degradar los alimentos, de los combustibles para hacer funcionar motores, de las pilas para encender lamparitas, etc.

**Energía eléctrica:** es la Energía que puede obtenerse de la corriente eléctrica como la generada en centrales hidroeléctricas, dínamos de bicicletas, etc.



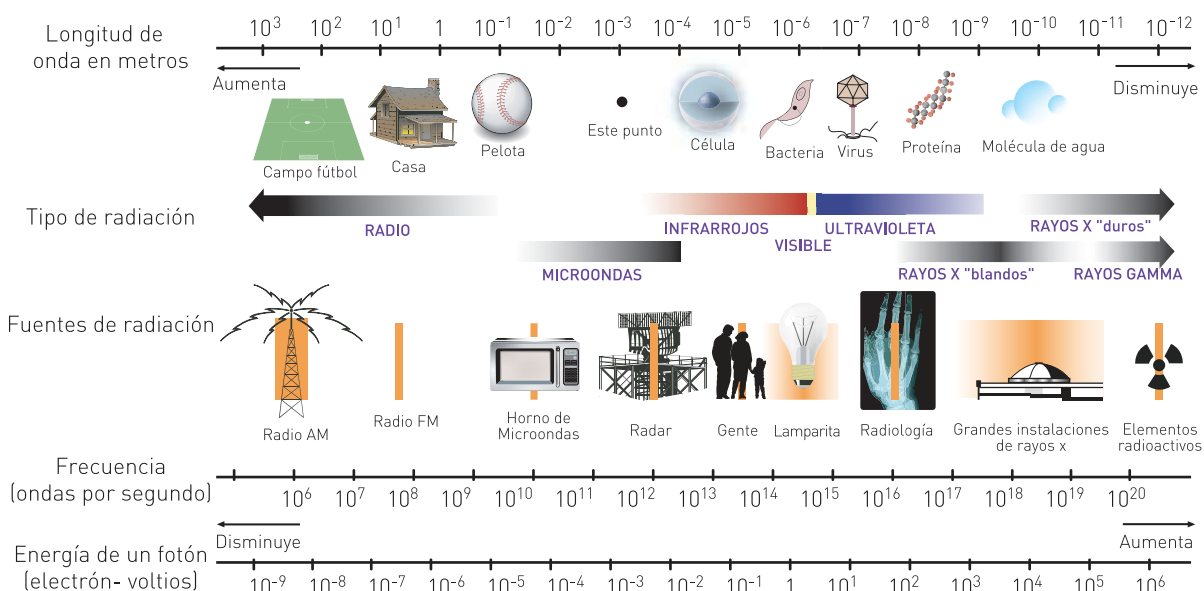
Los cables de alta tensión transportan Energía eléctrica de la central eléctrica a las ciudades. →



**Energía potencial electrostática:** es la Energía que podemos obtener cuando frotamos dos materiales que pueden cargarse eléctricamente.

← Al peinarse el peine se carga eléctricamente.

**Energía radiante:** es la Energía que transportan las ondas electromagnéticas como la luz, las infrarrojas, las ultravioletas, las de radio y los rayos X, entre otras. Cada tipo de onda transporta distinta cantidad de Energía. Entre todas conforman el denominado "espectro electromagnético". Los objetos concretos no poseen Energía radiante. La absorben o liberan y se transporta por ondas.



↳ Espectro electromagnético.

**Energía luminosa:** es un tipo particular de Energía radiante. Es la Energía transportada por las ondas luminosas o luz visible. Las lamparitas liberan Energía luminosa pero no la poseen. Los objetos concretos no poseen Energía luminosa.

---

Una linterna emite Energía luminosa. →

---



**Energía sonora:** es la Energía que transportan las ondas sonoras.

---

← La Energía que transporta el sonido puede quebrar copas de cristal.

---

## ACTIVIDAD 88

- :| Analice qué formas de Energía se encuentran presentes en las siguientes situaciones: manzana en un árbol, automóvil, vela, contracción del bíceps, ecosistema, salto en garrocha.  
Posiblemente se generen distintas respuestas según cómo se imaginen el contexto de cada situación. Especifíquelo en cada caso.

## ACTIVIDAD 89

- a :| Realice la siguiente experiencia:  
Frote un peine o una regla de plástico contra su pelo. Luego acérquelo lo más que pueda a un pedacito pequeño de papel, pero sin tocarlo. ¿Qué sucedió? ¿Cómo lo explicaría mediante el concepto de Energía?  
¿Qué sucede cuando acerca el vello del brazo a la pantalla del televisor?  
¿Por qué?
- b :| Elabore un informe escrito.



## ¿Es el calor una forma de Energía?

Con el auge de las máquinas a fines del siglo XVIII, industriales, ingenieros y científicos comenzaron a hacerse algunas preguntas: ¿Cómo conseguir máquinas más eficientes? ¿Qué cantidad de calor se necesita entregarles para que la producción sea mayor? Surgió entonces la necesidad de responder cuál es la naturaleza del calor.

Hasta ese momento, los científicos e ingenieros consideraban que el calor era un fluido invisible, imponderable e indestructible que se transmitía entre los cuerpos a diferentes temperaturas. Lo llamaron "fluido calórico" o simplemente "calórico".

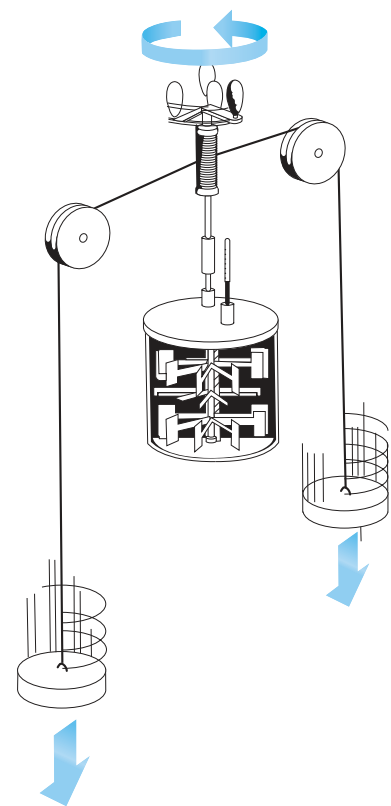
En el año 1798, Sir Benjamin Thompson, conocido como el Conde Rumford, dirigía el taladrado de cañones en una fábrica de Múnich. Durante dicho proceso se liberaba una gran cantidad de calor por el rozamiento del taladro con el hierro.

Los defensores del calórico explicaban este fenómeno diciendo que el metal liberaba calórico. Como el supuesto fluido era considerado una sustancia, en algún momento se tendría que agotar. Sin embargo, Rumford postuló que se podía seguir generando calor indefinidamente, mientras se mantuviera el rozamiento. El calor no se agotaba, entonces no podía ser una sustancia. Basándose en otros estudios, consideró que el calor era algún tipo de movimiento, aunque no logró comprender completamente su naturaleza.

Recién a mediados del siglo XIX la teoría del calórico fue totalmente descartada. James Prescott Joule, cervecero y aficionado a la ciencia, logró establecer una equivalencia entre el trabajo (Energía) y el calor. Diseñó un ingenioso aparato que consistía en pesos conectados a una rueda con paletas. Al caer los pesos por la acción de la gravedad, la rueda giraba. Conjuntamente las paletas agitaban el agua provocando un aumento de su temperatura. Calculando el trabajo realizado por los pesos y la cantidad de calor que adquiría el agua, estableció el equivalente mecánico del calor:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

Esta relación nos dice que podemos expresar el calor en "Joules" (unidad de Energía). También podemos expresar la Energía en calorías (unidad de cantidad de calor). En síntesis, Joule logró establecer que "el calor es una forma de Energía". En los últimos años de la década de 1860, el concepto de calórico ya había dejado de tener adeptos en la comunidad científica.



↑ Dispositivo de Joule.

Actualmente decimos que **"el calor es una forma de Energía en tránsito"**, porque hablamos de calor mientras la Energía se transfiere de un cuerpo a otro. Los cuerpos no contienen calor, de la misma manera que no contienen sonido. Los cuerpos poseen Energía interna (cinética y/o potencial) y la pueden transferir en forma de calor.

Podemos realizar una analogía, limitada, entre el calor y el viento. "El viento es el aire en movimiento. Cuando el aire se detiene desaparece el viento. El viento puede inflar un globo pero lo que se almacena en el globo no es viento, es aire". (Hecht, 1980). Análogamente, el calor es Energía en movimiento. Lo que se almacena es Energía interna.

## ●●●●● | Energía y alimentación

### ACTIVIDAD 90

Es probable que alguna vez haya hecho una dieta por iniciativa propia o por indicación médica o que conozca a alguien que la haya hecho.

- a :| Comente en qué consistía su dieta y cuál era su propósito.
- b :| Explícite qué cantidad de calorías ingería diariamente.
- c :| Explique cómo realizaba, si lo hacía, el cálculo de calorías diarias.

Es habitual en el ámbito de la alimentación utilizar como unidad de energía la Caloría en mayúsculas o kilocaloría. Es la unidad que se presenta en los envases de los alimentos (aunque a veces estén escritos incorrectamente en minúsculas). Entonces:

$$1000 \text{ cal} = 1 \text{ Cal} = 1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J}$$



1 caloría (cal) representa aproximadamente la Energía necesaria para elevar 1 grado centígrado la temperatura de un gramo de agua.

1 Caloría (Cal: caloría alimenticia) representa la Energía necesaria para elevar 1 grado centígrado la temperatura de 1 kg de agua (o un litro de agua).

El hombre necesita unas 3000 Cal (con mayúsculas) o kilocalorías diarias en alimentos. Aproximadamente un 80 % de esta Energía se transforma en calor liberado por las células del cuerpo. El 20 % restante se utiliza en el metabolismo celular. El valor de la Energía necesaria varía con el tipo de actividad desarrollada, con la época del año, con la edad y con el lugar geográfico donde se habita (no es lo mismo vivir en la provincia de Santa Cruz que en Jujuy). ¿Se tienen en cuenta estos factores en las dietas propuestas por amigas y revistas (o publicaciones) periódicas?

- a :| Realice una investigación tomando datos de cantidad de Energía en distintos alimentos. Escriba sus valores en Cal y en joules.
- b :| Investigue la veracidad de la siguiente afirmación. "El helado nos entrega pocas calorías porque está muy frío".

ACTIVIDAD 91

- :| Investigue y diferencie los conceptos de calor y temperatura.

ACTIVIDAD 92

Vivimos en una sociedad donde parece darse mucha importancia a lo "diet" y hay que tener una "silueta escultural". Muchos jóvenes (varones y mujeres) consideran que alimentándose de acuerdo a una cantidad de Energía ya tabulada (muchas se encuentran en revistas) se obtiene una buena alimentación. **Alimentarse no es sólo cuestión de cantidad de Energía.** Es necesario acudir a médicos y nutricionistas que elaboran dietas de acuerdo a diversos análisis y no sólo a una cantidad de Energía standard. Ellos son los indicados para decidir qué necesita cada organismo particular para cuidarse de enfermedades como la obesidad, desnutrición, bulimia, anorexia y otras. Lo importante es que cada uno coma lo que corresponde de acuerdo al tipo de vida que desarrolla.

Para resolver grupalmente en el encuentro de tutoría:

- :| Seleccionar en pequeños grupos algún artículo, fotos de revistas o historietas, etc., donde se induce a poseer una supuesta "figura ideal" mediante afirmaciones científicas erróneas o engañosas. Para debatir con el resto del los grupos podrían presentar los resultados en un afiche.

ACTIVIDAD 93

## Transformaciones de la Energía

En 1842, un joven médico alemán de 28 años, Julius Robert Mayer, publicó su primer ensayo. En él afirmaba que todas las distintas formas de Energía "son convertibles", es decir que **la Energía puede transformarse de una forma a otras**. Ridiculizado por la comunidad científica, y tras la muerte de dos de sus hijos, intentó suicidarse saltando por la ventana de un segundo piso. Depresivo, estuvo internado en un manicomio hasta 1853. Finalmente, y tras los experimentos de Joule, su trabajo fue reconocido hacia fines de la década de 1860. Mayer aún vivía.

Analicemos un caso particular de transformaciones de Energía: la generación de Energía eléctrica.

Los materiales combustibles, como el carbón y la madera, poseen almacenada Energía química. Cuando "encendemos" uno de estos materiales se produce una reacción química y la Energía comienza a liberarse básicamente en formas de Energías calorífica y lumínica. Se ha transformado la Energía. A su vez, la Energía calorífica puede ser utilizada para hervir agua. El vapor puede empujar las paletas de una rueda y así obtenemos Energía mecánica. Si se conecta un generador eléctrico (dínamo) al eje de la rueda, obtendremos Energía eléctrica. Esta forma de Energía puede seguir posteriormente transformándose en otras.

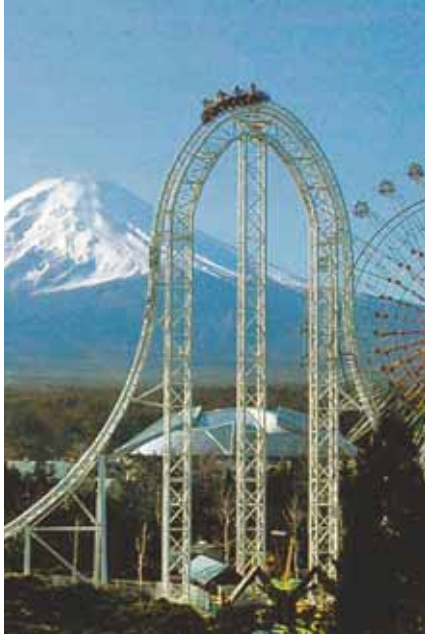
Las centrales eléctricas actuales producen corriente eléctrica de manera similar: grandes turbinas giran al ser movidas por el agua, por fuertes vientos o por vapor; unidas al eje de las turbinas, y conjuntamente con ellas, giran las dínamos que generan corriente eléctrica.



La corriente eléctrica así generada es transportada por cables de alta tensión hasta una ciudad como en la que usted vive, y luego es distribuida entre las casas, las fábricas, las oficinas, etc. Una vez que llega a su casa puede ser aprovechada de distintos modos, como todos sabemos.

← Turbina de una central eléctrica.

:| Observe y describa las siguientes imágenes. Especifique las transformaciones de Energía que se producen en cada caso.



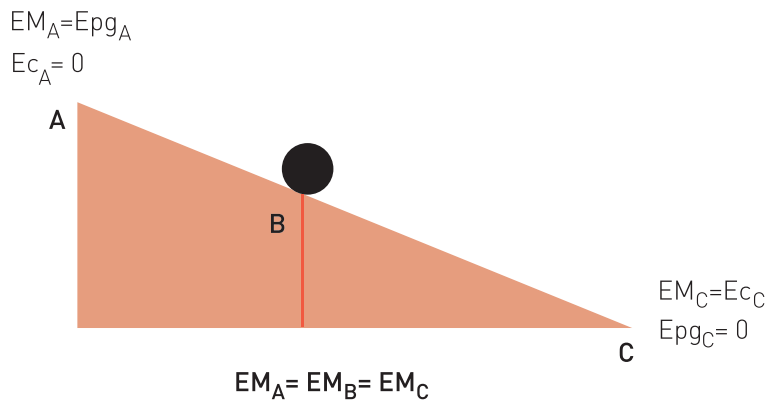
## ACTIVIDAD 94

:| Si puede, consiga una dínamo de bicicleta y conéctele varios "leds" (pequeños diodos que emiten luz, como los de los equipos de audio). Muestre al resto de sus compañeros que es posible generar corriente eléctrica sin utilizar pilas (que son químicamente muy contaminantes).

## ACTIVIDAD 95

## La conservación de la Energía Mecánica

Si dejas caer una bolita por un plano inclinado verás que disminuye su altura con respecto al suelo. Simultáneamente aumenta su velocidad. En esta simple experiencia hay transformación de Energía.



Inicialmente, la bolita posee Energía potencial gravitatoria. Esta Energía está almacenada. En cuanto la soltamos, comienza a descender aumentando su velocidad. La Energía gravitatoria se va transformando en Energía cinética. Al llegar a la base del plano, la bolita ya no dispondrá de Energía potencial, mientras que toda la Energía será Energía de movimiento.

Tanto la Energía cinética como la potencial gravitatoria y la potencial elástica son formas de la denominada Energía Mecánica. La Energía Mecánica Total en un instante es igual a la suma de todas las formas presentes de Energía Mecánica. En el caso anterior, una forma de Energía Mecánica (gravitatoria) se fue transformando en otra forma de Energía Mecánica (cinética).

En el caso ideal, en el que no se disipe calor ni ruido por rozamiento, el 100% de la Energía potencial se transforma totalmente en Energía cinética. La Energía cinética final será igual a la Energía potencial gravitatoria al inicio de la transformación. Esto se conoce como **el Principio de Conservación de la Energía Mecánica**, y puede expresarse como sigue:



En el caso ideal, la cantidad de Energía Mecánica total al principio de una transformación es igual a la Energía Mecánica total al final de dicha transformación. La Energía Mecánica se conserva.

:| Determine qué afirmaciones son verdaderas y cuáles son falsas, suponiendo que no hay rozamiento. Justifique sus respuestas:

a:| A medida que cae, la bolita va aumentando su Energía potencial gravitatoria.



- b :| La cantidad de Energía total de la bolita en el punto más alto es igual a la cantidad de Energía total en el punto más bajo.
- c :| La cantidad de Energía total de la bolita en el punto medio de la trayectoria es igual a su cantidad de Energía total en el punto más bajo.
- d :| A mitad de altura, la Energía cinética es mayor que la Energía gravitatoria.
- e :| La cantidad de Energía potencial es igual a la cantidad de Energía cinética en todo momento porque la Energía se conserva.

## ACTIVIDAD 96

[continuación]

## El calor: ¿un problema para la conservación de la Energía?

- :| Suelte un péndulo para que oscile desde una altura determinada:
  - a :| Identifique qué forma de Energía poseía la bolita del péndulo antes de soltarla.
  - b :| Explique qué transformaciones de Energía se producen mientras oscila.
  - c :| Intente explicar energéticamente por qué se frena luego de un tiempo. ¿Desaparece la Energía?

## ACTIVIDAD

97

Recientemente hemos analizado la conservación de la Energía Mecánica en el caso ideal, sin rozamiento. Como sabemos, el caso real es un poco diferente:

Antes de comenzar su caída, la bolita dispone de Energía potencial gravitatoria. Al soltarla, cae aumentando su Energía cinética y liberando una fracción de su Energía en forma de calor, debido al rozamiento con el plano inclinado y con el aire.

Al llegar a la base, la Energía gravitatoria se habrá transformado totalmente en Energía cinética y en calor liberado al medio ambiente. Si sumamos la Energía cinética y calórica al final de la transformación, notaremos que tenemos la misma cantidad de Energía TOTAL que al inicio (dentro del rango de error experimental). En otras palabras, el principio de conservación se sigue cumpliendo.

Que la Energía TOTAL se conserve durante una transformación, ¡no significa que todos los sistemas conserven la Energía!

El sistema bolita cedió Energía en forma de calor y el sistema atmósfera la adquirió. Sin embargo, el sistema bolita- atmósfera mantuvo la misma cantidad de Energía, porque la misma cantidad que cedió uno, la adquirió el otro. Podemos entonces sostener que la Energía TOTAL se conserva. En palabras del joven Mayer: la Energía es "cuantitativamente indestructible".

**El Principio de Conservación de la Energía** (total), o también conocido como **Primer Principio de la Termodinámica**, afirma que:

La cantidad de Energía total al principio de una transformación, es la misma que al final. Decimos entonces que la Energía se conserva. Esto significa que la Energía no se crea ni se destruye, sino que sólo se transforma en otras formas diferentes. Una misma forma de Energía se puede transformar en muchas otras, pero la cantidad de Energía total es siempre la misma.

Más específicamente:

La cantidad de Energía total de un sistema aislado es constante.

Este principio se aplica muy fácilmente al ejemplo del termo para el agua del mate (dado al inicio de esta Unidad). Idealmente, al ser un sistema perfectamente aislado, el termo no permite el intercambio de Energía calórica con el exterior, manteniendo la temperatura constante porque no absorbe ni libera calor de ninguna manera. (Aunque sabemos que en la realidad hay filtraciones por donde se libera calor al medio ambiente).

Como es habitual en Física, nunca podremos demostrar que este principio es cierto. A lo sumo, podemos refutarlo. El Principio de Conservación de la Energía es una de esas leyes que nunca ha podido ser refutada. Hasta ahora siempre se ha cumplido.

## ACTIVIDAD 98

:| Le proponemos realizar los siguientes experimentos:

- a :| El problema consiste en verificar si se conserva la Energía Mecánica. Construya un plano inclinado largo con un listón de madera y deje caer una bolita por el mismo. Calcule la Energía Mecánica total antes de soltar la bolita y cuando ha llegado al suelo. Para ello será necesario medir la altura del plano y calcular la rapidez con la que llega la bolita a la base (ayuda: calcular la rapidez media a la que se desplaza la bolita por el suelo luego de bajar por el plano).
- b :| Utilizando como datos las cantidades de Energía Mecánica inicial y final obtenidas en el experimento anterior, calcule la cantidad de Energía liberada al medio ambiente (fundamentalmente en forma de calor).
- c :| Diseñe y realice un experimento para conocer cuánta Energía se libera al medio luego de 10 oscilaciones completas de un péndulo.

## ACTIVIDAD 99

:| Vuelva a responder la Actividad 97. Comente en unas pocas líneas que diferencias y/o similitudes encuentra entre lo escrito anteriormente y ahora. Si hay alguna diferencia entre las respuestas. Explique a qué se debió.



# Potencia

## ACTIVIDAD 100

- a :| ¿Qué entiende por "potencia"?
- b :| Dé ejemplos en los que utilice habitualmente este concepto.
- c :| Mencione, si los hay, otros conceptos físicos que considere sinónimos.

Antes de la Revolución Industrial, sacar agua de un pozo era, en general, una actividad que requería de la fuerza muscular. Con la proliferación y perfeccionamiento de las máquinas a vapor, el mismo peso de agua se logró sacar en un tiempo mucho menor.

En ambos casos, el trabajo realizado por el peso fue el mismo: peso del balde con agua por profundidad del pozo (fuerza por distancia, con signo negativo). En otras palabras, como el trabajo era el mismo, entonces la Energía necesaria para elevarlo era la misma en los dos casos. Sin embargo algo cambió: el tiempo requerido para realizar la operación. La máquina tardó menos tiempo. Por ello decimos que desarrolló mayor potencia que el hombre. La potencia tiene en cuenta tanto el trabajo (o la Energía) como el tiempo requerido para realizarlo.

Simbólicamente:

$$P = \frac{\text{trabajo total realizado}}{\text{tiempo transcurrido}} = \frac{T}{t}$$

Donde en realidad P es la "Potencia media" desarrollada, dado que pudo haber variaciones de trabajo en el medio del proceso (picos de trabajo, momentos donde no se realizó trabajo por detención momentánea de la actividad, etc).

En función de la Energía, la potencia media se define como:

$$P = \frac{\text{Energía transformada}}{\text{tiempo transcurrido}} = \frac{E}{t}$$

Con el perfeccionamiento de la máquina de vapor, algunos hombres comenzaron a vislumbrar la posibilidad de mayor producción y **riqueza**. Es muy interesante el caso de la fábrica de botones y adornos metálicos de Matthew Boulton. Para realizar las piezas se utilizaba una máquina (molino) movida por una rueda de paletas que giraba con el agua de un pequeño río. Preocupado por mejorar su producción conoció a un joven y desconocido ingeniero escocés de nombre James Watt. En poco tiempo, Boulton quedó fascinado. Hasta aquel momento las máquinas de vapor se utilizaban como bombas de agua. Pero Watt, que había perfeccionado el modelo existente, hizo elevar el agua del río hasta la parte superior de la gran rueda, haciendo girar constantemente la rueda, independientemente de la velocidad del agua del río. Watt había puesto la máquina de vapor al servicio de la producción industrial. Y Boulton se hizo así mucho más rico.

Boulton y Watt formaron una sociedad y se convirtieron en los primeros fabricantes de máquinas de vapor eficientes. Era el comienzo de la era de la potencia. Boulton decía al respecto: "Vendo lo que todo el mundo quiere: Potencia".



Antigua máquina de vapor. ↑

La ciencia no es una construcción de personas aisladas del mundo. Al contrario, la ciencia está inmersa en el mundo, en una sociedad y en una época determinada. La ciencia está influida por los intereses sociales y económicos. La inversión económica da una dirección al desarrollo científico-tecnológico. Determina qué proyectos e investigaciones realizar y cuáles no.

El mismo Boulton, tiempo después escribió: "Fueron dos los motivos que me movieron a ofrecerle mi asistencia, mi afecto por usted y mi afecto por un proyecto ingenioso que daba dinero" (Tomado de una carta a James Watt).

## ACTIVIDAD 101

Para realizar en los encuentros tutoriales.

### :| **Dramatización en grupo:**

Armar una escena considerando la época en que se produce y los conocimientos científicos y técnicos con los que se cuenta.

Imagine una máquina y su utilidad. Explícite las razones económicas.

## Las unidades de Potencia

Thomas Savery construyó el primer motor de vapor en el año 1698, y propuso como unidad de medida la potencia desarrollada por un caballo. Así surgió el concepto de "caballo de fuerza" o potencia de un caballo (HP = horse power).

Actualmente, sabemos que la potencia realmente desarrollada por un caballo es algo inferior a 1 HP.

La unidad que se tomó en el Sistema Internacional es el Watt (en honor al ingeniero). El Watt equivale a la potencia desarrollada por una Energía de un joule en un segundo. Simbólicamente:

$$1\text{W} = 1 \text{ J/s}$$

$$\text{W} = \text{J/s}$$

El caballo de fuerza equivale a 746 W. Es decir:

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ Watt}$$

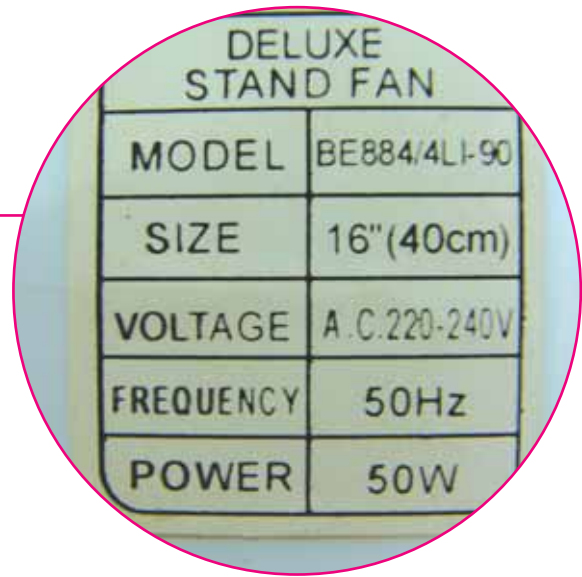
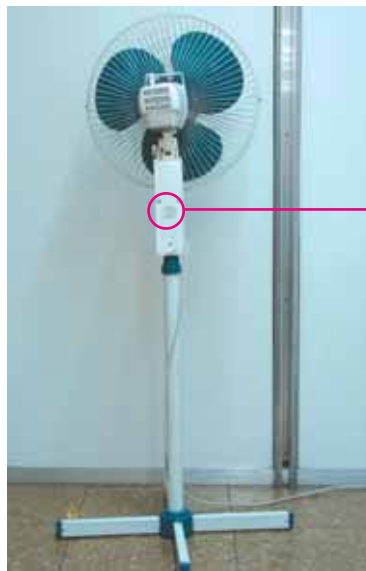
Una unidad de Energía muy común es el kilowatt hora (kW.h). Se la utiliza en las facturas de electricidad. ¿A cuántos joules equivale 1 kW.h? (Considere que  $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$ ).

- a :| En una construcción se eleva un balde de arena de 25 kg a una altura de 10 m en 20 segundos. Calcule la potencia que desarrolla el motor.
- b :| Estime la potencia que desarrolla al subir la escalera del colegio, del trabajo, etc. Mida las variables que sean necesarias para realizar los cálculos.
- c :| Estime la potencia que entrega al levantar un peso en un ejercicio de bíceps.

ACTIVIDAD **103**

a:| Estime el consumo eléctrico de su casa. Para ello, haga un listado con los artefactos eléctricos que utiliza y complete el cuadro siguiente. Finalmente compare con su factura de luz. (Dato: 1 W = 0,001 kW).

Artefacto	Potencia media (en kW)	Tiempo de uso estimado (en horas)	Cálculo de energía (en kW.h)



b:| A partir de los resultados del punto a, establezca de qué manera podría ahorrar Energía eléctrica. Fíjese el precio de 1 kW.h en la factura y calcule cuánto dinero podría ahorrar.



Detalle de su Cuenta		
Descripción	Cantidad	Importe
Cargo fijo		16,20
Cargo variable	877 kWh	37,71
<b>Subtotal por Servicio Eléctrico</b>		<b>53,91</b>
Contribución municipal	6,3830 %	3,41
Valor Agregado	21,0000 %	11,32
Impuesto Provis. Sta. Cruz Ley 23681	0,8000 %	0,43
<b>Cargas Impositivas</b>		<b>15,16</b>

## Eficiencia

Es fácil producir calor mediante la realización de trabajo. Por ejemplo, al frotarnos las manos. Pero no es tan simple obtener trabajo a partir del calor. Recién alrededor del año 1700 se construyó la primera máquina de vapor.

Pasarán más de 100 años, recién en 1824, hasta que alguien logre determinar la eficiencia de las máquinas térmicas. El joven Sadi Carnot, hijo de un ministro de guerra de Napoleón, en su obra "Reflexiones de la fuerza motriz del calor", describe cómo calcular la Energía disponible (utilizable) de un "motor de calor". En dicho tratado (unas 118 páginas), comunica la imposibilidad de máquinas térmicas 100 % eficientes. Su obra será publicada casi 50 años después de su muerte en París, causada por el cólera cuando contaba con 36 años de edad.

Actualmente, **el Segundo Principio de la Termodinámica afirma que no puede construirse una máquina térmica perfecta, es decir 100% eficiente.** En otras palabras, no puede construirse un dispositivo que pueda transformar el 100% del calor en trabajo. Siempre, **una fracción del calor se desperdiciará**, liberándose al medio externo. Este fenómeno se conoce como **degradación de la Energía**.

Es interesante notar que el Segundo Principio echa abajo nuestra definición de Energía, al menos parcialmente. Esta ha sido muy útil para el desarrollo de la Física y por ello nos ha acompañado gran parte de la Unidad. Sin embargo, sólo una fracción de la Energía calórica puede ser convertida efectivamente en trabajo mecánico. Una fracción de la Energía calórica total no es capaz de realizar trabajo.

---

Compare el Segundo Principio con la definición dada por Maxwell al definir el concepto de Energía. Especifique las limitaciones de la definición.



## Entonces: ¿qué es la Energía?

*"Es importante darse cuenta que en la física actual no sabemos lo que la Energía es (...) sin embargo, hay fórmulas para calcular cierta cantidad numérica. Y cuando las juntamos todas nos da siempre el mismo número".*  
(Feynman, premio nobel de Física, 1963).

Feynman nos lo cuenta mediante su famosa analogía, más o menos así: Imaginemos a un niño, Daniel el Travieso, que tiene bloques indestructibles. Al finalizar el día, la madre los cuenta para guardarlos en la caja. Son 28 bloques. Esto lo hace cada noche. Un día hay sólo 27. Pero la madre busca por debajo de la cama y encuentra el faltante. El número de bloques no ha cambiado. Sin embargo, un día el número parece cambiar, sólo hay 26 bloques. Revisa toda la casa y no están. Realiza entonces una cuidadosa investigación. Descubre una ventana abierta, y al mirar hacia afuera, encuentra los otros dos bloques. Pero otro día, encuentra que hay 29 bloques. Esto causa gran consternación hasta que averigua que vino su amigo Bruce a visitarlo, trayendo sus bloques consigo. Habla con la mamá de su amiguito, y comprueba que a Bruce le faltaba un bloque.

¿Cuál es la analogía? En primer lugar no hay bloques. Pero la ley establece que hay cierta cantidad que no cambia. Cuando calculamos la cantidad de Energía, a veces algo de ella entra o sale del sistema. Pero la cantidad total dentro y fuera se mantiene. La madre no sabe exactamente de qué están hechos los cubos, pero puede descubrir qué sucede con ellos. Nosotros no sabemos qué es la Energía, pero por ahora podemos analizar, descubrir y predecir fenómenos.

Los conceptos y definiciones físicas no son inmutables. Se reinterpretan, resignifican y reconstruyen a lo largo del tiempo. Una de las tareas de las comunidades de científicos es analizar hasta qué punto son válidas las afirmaciones sobre la naturaleza hechas por otros.

Si bien no tenemos una respuesta a qué es la Energía, tampoco estamos como al inicio. Incluso las definiciones provisorias y prácticas nos permiten "progresar", realizar nuevos descubrimientos y desarrollos tecnológicos. Aunque como sabemos, "progresar" no siempre sea sinónimo de mejora de la calidad de vida de cada uno de nosotros, ni de la humanidad toda, ni del planeta.

## Un problema de vital importancia

Estamos habituados a dialogar e informarnos sobre algunas cuestiones que afectan de modo primordial a la humanidad. Contaminación, hambre, guerras, injusticias sociales, etc. Sin embargo, uno de los problemas más urgentes y comparativamente poco tratados por los medios masivos y por la opinión pública es el de la "producción" de Energía a gran escala.

**"Energía es poder"**, en el sentido más amplio que podamos dar a la palabra poder. Controlar los recursos energéticos es esencial para mantener el ritmo de vida y de desarrollo actual; especialmente de las sociedades del, no felizmente, denominado primer mundo. La falta de educación y de inversión económica para el desarrollo científico tecnológico en estas cuestiones, trae como consecuencia directa un mayor grado de "dependencia".

Actualmente, el petróleo es el principal combustible utilizado en el mercado mundial. Al ritmo de consumo actual, las reservas conocidas podrían abastecernos sólo algunas décadas más. A medida que se agote, el precio tenderá a subir aceleradamente. El carbón y el gas, al igual que el petróleo, son químicamente contaminantes y al ritmo de consumo actual también terminarán por agotarse.

Para trabajar con el grupo en el encuentro tutorial.

- a :| Haga una lista de problemas que aparecerían si de repente nos quedáramos sin petróleo en todo el mundo.
- b :| Luego discútalos con sus compañeros y elijan los problemas que consideren más graves.
- c :| Propongan posibles soluciones a los problemas planteados. ¿Qué papel juega la Física en las soluciones propuestas?
- d :| ¿Consideran que actualmente es una prioridad aumentar la inversión económica en Formación e Investigación en Ciencias Físicas en nuestro país? Fundamenten la respuesta.

ACTIVIDAD

105

En nuestro país, el petróleo se descubrió por casualidad mientras los pobladores de Comodoro Rivadavia buscaban agua. Estó ocurrió el 13 de diciembre de 1907.

- a :| ¿Qué ventajas y desventajas ocasiona la exportación de petróleo a otros países?
- b :| ¿Considera que es una buena medida que se siga exportando petróleo a otros países mientras disminuyen nuestras reservas para el futuro?
- c :| ¿Qué opina sobre la privatización de las empresas petrolíferas?

Justifique sus respuestas y compártalas con sus compañeros.

ACTIVIDAD

106



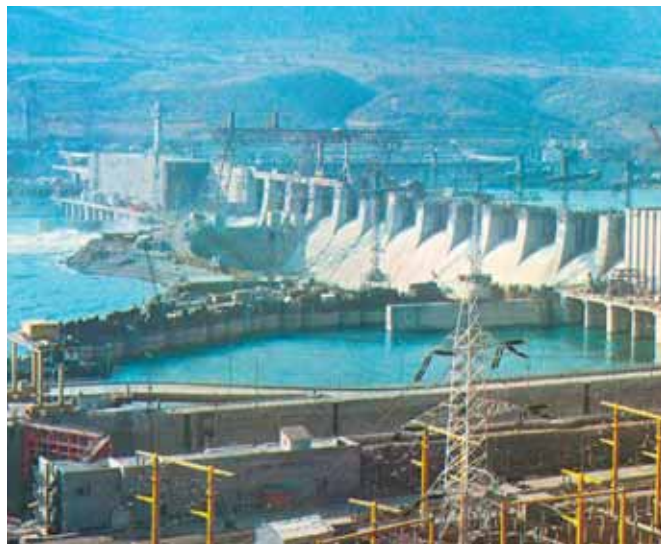
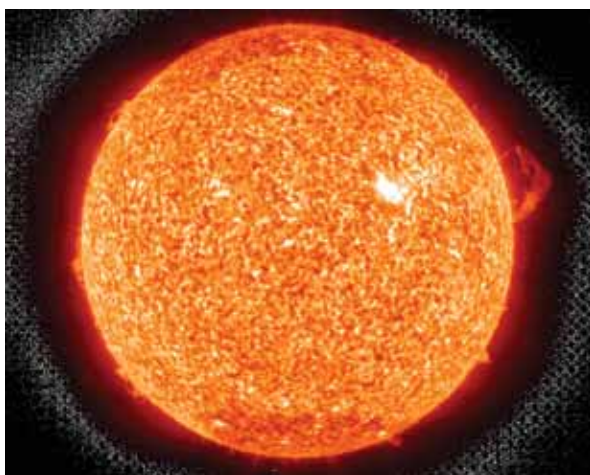
## Fuentes alternativas de Energía

Pídale a su tutor el Libro 4 de Ciencias Naturales de EGB y consulte las páginas 22 a 29.

## ACTIVIDAD

## 107

- a :| Observe las imágenes.
- b :| Asocie cada una con las diferentes formas de Energía.
- c :| Determine sus posibles usos.





Ante el agotamiento de los recursos energéticos fósiles (petróleo, gas y carbón), se plantean otras maneras de aprovechar y "generar" Energía a gran escala. A continuación, presentamos brevemente estas fuentes alternativas:

**Energía nuclear:** el núcleo de los átomos almacena una enorme cantidad de Energía y la utiliza para mantener unidos a los neutrones y a los protones. La actual tecnología nuclear aprovecha esta Energía en tratamientos contra el cáncer, en la esterilización de productos de uso medicinal, en el estudio de los suelos, en la conservación de alimentos, en las armas de destrucción masiva, en la producción de Energía eléctrica, etc.

---

Construcción de la Central Nuclear Atucha, [↗](#)  
provincia de Buenos Aires.

---



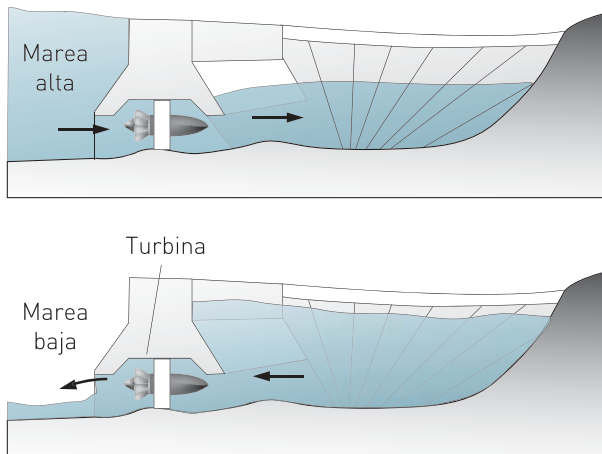
**Energía hidráulica:** durante mucho tiempo se ha estado utilizando el movimiento del agua para obtener Energía. Un uso muy común fue el de hacer girar ruedas de molinos para la molienda de granos de cereales. Estas ruedas poseían muchas paletas y se las llamó "ruedas hidráulicas". Actualmente las ruedas han sido reemplazadas por turbinas hidráulicas, las cuales nos permiten obtener una gran cantidad de Energía. Para que las turbinas puedan funcionar, es necesario disponer de un gran caudal de agua permanentemente. En los lugares donde no hay corrientes de agua importantes, es necesario la construcción de diques o presas que acumulen el agua y que la dejen pasar por conductos hasta las turbinas. Las centrales hidroeléctricas poseen turbinas que al girar hacen funcionar los generadores (dínamos), a partir de los cuales se obtiene electricidad.

---

La Energía del agua hace girar grandes ruedas [↗](#)  
hidráulicas.

---





**Energía mareomotriz:** es la Energía que entregan las aguas de los mares y océanos a través de sus mareas. Varios molinos de agua en la Gran Bretaña del siglo XVII eran accionados por las mareas. Hoy, en las centrales mareomotrices, se aprovecha el movimiento de las mareas para transformarlo en Energía eléctrica.

↩ Según sea la marea, la turbina es movida por el agua en los dos sentidos.

**Energía eólica:** es la que se obtiene del viento. Recibe su nombre de Eolo, el dios de los vientos en la mitología de la antigua Grecia. Durante siglos, los molinos se sirvieron del viento para producir Energía en forma económica. Antiguamente se los usaba para triturar granos y hacer harina. Holanda es considerada la patria de los molinos de viento, donde a fines del siglo XVIII funcionaban miles de ellos. Hoy se pueden ver molinos de viento en el campo que son utilizados para extraer el agua que está debajo de la tierra. Modernos molinos pueden transformar la Energía cinética del aire en Energía eléctrica. A dichos molinos se los llama "aerogeneradores".

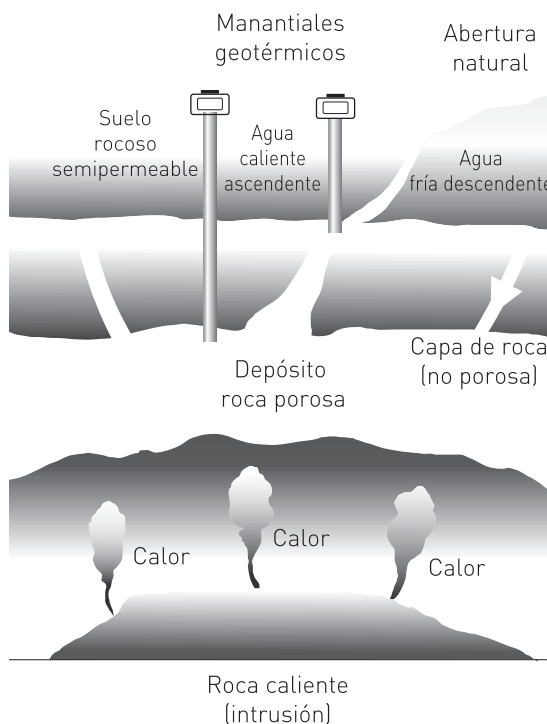
Los aerogeneradores poseen aspas de varios metros de longitud. ↗



**Energía solar:** el Sol ha estado irradiando grandes cantidades de Energía durante unos 5000 millones de años y continuará así varios miles de años más. Es la fuente de Energía más importante. Mediante "paneles solares" podemos aprovechar esta Energía para producir Energía eléctrica, aunque todavía los sistemas de transformación son poco eficientes.

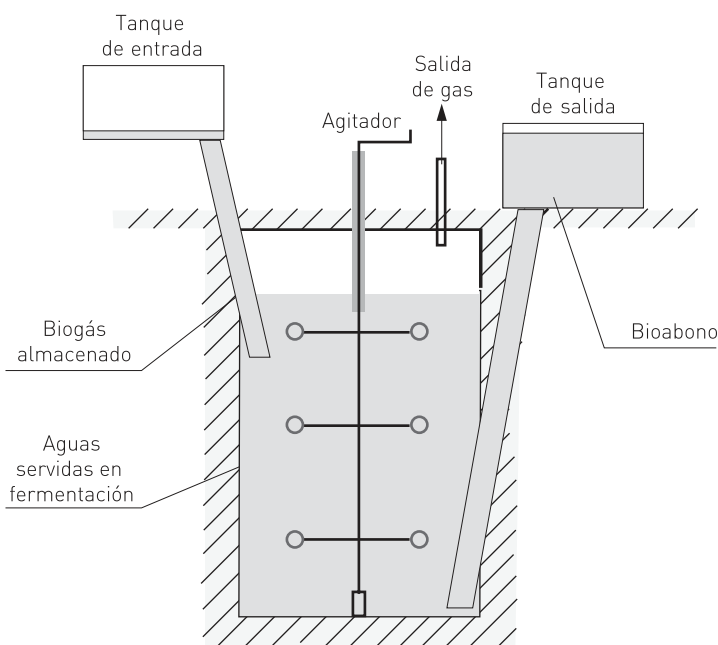
↩ Edificio abastecido por Energía solar.

**Energía geotérmica:** la utilización de la Energía geotérmica para la calefacción se remonta a la antigua Roma, con sus termas o baños públicos. El centro de nuestro planeta se encuentra a altísimas temperaturas (a más de 4000 °C). Una fracción de la Energía interna llega lentamente a la superficie de la Tierra en forma de calor. Algunas zonas tienen agua caliente entre 50 °C y 100 °C y se la utiliza para calefaccionar viviendas como ocurre en Islandia o en algunas ciudades francesas.



El vapor de agua asciende naturalmente o por tubos profundos.

**Biogás:** el gas biológico o biogás es utilizado frecuentemente en países de Oriente. En Occidente, su utilización es escasa. Mediante la acción de bacterias que actúan sobre desechos orgánicos se produce gas metano en grandes tanques denominados "digestores". El gas obtenido puede utilizarse, por ejemplo, para mover turbinas.



Esquema de un biodigestor.

## ACTIVIDAD 108

- :| A partir de la información de la Unidad y de la búsqueda en otras fuentes, realice un cuadro de doble entrada donde se presenten:
- ::: Nombre de la fuente.
  - ::: Si es renovable o no.
  - ::: Formas de Energía asociadas.
  - ::: Ventajas (técnicas, sociales y económicas).
  - ::: Inconvenientes.
  - ::: Impacto ambiental. (Ninguna fuente de Energía es inocua. De una u otra manera todas afectan al medio ambiente).
  - ::: Si Argentina aprovecha este tipo de recurso. En caso afirmativo, dónde.

## ACTIVIDAD 109

- :| Elija una zona de nuestro país y analice:
- a :| ¿Qué fuentes alternativas serían posibles y convenientes en dicha zona?
  - b :| ¿Qué características deberían tener las casas para generar y/o ahorrar consumo de Energía?
  - c :| ¿Qué ventajas económicas podrían derivarse a mediano o largo plazo gracias a la generación y aprovechamiento de dichas fuentes alternativas?

## ACTIVIDAD INTEGRADORA

## ACTIVIDAD 110

Para realizar grupalmente con el profesor tutor:

- :| En cada subgrupo, elijan un sistema complejo (automóvil, casa, humano, atmósfera, etc.) y:
  - a :| Analicen detalladamente las distintas formas en las que se presenta la Energía.
  - b :| Indiquen además las transformaciones energéticas internas al sistema y con el medio exterior.
  - c :| Averigüen, cuando sea posible, la eficiencia de los distintos subsistemas involucrados.
  - d :| Finalmente, presenten las conclusiones del subgrupo al resto mediante un afiche que contenga la imagen del sistema elegido, utilizando flechas para indicar absorción, liberación y ciclos de Energía. Incluyan dibujos y gráficos que muestren el funcionamiento de los distintos subsistemas que lo componen, con indicaciones escritas breves y concretas, usando palabras fundamentales, que se explicarán oralmente.



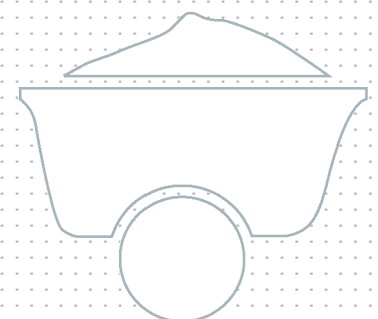
# 4

UNIDAD

## La Física del siglo XXI

*"Cuando se pisa un terreno realmente nuevo, puede suceder que no solamente haya que aceptar nuevos contenidos, sino que sea preciso, además, cambiar la estructura de nuestro pensar".*

Werner Heisenberg  
(1901-1976)





## Introducción

Es imposible negar el desarrollo de la Ciencia y de la Tecnología en los últimos cien años y la repercusión que implica sobre la sociedad en general. Su influencia abarca ámbitos tan distintos como la política, la economía, la religión, la ética y la filosofía, entre otros. En particular, la Física ha revolucionado al mundo mediante nuevas teorías y descubrimientos que permiten explicar y predecir fenómenos a escalas tan pequeñas como el átomo y tan grandes como las galaxias.

En la presente Unidad abordaremos las aplicaciones actuales de la Física en varios campos: el económico, el biomédico y el militar, entre otros. En todos los casos, se relacionará con el desarrollo científico de nuestro país.



## Preguntas orientadoras

- ¿Cuáles son los campos de trabajo de la Física del siglo XXI?
- ¿Qué hechos y descubrimientos generaron tal desarrollo de la Física?
- ¿En qué hechos y fenómenos cotidianos tenemos la presencia de la Física Moderna?
- ¿Cuál es la situación actual de la Física en nuestro país?



## El surgimiento de la Física Moderna

La Física, como todos los campos del conocimiento humano, ha cambiado a lo largo del tiempo. Hemos visto cómo se consolidaron los conceptos de la Mecánica, desde su origen en la antigua Grecia hasta el siglo XVII con principios básicos de la Dinámica de Newton. También analizamos cómo se fue construyendo e instalando en la sociedad la Termodinámica y el concepto de Energía, de gran aplicación actual.

Paralelamente, también se desarrollaron la Óptica, la Electricidad y el Magnetismo. Entre 1861 y 1873 Maxwell realizó una integración de la Electricidad y el Magnetismo que hasta ese momento se consideraban campos de estudios desvinculados. En su "Tratado de Electricidad y Magnetismo" predice en forma teórica la existencia de las "ondas electromagnéticas". Veinte años más tarde serán corroboradas experimentalmente por Hertz.

Así, a lo largo de dos siglos se fue construyendo un edificio importante sostenido por dos grandes pilares, que fueron la Mecánica Newtoniana y la Teoría Electromagnética.

Pero nuevas situaciones, como el surgimiento del concepto de electrón, el descubrimiento de los rayos X y de la radiactividad, entre otros, dieron origen a otra gran revolución científica que tuvo lugar a partir de 1900.

Estos hechos, que no pudieron ser explicados por la Física Clásica, pusieron en cuestionamiento los conceptos físicos que se manejaban hasta ese momento. Se produce entonces una ruptura con la Física Clásica: la Física Moderna "ingresa" y aborda el estudio tanto a nivel macroscópico como a nivel microscópico de la materia. Las dos grandes teorías que nacen y se desarrollan en el siglo XX son la Teoría de la Relatividad de Einstein y la Teoría Cuántica.

- a :| Averigüe los principios básicos de la Teoría de la Relatividad y de la Teoría Cuántica.
- b :| Elabore un esquema conceptual donde se presenten brevemente sus principales características.
- c :| Formule tres preguntas por escrito sobre cuestiones que no haya entendido, para discutir las con el resto del curso y con el docente.

## El físico en el mundo actual

### ACTIVIDAD 112

- a: | Imagine un científico y descríballo. Especifique en qué lugar supone que trabaja y qué tareas realiza.
- b: | Mencione algún físico que pueda recordar. Si es posible, indique en qué temas trabajaba (o trabaja).

A lo largo del tiempo, se ha generado una visión deformada de la ciencia, hasta llegar a pensar que los científicos son "seres especiales que están casi fuera de este mundo". Muchas veces se piensa en el físico como alguien que desarrolla investigación dentro de un laboratorio o en el mundo académico, con anteojos, guardapolvos y el pelo abultado y desprolijo. Indudablemente, la literatura de ciencia ficción y la televisión han influenciado profundamente en esta visión irreal. En ciertos casos, algunos científicos también han ayudado a formar esta imagen.

### ACTIVIDAD 113

- : | Mencione películas, series televisivas, dibujos animados y libros donde se muestra esta visión deformada de la imagen y de la labor de los científicos.

Pocos se imaginan que los físicos pueden desarrollar su profesión en ámbitos tan variados como empresas, consultorías, industrias y hospitales, donde trabajan en múltiples aspectos y sectores. Marketing, seguridad e higiene, medio ambiente, producción de energía, física médica, tecnologías de la información, electrónica, acústica, el mundo de la calidad, telecomunicaciones, etc.

En lo que se refiere al tipo de trabajos habituales en el mundo empresarial, las tareas que un físico desempeña son de índole muy diversa. Por un lado están los trabajos de gestión en departamentos de ventas, de marketing o de gestión de proyectos. En estas actividades, es fundamental el conocimiento técnico del producto o de los servicios ofertados por la empresa en cuestión. Por otro lado están los trabajos de tipo técnico como el control de calidad, el diseño de instalaciones, la higiene y seguridad, entre otros.

### ACTIVIDAD 114

- : | Realice una encuesta para analizar la imágenes que la población tiene de un científico. A partir de las respuestas obtenidas, analice sus posibles causas.



## Los físicos en el campo de la economía: la Econofísica

Desde hace ya algunos años, el mundo de la economía y las finanzas ha comenzado a incorporar físicos para realizar estudios y modelos acerca de las relaciones económicas y de los flujos de capital. Su tarea consiste en simplificar la economía y considerarla como un "sistema complejo" cambiante. Desde esta perspectiva, los conocimientos y los modelos matemáticos pueden ayudar, en cierta medida, a predecir flujos de capitales, cambios en las tendencias sociales y en sus tipos de compras e inversiones, etc.

**Un Sistema Complejo es aquel que tiene un gran número de "grados de libertad" o posibilidades.** En este tipo de sistema, las variables relevantes no están claras, las reglas tampoco, y el resultado final a veces no es fácilmente verificable que sea el óptimo. El análisis de sistemas complejos incluye la construcción de modelos matemáticos que permitan establecer acciones directas en determinadas situaciones. Por ejemplo, se preparan modelos que traten de predecir qué caminos tomará una multitud ante un incendio en un estadio de fútbol, cómo responderá una masa crítica de personas ante una "corrida cambiaria", de qué forma se pueden optimizar las rutas de distribución para las empresas de reparto en una gran ciudad, etc.

El sustento de los físicos que abordan los Sistemas Complejos es el mundo real, y en el mundo real la economía juega un papel central. Por ello, gran cantidad de sistemas complejos que se están atacando hoy en día tienen una traducción directa en términos económicos.

En algunos países, ya se está hablando de una nueva disciplina, la "**Econofísica**", con nombre propio. Tiene que ver con la evolución de los mercados financieros, su predictibilidad, análisis de riesgos, toma de decisiones rápidas asistidas por ordenador, etc. El estudio de mercados en competencia, como el mercado eléctrico o el del gas, para obtener la máxima competitividad con una política de precios ajustada entra en este campo. Son numerosas las empresas que ya ofrecen productos y también las que están intentando abrirse camino.

## La Física del consumo

Grandes empresas de marketing directo están recurriendo a físicos y matemáticos. Estos científicos desarrollan modelos matemáticos, que les permitan predecir, por ejemplo, hábitos de consumo. A continuación, te presentamos un artículo periodístico donde se manifiesta esta situación en nuestro país:

[...]

© Clarín,  
*La Física del consumo*,  
 30 de noviembre de 2003.

¿Qué es más fácil de predecir: un **maremoto** o la conducta de un consumidor frente a una góndola del supermercado?

Para Hugo Peña, uno de los responsables de investigación y desarrollo estadístico de Wunderman, una agencia de marketing relacional, las acciones humanas son **más previsibles**. Al menos, en lo que hace al consumo masivo en la Argentina.

Peña, un **doctor en oceanografía física**, habla con conocimiento de causa. (...) ¿Qué tienen que ver las **ciencias duras** con el marketing? Mucho. (...) En el **laboratorio**, gracias a los modelos de predicción, se advierte cuando un cliente está a punto de desertar hacia otra cadena. Hay pequeños datos, **patrones** que se repiten (como compras más espaciadas, etc.) (...)

“El comportamiento humano, en cuanto hábitos de consumo, es más previsible de lo que uno piensa”, coincide Máximo Rainuzzo, el número uno de otra compañía grande de marketing directo que también emplea en su equipo de 30 personas, a **matemáticos, físicos y sociólogos** (...)

Los sectores que más intensamente invierten en marketing relacional son los bancos, las aseguradoras, las ONGs y las privatizadas (...)

“A veces hay poca conciencia de que ganar un nuevo cliente es mucho más caro que mantener a uno viejo”, dice Jurado. A su lado, Peña, el oceanógrafo físico precisa: “es cinco veces más caro”.

→ El marketing o mercadeo es “todo lo que se haga para promover una actividad, desde el momento en que se concibe la idea, hasta el momento que los clientes comienzan a adquirir el producto o servicio en una base regular” (Jay Levinson). El marketing directo es el desarrollado por medios que intervienen en forma directa con el consumidor, tales como ventas personales, telemarketing, correo directo y publicidad.

ACTIVIDAD

115

- a :| ¿Cuál es la idea central del texto?
- b :| ¿Cuáles son las hipótesis en la que se sustenta este tipo de trabajo?
- c :| ¿Las predicciones que se realizan a partir de modelos matemáticos se pueden contradecir?
- d :| ¿Este tipo de actividad científica tiene posibilidades de influir positivamente en la inversión económica en ciencias?
- e :| ¿Debe ser lo económico el factor determinante de una política de desarrollo científico? Justifica tus respuestas.

## La Física en el área biomédica

- :| Comente con su profesor y sus compañeros ¿Que aplicaciones de la Física conoce en la Medicina? Señale la utilidad de dichas aplicaciones.

ACTIVIDAD **116**

Una de las áreas en las que más se ha desarrollado la Física del último siglo es, indudablemente, en la Medicina. Principios y leyes de la Física se encuentran aplicados en numerosos equipos destinados al diagnóstico y al tratamiento.

Sin embargo, no es necesario pensar en complicados equipos de uso hospitalario para encontrar aplicaciones de la Física.

Un plano inclinado, un sistema de poleas o una palanca se encuentran fácilmente en la vida diaria y también en el área médica. La ley de la palanca se encuentra detrás del diseño de una simple tijera de cirugía y de los fórceps para sacar al recién nacido. Las poleas se utilizan para mantener en alto la pierna enyesada de un paciente y los planos inclinados se ubican para llevarlo en una silla de ruedas de un nivel a otro del hospital.

También encontramos el trabajo de físicos detrás de aparatos que miden y producen señales eléctricas. La actividad cerebral genera microcorrientes muy débiles. El estudio de estas señales requiere de varios electrodos y se lo conoce como "electroencefalografía". Permite, por ejemplo, detectar patologías como la epilepsia o problemas para conciliar el sueño.

Así como pueden detectarse señales eléctricas provenientes del organismo, a veces es necesario entregarle corriente eléctrica a algún músculo para que este funcione y se contraiga. Por esta razón se ha inventado el "marcapasos" que consiste en un pequeño dispositivo implantable que funciona entregando pulsos eléctricos al músculo cardíaco cuando este no puede hacerlo por sí mismo. También, puede ser necesario entregar una gran cantidad de Energía (cientos de Joules) al corazón cuando deja de funcionar. Para ello se utiliza el llamado "resucitador" o "cardio-desfibrilador externo", muy conocido por su aplicación en emergencias médicas.

- a :| Lleve al encuentro tutorial algunas imágenes que disponga o que consiga: pueden ser de radiografías, tomografías, ecografías, resonancias magnéticas y/o estudios de medicina nuclear.
- b :| Observe algunas características físicas de las mismas. Tipo de imagen (vistas o cortes), calidad de imagen, cantidad de imágenes, tipo de estudios, etc.
- c :| Compare los diferentes tipos de imágenes.

ACTIVIDAD **117**

## Los Rayos X



Tubo de rayos X. ↑

Otra de las grandes aplicaciones de la Física en la medicina es el estudio de lesiones a partir de los Rayos X. Desde su descubrimiento en 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen, se emplean para el diagnóstico de diversas patologías que pueden ser detectadas sin necesidad de operar al paciente. Estos rayos se generan en una ampolla de vidrio al vacío (en realidad a muy baja presión) en cuyo interior se produce una descarga eléctrica generada por un gran voltaje de más de 10.000 V.



Tomógrafo de rayos X. ↑

En las últimas décadas se han desarrollado también otros métodos radiológicos. La mamografía, fundamentalmente para la detección precoz del cáncer de mama. La tomografía computarizada para obtener secciones (cortes transversales) a distintas alturas. Dichos cortes se obtienen a partir de un tubo de Rayos X que gira alrededor del paciente.

Los Rayos X son muy utilizados en diagnóstico. Sin embargo es un tipo de radiación que podría producir daños celulares y por esta razón se recomienda no realizar en exceso este tipo de estudios y avisar en caso de embarazo.

## Medicina Nuclear y Radioterapia

En medicina nuclear se utilizan materiales radiactivos para diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Los primeros estudios radiobiológicos en nuestro país fueron realizados en el año 1926 en el Instituto de Medicina Experimental, actual Instituto A. H. Roffo, dependiente de la Universidad de Buenos Aires.

En la desintegración de los materiales radiactivos, los núcleos atómicos emiten partículas y radiación de alta Energía como los rayos gamma. A continuación presentamos algunas características de las diferentes emisiones nucleares:

Partículas $\alpha$	Partículas $\beta$	Rayos gamma
Tienen la masa de un núcleo de Helio $\text{He } \frac{4}{2}$ .	Tienen masa y carga igual a la de los electrones.	De elevada energía, comparables o superiores a la de los rayos X.
Tienen carga eléctrica positiva (+2).	Con velocidades cercanas a la de la luz.	Sin carga eléctrica.
Tienen comparativamente masa muy grande y poca penetrabilidad, las detiene una hoja de papel.	Tienen carga eléctrica (-1) Son más penetrantes que los rayos $\alpha$ , se detienen frente a una lámina de aluminio.	Son altamente penetrantes, se detienen frente a una lámina gruesa de plomo.

La radiación ionizante es capaz de "arrancar" electrones de los átomos, transformándolos en átomos ionizados o "iones". La presencia de iones en los tejidos vivos podrían alterar los procesos biológicos. Por ello, antes de sacarse una placa de RX es imprescindible avisar al médico y al técnico si se está embarazada, así como también utilizar correctamente el equipo de protección que entregan los técnicos cuando se busca reducir la zona irradiada.

De las tres, la radiación gamma es la más penetrante y la menos ionizante. Por esta razón se la utiliza en el diagnóstico funcional del organismo. Para los estudios se inyecta al paciente un radiofármaco, sustancia química que es absorbida por ciertas partes del organismo y que emite radiación. Se coloca al paciente frente al conjunto de detectores de la "cámara gamma". Luego se recibe la radiación y se obtiene la imagen del órgano. La sustancia radiactiva es eliminada naturalmente.

Al comienzo se obtenían imágenes planas (centellografía) que permitían al médico estudiar la biodistribución del radiofármaco. Hoy en día existen otras aplicaciones, como el SPECT, que permiten obtener imágenes en tres dimensiones de órganos como el hígado, los pulmones, el cerebro o hasta del corazón aunque se encuentre en constante movimiento.

La radioterapia es una técnica que utiliza las radiaciones nucleares para distintos tipos de cáncer. El haz de radiación gamma se dirige específicamente al tumor para eliminarlo, con gran cantidad de resultados favorables.

Los efectos de la radiactividad en los organismos biológicos dependen fuertemente de las dosis administradas. Excesos de radiación pueden ocasionar la ruptura de enlaces en moléculas, alteraciones en su estructura, en su funcionamiento normal y alteraciones en el ADN (información genética). Superar los límites estipulados puede producir la muerte de las células o la formación de nuevas células defectuosas. De allí que en este campo sea fundamental la presencia de un físico-médico que realice el cálculo de la dosis que se administrará a cada paciente en particular. En nuestro país, la Física Médica es un área todavía descuidada. Sin embargo, en los últimos años han surgido carreras de grado y de post-gradó para formar especialistas en este campo.

## Otros dispositivos de diagnóstico por imágenes

Otro de los sistemas formadores de imágenes muy utilizados en la medicina es el "ecógrafo". Este aparato consta de un emisor de ultrasonido cuya señal sonora emitida no es audible. Al ingresar al organismo, es reflejada internamente por algún órgano. La imagen se forma a partir de la señal recibida (eco). Los ecógrafos actuales también permiten obtener imágenes en tres dimensiones.



↑ Ecografía.



↑ Ecógrafo.

A diferencia de los Rayos X y gamma, este dispositivo puede ser utilizado durante el embarazo. Además, si bien la imagen no es muy nítida, permite realizar mediciones con total facilidad y en tiempo real. Los ecógrafos de última generación permiten además medir la velocidad de la sangre cuando viaja a través de una arteria, mediante el denominado "efecto Doppler".

Finalmente, en los últimos años se comenzó a utilizar la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) en medicina, si bien es un fenómeno que se conoce desde hace varias décadas.



Profesional realizando un Ecodoppler ↗ de vasos del cuello.

Pídale a su tutor el Libro 4 de Ciencias Naturales de EGB y consulte las páginas 32 a 37 (Energía nuclear, Chernobyl).

- a :| A partir de los dispositivos analizados en este apartado, realice un cuadro de doble entrada indicando el nombre del aparato, los fundamentos físicos y sus aplicaciones. Profundice en otras fuentes.
- b :| Averigüe cuáles de estos aparatos están en el hospital más cercano a su domicilio.

## ACTIVIDAD 118

La Energía nuclear ha sido muy cuestionada a partir del accidente de Chernobyl, ocurrido en la Ex Unión Soviética, el 26 de abril de 1986.

- :| ¿Cuáles fueron las implicancias de esta catástrofe en la sociedad rusa y los debates que a nivel mundial se generaron? Averigüe cómo ocurrió este accidente y cómo incidieron los efectos de la radiación sobre la población, el ambiente, la sociedad, sobre la economía del país, etc.

## ACTIVIDAD 119

Debido a accidentes como el de Chernobyl, muchos consideran que el futuro de la Energía nuclear se desvanece día a día.

- :| ¿Qué opina sobre las aplicaciones de la Física nuclear en el tema salud?
- :| Para reafirmar el uso de la Energía nuclear, ¿cree que el Estado necesita implementar algunos cambios? Si es así, ¿cuáles?
- :| ¿Considera que la población está actuando responsablemente con respecto a la Energía nuclear? Justifique su respuesta.
- :| ¿Qué ventajas y desventajas económicas pueden surgir si se decide continuar con el desarrollo de la tecnología nuclear?
- :| ¿Y si se decide abandonar este desarrollo?
- :| Busque información al respecto y presente un breve informe escrito a su profesor tutor.

## ACTIVIDAD 120



# Astrofísica

## ACTIVIDAD 121

:| Explique cómo supone que se originó el Universo. Comente según qué fuentes elaboró ese concepto.

La Astrofísica es un campo de investigación y desarrollo donde trabaja una importante cantidad de físicos de todo el mundo. Se realizan estudios de las formas, dimensiones y características de los astros, así como también de la constitución, evolución y condiciones físicas de su funcionamiento y dinámica.

Una tarea fundamental de los científicos es el desarrollo de modelos explicativos y predictivos que den cuenta de los fenómenos observados. Si bien la Astrofísica no busca necesariamente resolver problemas prácticos de hoy, mañana o pasado mañana, muchas de las investigaciones son de importancia práctica fundamental para nuestra sociedad. Tal es el caso del estudio de los ciclos solares y de la influencia de partículas que conforman el llamado "viento solar" en las telecomunicaciones. Lo mismo sucede con las millonarias inversiones en telescopios y radiotelescopios, que parecen ser un gasto superfluo. Pero, desde otro punto de

vista, estos dispositivos son útiles para conocer y predecir trayectorias de meteoritos y su posibilidad de impacto contra nuestro planeta.

**Decidir en qué proyectos científicos y tecnológicos el Estado debe invertir los fondos públicos requiere formación crítica de sus ciudadanos.** Esto adquiere un matiz especial en países como el nuestro, donde los recursos económicos disponibles no son tan abundados como en otros.



↳ Radiotelescopio de Parkes, Australia.



## El origen del Universo

Los temas de Astrofísica son ampliamente tratados en distintos medios de comunicación (revistas, programas de televisión, etc) en todo el mundo. Entre los más divulgados, encontramos los referidos a las teorías y modelos que intentan describir y explicar el origen y la estructura del Universo en el que vivimos.

La teoría del Big Bang trata sobre el origen y la formación del Universo y es la más aceptada actualmente. Entre sus hipótesis se afirma que el Universo se encuentra en expansión permanente, que ha cambiado con el tiempo y que en el pasado debió haber tenido un tamaño mínimo.

Sostiene, además, que se generó hace unos 15000 millones de años, a partir de una gran explosión (Big Bang). Por qué sucedió es un misterio. Toda la materia y la Energía presentes actualmente en el Universo estaban concentradas con una densidad y temperatura muy elevadas, quizás en un punto matemático sin ninguna dimensión. No es que toda la materia y la Energía del Universo estuvieran apretadas en un pequeño rincón del Universo actual, sino que el Universo entero ocupaba un volumen muy pequeño.

Como resultado de la continua expansión del Universo, su densidad y su temperatura han ido disminuyendo. Un segundo después de la explosión inicial, la temperatura descendió a unos diez mil millones de grados. Unos cien segundos después, la temperatura sería de unos mil millones de grados. Entonces comenzaron a formarse los núcleos de los átomos más simples: hidrógeno y helio. Un millón de años después, a unos pocos miles de grados, los electrones y los núcleos constituyeron los primeros átomos de hidrógeno y en menor medida, de helio.

El Universo primitivo estaba lleno de radiación, hidrógeno y helio. Empezaron a concentrarse los átomos en zonas o "nubes de gas". Estas zonas gaseosas atraían gravitatoriamente a otras, desplazándose y girando lentamente, haciéndose cada vez más brillantes. Finalmente, se formaron cientos de miles de millones de puntos brillantes. Surgieron así las mayores estructuras del Universo: las galaxias. Unos 10000 millones de años después, en algún remoto lugar, estaba naciendo una nueva estrella: nuestro Sol.

Pídale a su tutor el Libro 5 de Ciencias Naturales de EGB, consulte las páginas 24 y 25.

- a :| Averigüe qué otras teorías físicas explican la estructura del Universo.
- b :| ¿Qué hipótesis hay sobre el fin del Universo? ¿Qué sostiene cada una?
- c :| ¿Qué implicancias puede tener la teoría del Big Bang en el ámbito religioso y filosófico? ¿Por qué?

## ¿Hay fuego en el Sol?

La vida en nuestro planeta está íntimamente ligada al Sol. El día y la noche, las estaciones del año, la fotosíntesis, las lluvias, las brisas marinas; todos estos fenómenos tienen su origen en la Energía liberada por el Sol. Pero... ¿cómo se producen la luz y el calor en el Sol? Es una pregunta que el hombre se hizo desde muy antiguo. La Astrofísica nos orienta ante una pregunta que parece tan simple. Pero primero sería interesante que intente formular su propia explicación al respecto.

A continuación, le presentamos algunos extractos del libro "Así funcionaba el Sol" (Horacio Tignanelli, 1998) donde se expresan varias hipótesis diferentes para explicar cómo se produce el calor y la luz en esta estrella:



[...]

© Tignanelli, Horacio.  
*Así funcionaba el Sol*,  
Buenos Aires.  
Ediciones Colihue, 1998.

Tanto el Sol como el fuego iluminan y dan calor y, uno por su lejanía y otro por su misma esencia, son intangibles. Ambos tienen colores semejantes y una existencia efímera: la llama acaba cuando ha consumido el leño, el Sol aparece y desaparece a lo largo de un día. La vinculación del Sol con el fuego puede considerarse también como un triunfo del pensamiento de los hombres. En los albores de la historia, decir que el Sol era de fuego constituyó un avance importante para tratar de explicar la esencia de los objetos del cielo (...)

Durante aquel siglo XIX, en cualquier escuela, y hasta en la mismísima Universidad, los profesores de negra toga enseñaban que el Sol generaba su luz y su calor quemando carbón en su ardiente interior.

Aquellos fueron tiempos de fogatas, lámparas de llama y velas; por otra parte, la combustión del carbón constituía la fuente de energía más usual entre las producidas artificialmente por los hombres (...). Para que el Sol funcionara a fuego, en el Sol debería existir una reserva gigantesca de carbón y oxígeno, además de bastante lugar para el anhídrido carbónico que ambos generarían en la combustión (...). Para entonces, los físicos habían podido estimar cuánta energía llegaba del Sol a la Tierra (...). Teniendo en cuenta las dimensiones solares, los cálculos señalaban que un Sol funcionando a fuego nos iluminaría sólo durante unos 1500 años, ya que habría Sol hasta que acabara su carbón interior (...). Evidentemente, un Sol de fuego no hubiese durado lo suficiente como para acompañar la historia de nuestra humanidad (...).

El tipo de materiales que se quemaba en el Sol, fue variando a medida que el hombre iba descubriendo distintas formas de producir fuego. De esa forma, hubo un Sol donde ardían los leños y luego un Sol de carbón encendido; luego hubo soles de petróleo y de gas, sustancias descubiertas a posteriori (...) Tal vez no se ha divulgado lo suficiente, pero la ciencia alcanzó a dar una respuesta diferente y más probable sobre la manera en que el Sol genera su energía. Llegar a entender el funcionamiento solar le demandó al hombre casi cien años de investigaciones y un número más grande de cambios conceptuales en su comprensión de los fenómenos de la naturaleza (...)

- a :| Exprese cuál es la idea principal del texto.
- b :| Enumere las hipótesis dadas en cada momento.
- c :| Proponga una relación entre la formulación de hipótesis científicas y la situación social e histórica en la cual se formulan.
- d :| Investigue cómo se explica actualmente la generación de luz en el Sol. Describa el proceso en no más de 10 renglones.

## ACTIVIDAD 123

### La Astrofísica y la ciencia ficción

El Universo es uno de los campos favoritos para los directores de películas, en especial para los amantes del cine de Ciencia-Ficción. En este tipo de películas, muchas veces se presentan situaciones que no concuerdan con lo que podemos constatar científicamente.

Se oyen ruidosas explosiones en medio del espacio exterior cuando esto es imposible. El sonido necesita un material para transmitirse y en el espacio exterior hay vacío (casi totalmente). También nos muestran haces de luz láser, cuando sólo podríamos verlos al entrar en contacto con algún material (por ello en las discos se esparce humo para ver los haces). Como estas, infinidad de otras situaciones.

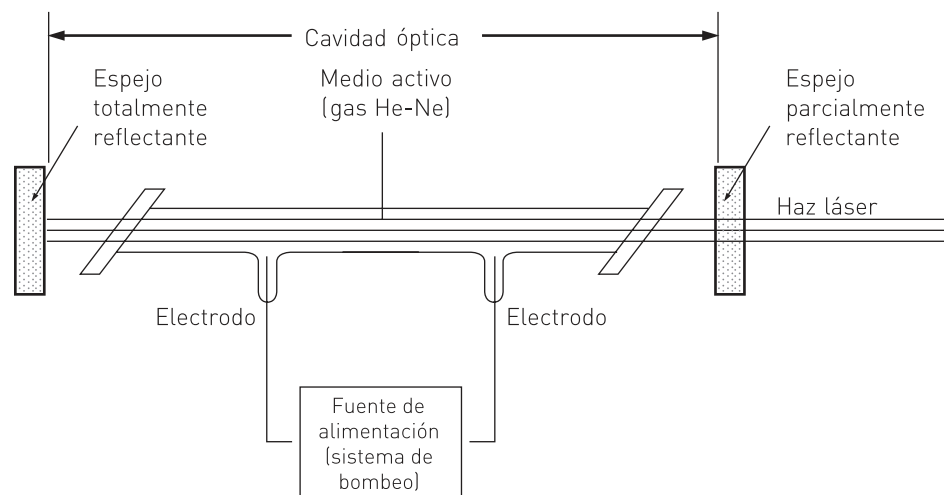
Pídale a su tutor el Libro 4 de Ciencias Naturales de EGB y lea "La luz láser", página 44.

## Física y desarrollo militar: el láser

Uno de los descubrimientos más importantes del siglo XX, sin duda fue el de la luz láser. Theodore Maiman lo consiguió el 9 de mayo de 1960, a partir de una barra de rubí sintético de 2 cm de longitud y 1 cm de diámetro. Desde entonces, se obtiene el efecto láser mediante una gran cantidad de materiales.

El láser es un dispositivo para obtener radiación con características muy especiales. Consta de 3 componente básicos:

- Un material que puede ser sólido, líquido o gaseoso.
- Una cavidad dentro de la cual se halla el material. Está formada por un par de espejos en sus extremos que permite que la luz láser oscile varias veces para amplificarse antes de salir.
- Un método artificial (por ejemplo una corriente eléctrica) para lograr que los electrones del material adquieran mayor Energía, fundamental para emitir luz láser.



Una vez que la radiación sale de la cavidad se tiene un haz de rayos láser, que se caracteriza por tener:

- **Gran direccionalidad:** la luz sale en el mismo sentido formando un haz concentrado. Puede recorrer grandes distancias sin abrirse demasiado.
- **Monocromaticidad:** el color de luz láser es muy puro y depende del material utilizado. Por ejemplo, el de helio-neón es rojo, mientras que el de argón es verde.
- **Gran intensidad de luz.**

## Aplicaciones pacíficas del láser

El dispositivo tecnológico llamado "láser" tiene apenas un poco más de 40 años de existencia. En este corto tiempo de "vida", sus aplicaciones se han multiplicado rápidamente a diversos campos. Todos estamos al tanto de algunas de las aplicaciones pacíficas y de los beneficios cotidianos que genera la utilización del láser, como por ejemplo:

- grabación y lectura de música en compact-disc
- lectura de precios de productos en los supermercados
- impresión de información escrita con alto nivel de resolución y rapidez
- soldaduras, perforaciones y cortes de elementos industriales
- corrección de miopía y otras enfermedades del ojo
- eliminación de manchas en la piel
- tratamiento de caries, etc.

## Láser y desarrollo militar

Estamos acostumbrados a pensar en armas nucleares como la única relación de la Física con los fines bélicos y de defensa. Olvidamos los aspectos térmicos de las vestimentas y tanques; así como los cálculos de Energía de los alimentos necesarios para distintas operaciones. Tampoco pensamos en aspectos electromagnéticos como radares, equipos de radio y luces infrarrojas ni en las cuestiones aerodinámicas de los aviones. Existen muchas y variadas aplicaciones de esta ciencia en el campo militar. De todas maneras, sólo la Física Nuclear parece la responsable en las guerras.

En 1959, el láser no había sido inventado. Sin embargo, el Departamento de Defensa de Estados Unidos ya estaba interesado en las aplicaciones militares que podría tener. La compañía donde Maiman trabajaba en el desarrollo del primer láser tenía contactos frecuentes con el Gobierno por este tema. En abril de 1972 el mundo se enteró que los militares norteamericanos estaban utilizando bombas guiadas por láser en Vietnam. En las guerras contra Irak, su uso fue cosa habitual. Con un sofisticado equipo con luz láser, un soldado desde tierra puede apuntar el haz hacia un objetivo (puente, tanque, etc.). La luz que se refleja en el blanco puede ser captada por un avión de ataque y así ser guiado al objetivo.

Los fines militares absorbieron gran parte de los investigadores vinculados con el láser. Durante décadas, la mayor parte de los cargos para científicos jóvenes en esta área fueron financiados por el Departamento de Defensa y por los Laboratorios Nacionales de Estudios de Armamento Nuclear. Lo mismo sucedió en la ex Unión Soviética y en otros países tecnológicamente desarrollados. Incluso en la

Argentina, uno de los laboratorios más antiguos e importantes dedicado al láser depende, desde su origen, del CITEFA (Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas) Actualmente, en muchos países hay grandes inversiones de dinero para desarrollos bélicos del láser. (Bilmes, 1994).



↑ CITEFA, provincia de Buenos Aires.

Con una visión ingenua, algunos sostienen que la finalidad de la ciencia es siempre éticamente neutra y que la responsabilidad recae en los gobiernos o individuos que utilizan los conocimientos científicos. Desde esta visión, los científicos no son responsables de las aplicaciones.

Existe también una postura más crítica: muchas veces, el desarrollo científico y tecnológico se realiza con fines bélicos desde el comienzo. En otras palabras, muchas veces, los científicos conocen qué se pretende realizar y cuáles serán sus aplicaciones inmediatas. Famoso es el caso de las investigaciones para producir la primera bomba atómica.

Robert Oppenheimer dirigió un grupo de físicos eminentes y en el invierno de 1945 tenían lista la bomba atómica. Al recordar la primera explosión nuclear en las pruebas en el desierto sostuvo que:

*"Rondó mi mente un pasaje del Bhagavad-Gita: 'Me he convertido en la muerte, la destructora de los mundos'. Pienso que todos nosotros sentíamos más o menos lo mismo".*

Evidentemente, él sabía lo que había estado haciendo durante todos esos años. Pocos días más tarde de la primera prueba, el 6 de agosto de 1945, la bomba se lanzó sobre Hiroshima, Japón. Todos vieron el resultado. Tres días después, el 9 de agosto, se lanzó otra bomba sobre Nagasaki. Cerca de 200 mil personas murieron por las bombas. Todavía hoy quedan secuelas genéticas.

- a :| Haga un cuadro con aplicaciones pacíficas y bélicas del láser.
- b :| Interprete la afirmación de Arthur Schawlow (Premio Nobel de Física 1981 por sus trabajos sobre láser): "Ignoro cuáles son las aplicaciones militares de los láseres y no deseo saberlas".  
¿Qué críticas se le podrían hacer desde lo visto en el módulo? ¿Por qué?
- c :| Analice la veracidad de la siguiente frase:  
"Los descubrimientos de la ciencia son independientes de la utilización que se les dé".
- d :| Interprete la siguiente afirmación de Maiman, inventor del láser: "El láser es una solución millonaria en busca de un problema".
- e :| Para discutir: ¿Es importante la inversión económica en el desarrollo de tecnología militar? Exponga razones a favor y en contra. ¿Se invierte de la misma manera en otras áreas de desarrollo científico tecnológico? Fundamente su respuesta.



## Física y desarrollo sustentable

La producción científico-tecnológica de un país es indispensable para alcanzar un desarrollo social sostenido. Sin embargo, países como el nuestro encuentran serias dificultades para conseguirlo. Le proponemos que lea y analice el siguiente artículo periodístico:

[...]

### La neurona subsidiada

Los migrantes de los países del Tercer Mundo corporizan una millonaria transferencia de recursos en beneficio de los países desarrollados. (...)

Un simposio organizado por la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) en Costa Rica relacionó las migraciones con la transferencia de recursos.

Demógrafos de toda América coincidieron en que en los próximos años se profundizarán los movimientos humanos desde América Latina y el Caribe hacia los Estados Unidos. Entre los migrantes, por supuesto, están incluidos aquellos que son convocados a trabajar en los países más ricos en virtud de su formación y su talento. Y constituyen un subsidio encubierto que los países menos desarrollados aportan al crecimiento de los más poderosos (...)

Un veinte por ciento del total de argentinos radicados en Estados Unidos son profesionales (...)

En el diseño de políticas futuras los especialistas en migraciones han sustituido el concepto de fuga de talentos por la propuesta de estimular la circulación y el intercambio de cerebros que faciliten el trueque de los recursos altamente calificados entre los países de origen y los países desarrollados. Se busca convertir a los migrantes en nexos entre las redes locales y las redes globales de desarrollo científico y tecnológico, en agentes individuales o grupales de transferencia de conocimientos y tecnología (...)

© Clarín.

*La neurona subsidiada.*  
24 de setiembre de 2000.



ACTIVIDAD **125**

- a :| Subraye las dos o tres frases del artículo que más le interesaron. Explique por qué las eligió.
- b :| ¿En qué sentido puede ser inadecuado el concepto de "fuga de cerebros"?
- c :| ¿En qué sentido la partida de nuestros científicos constituyen un subsidio encubierto para los países más desarrollados?
- d :| ¿Qué acciones es necesario instaurar para evitar que los científicos argentinos, al menos en parte, dejen definitivamente su país? ¿Es posible revertir la situación actual? ¿Cómo?
- e :| ¿Qué tipos de inconvenientes (por factores internos y externos) considera que dificultan el desarrollo científico tecnológico de nuestro país?
- f :| Invertir en la formación de científicos, ¿cómo contribuye a aumentar las capacidades industriales de una sociedad? ¿cómo influye sobre el desarrollo económico general de un país?

## La educación en ciencias

En los últimos años las sociedades han enfatizado la importancia de promover en los ciudadanos una alfabetización científica y tecnológica, pero...

### ¿Qué se entiende por “alfabetización científica”?

Si bien no hay una visión única y definitiva al respecto, hay cierto consenso social sobre las características de un ciudadano alfabetizado científica y tecnológicamente. En general se considera que es capaz, entre otras cuestiones, de:

- Utilizar conceptos científicos e integrar valores y saberes para adoptar decisiones responsables en la vida corriente.
- Comprender que la sociedad ejerce un control sobre las ciencias y las tecnologías por la vía de las subvenciones que le otorga.
- Reconocer tanto los límites como la utilidad de las ciencias y las tecnologías en el progreso del bienestar humano.
- Conocer los principales conceptos, hipótesis y teorías científicas, y ser capaz de aplicarlos.
- Saber reconocer la diferencia entre resultados científicos provisionales y opiniones personales.
- Comprender que el saber científico es histórico, contextualizado, provisional y sujeto al cambio.
- Comprender las aplicaciones de las tecnologías y las decisiones implicadas en su utilización.
- Conocer fuentes válidas de información científica y tecnológica y recurrir a ellas cuando hay que tomar decisiones.
- Comprender que es necesaria e importante la educación en ciencias y tecnología.

:| Realice un análisis crítico de su propio aprendizaje en Física.

- a :| Indique con cuál de los objetivos propuestos al inicio del Módulo se relaciona cada una de las características anteriores.
- b :| Mencione en cuáles de los objetivos propuestos considera que ha conseguido mayores logros y en cuáles menos.
- c :| Reflexione sobre cuáles pueden ser las causas.
- d :| Presente sus conclusiones al profesor tutor en un informe escrito.

## ACTIVIDAD INTEGRADORA

## ACTIVIDAD 127

- a :| En un pequeño grupo: busque información sobre el funcionamiento de alguno de los siguientes dispositivos científico tecnológicos actuales. Prepare una exposición oral de quince minutos para explicar al resto del curso sus aspectos físicos, técnicos y su influencia en la sociedad actual:
- ::... Computadora
  - ::... Teléfono celular
  - ::... Compact disc
  - ::... Horno de microondas
  - ::... Televisor
  - ::... Tomógrafo de rayos X
  - ::... Cualquier otro que usted elija
- b :| Busque un artículo de Física Aplicada en diarios o revistas de divulgación científica:
- 1 :| Señale las principales ideas.
  - 2 :| Explique los conceptos físicos involucrados.
  - 3 :| Indique qué características de una alfabetización científico tecnológica se trabajaron durante esta actividad.



## A modo de conclusión

*"Hay días en que me levanto con una esperanza demencial, momentos en los que siento que las posibilidades de una vida más humana están al alcance de nuestras manos. Éste es uno de esos días".*

La resitencia (Ernesto Sabato)

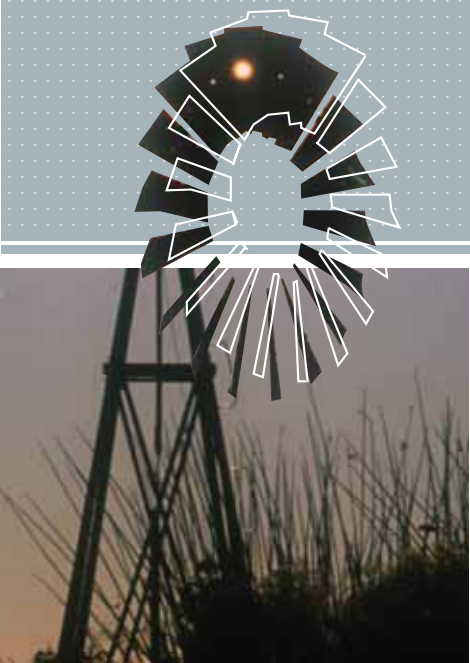
A lo largo de estas páginas, hemos recorrido un intenso camino. Trabajamos sobre conceptos y procedimientos físicos. Pero también ubicamos la Física en el marco de una actividad humana, con su complejidad social, cultural, ideológica y económica.

La Física, como las Ciencias Naturales en general, no es la única ni la mejor manera de abordar el mundo. Sin embargo, sí es una forma importante de hacerlo. Apostar críticamente a la educación y al desarrollo de la investigación en Física puede ayudarnos a mejorar nuestra calidad de vida.

Esperamos que ustedes también hayan aprendido y disfrutado a lo largo del camino que hemos recorrido. Desde ya, muchas gracias por habernos acompañado.

Saludos cordiales.

Los autores



# Clave de corrección



La clave de corrección que presentamos a continuación intentan orientarlo sobre la dirección en la que se pueden buscar y trabajar las respuestas a las preguntas y/o ejercicios presentados a lo largo del módulo. Por ello, a veces podrá observar que se presentan sólo respondidos algunos items, otras veces se da alguna palabra o concepto orientador, y en algunos otros casos no se presenta clave dado que son de desarrollo personal o las respuestas se encuentran en el propio texto mediante una lectura minuciosa.

## ACTIVIDAD 2

De elaboración personal: sería interesante comenzar analizando el texto leído y establecer relaciones con la situación actual. ¿Cuál es la situación de la ciencia en los países más pobres y en los más ricos? ¿Cómo influye el desarrollo científico tecnológico en el desarrollo económico? ¿Desarrollo científico tecnológico implica necesariamente desarrollo social?

## ACTIVIDAD 8

- a :| 1333,3 m/min; 22,22 m/s; 80000000 mm/h  
 b :|  $9,46 \cdot 10^{12}$  km

## ACTIVIDAD 12

La ventaja de un plano inclinado es que se reduce el valor de la fuerza necesaria para subir objetos. La desventaja es que es necesario disponer de mayores espacios libres, y que debe recorrerse una distancia mayor. Para realizar una fuerza menor, es más conveniente un plano inclinado largo con un ángulo de inclinación pequeño.

## ACTIVIDAD 13

- a :|  $F = 37,5 \vec{kg}$   
 b :|  $h = 2,5$  m  
 c :| El rozamiento exige la realización de una fuerza mayor. Habitualmente el rozamiento se reduce haciendo que la rampa del plano inclinado esté formada por cilindros de metal que pueden girar a medida que el objeto se desliza.  
 d :| Falso. Cuanto más pequeño sea el valor del ángulo (plano muy largo), el valor de la fuerza necesaria para elevar un objeto será mucho menor al peso del objeto. Si no respondió bien esta pregunta, revea la condición de equilibrio.

## ACTIVIDAD 14

La fuerza necesaria es la misma en los dos casos, pero desde la terraza toda la fuerza se ejerce con los brazos, mientras que con una polea desde el suelo uno puede colgarse de la soga y utilizar el peso de todo el cuerpo para elevar el objeto.

## ACTIVIDAD 16

Polea móvil.

## ACTIVIDAD 17

Polea fija: duplicar la fuerza.

## ACTIVIDAD 18

Polea Fija:  $50 \vec{kg}$

Polea móvil:  $25 \vec{kg}$

Aparejo Potencial de tres poleas en total:  $12,5 \vec{kg}$  ( $n = 2$  pues dos poleas son móviles, una debe ser fija).

Un aparejo factorial de 6 poleas en total:  $8,33 \vec{kg}$  ( $n = 3$  pues tres poleas son móviles y tres fijas).

## ACTIVIDAD 20

Si existiera una barra suficientemente larga y resistente, y un punto de apoyo en el espacio donde fijar dicha barra, entonces la fuerza de Arquímedes en el extremo del brazo largo de la palanca bastaría para elevar la Tierra ubicada en el extremo del brazo más corto.

## ACTIVIDAD 21

a: | 2,25 m

b: | La respuesta está en el texto.

## ACTIVIDAD 24

3 m

## ACTIVIDAD 25

Ejemplo: el bíceps actúa como una palanca de tercer género porque la fuerza motriz ejercida por el músculo actúa entre el punto de apoyo (codo) y la resistencia (el peso del antebrazo que actúa en la zona media del antebrazo).

## ACTIVIDAD 26

En los ascensores, grúas, montacargas, etc. La diferencia sustancial con épocas anteriores es que hoy se puede aprovechar la corriente eléctrica en lugar de la fuerza muscular.

## ACTIVIDAD 28

En orden ascendente: tierra, agua, aire, fuego. Justifica a partir del texto.

## ACTIVIDAD 30

La respuesta se encuentra en el texto.

## ACTIVIDAD 32

La primera afirmación no es una hipótesis científica porque no hay manera de contrastarla, es un juicio personal. La tercera tampoco es una hipótesis científica porque es siempre verdadera: indudablemente **tal vez** llueva mañana (lloverá o no lloverá). Este último caso es el tipo de afirmaciones que se observan en los horóscopos: "**probablemente** se encuentre con un ser querido", etc. Si te encuentras la afirmación es verdadera. Si no te encuentras también es verdadera porque era probable. Este tipo de afirmaciones no son hipótesis científicas. Un trabajo interesante sería analizar este tipo de afirmaciones en diarios, revistas, etc. y observar cómo en muchos casos utilizan lenguaje científico para ocultar la ausencia de rigor científico real.

Una hipótesis científica es, por ejemplo, la afirmación que sostiene que el Sol es de fuego.

## ACTIVIDAD 37

Según la Física aristotélica las dos hojas deberían caer al mismo tiempo porque su peso es el mismo, lo cual evidentemente no sucede en nuestro planeta. Según la Física de Galileo no es el peso de las hojas el factor que determina el tiempo de caída: en este caso el factor que determina la diferencia de tiempos es el rozamiento con el aire. ¿Qué sucedería si este experimento se repitiera en la Luna?

## ACTIVIDAD 38

A diferencia de Aristóteles, Galileo realizaba la validación de las afirmaciones científicas mediante la contrastación con la naturaleza (evidencia experimental). Es esta concepción en la que se fundamentan las ciencias naturales actualmente.

## ACTIVIDAD 40

La fuerza impulsora sólo actúa durante el contacto con el arco. Luego, en ausencia de fuerzas que lo frenen, la flecha continúa avanzando por inercia. En el caso real, el aire va frenándola paulatinamente.

## ACTIVIDAD 42

No. Observar varios minutos una vela encendida no permitirá concluir que se debe al oxígeno. La existencia del oxígeno y su necesidad para la combustión de la vela fueron hipótesis previas a la observación. La observación de un determinado fenómeno puede generar que alguien formule una hipótesis (como al descubrir los rayos X), sin embargo no es lo habitual en ciencias. Miles de personas pueden observar caer manzanas, sin embargo no por ello sostendrán que la fuerza con la que la Tierra la atrae responde a la misma ley que la fuerza gravitatoria entre planetas lejanos. En general, la observación es posterior a la hipótesis. Por otro lado, ante la misma observación, dos personas diferentes pueden interpretar el fenómeno de muy distinta manera.



**ACTIVIDAD 43**

La Física aristotélica consideraba órbitas circulares porque eran manifestación de la perfección (sin principio ni fin). Kepler mediante evidencia experimental (datos de posiciones de astros) propone las órbitas elípticas.

**ACTIVIDAD 45**

Algunas afirmaciones que sostiene la Física y que son contrarias a nuestra intuición:

- ∴ El tiempo de caída de los objetos no depende del peso de los objetos.
- ∴ No es necesaria la acción de una fuerza continuamente para que un objeto se desplace, etc.

**ACTIVIDAD 46**

Entre los grandes conceptos que debieran estar presentes en el esquema podemos mencionar: leyes del movimiento aristotélico, modelos astronómicos, inercia, caída de los cuerpos, formas de validación del conocimiento científico.

**ACTIVIDAD 48**

- a :| Iguales y de sentido opuesto.
- b :| 4,77. 1013 m
- c :| El valor de su propio peso.
- d :| Cuatro veces.

**ACTIVIDAD 49**

No. Sigue siendo una teoría sobre la naturaleza, aunque muchos fenómenos puedan ser explicados por ella y aunque los resultados de los cálculos respondan a los fenómenos observados (dentro del rango de error tolerable). Lo único que se puede decir de una teoría es si hasta hoy explica mejor que otras determinados fenómenos.

**ACTIVIDAD 51**

Deducir a partir del texto.

**ACTIVIDAD 52**

- a :| Fuerzas (fuerzas económicas), equilibrio, inercia (inercia económica), flujo, etc.
- b :| Algunas respuestas posibles:
  - ∴ Considerar que se pueden explicar y anticipar movimientos económicos mediante la simple aplicación de conceptos como el de fuerzas productivas (como si fueran fuerzas físicas) y flujo de capitales.
  - ∴ Considerar que se pueden controlar las variables sociales y los resultados de la aplicación de determinados modelos de la misma manera que al realizar un experimento en física.

- ∴ Pensar que la aplicación de procedimientos útiles en determinado contexto histórico y social pueden ser aplicados en todo momento y a cualquier grupo humano como si fuera la reproducción de un procedimiento de laboratorio.
- ∴ Otro riesgo importante es considerar que los resultados económicos estadísticos son suficientes, sin tener presente que variables socioeconómicas como el hambre no pueden ser analizadas sólo desde el punto de vista estadístico.

**ACTIVIDAD 55**

La respuesta está en el texto.

**ACTIVIDAD 57**

La trayectoria del atleta con respecto al suelo puede considerarse rectilínea (estrictamente, su centro de gravedad sube y baja periódicamente). Los planetas se desplazan en trayectorias elípticas mientras que el niño sentado en una calesita se mueve en una trayectoria circular. La trayectoria del proyectil ideal es una parábola.

**ACTIVIDAD 59**

- a :| El vector velocidad puede variar en módulo (acelerador, freno) y en dirección (volante).
- b :| 77,77 km/h
- c :| 100 km/h; 50 km/h; 100 km/h; 80 km/h
- d :| 6,66 km

**ACTIVIDAD 60**

- a :| La velocidad es la variación de posición por unidad de tiempo. La aceleración es la variación de velocidad por unidad de tiempo.
- b :| No.
- c :|  $a_m = 2 \text{ m/s}^2$
- d :| Velocidad final es 0 m/s. Observar que la aceleración es negativa. El tiempo de detención es de 7 segundos.

**ACTIVIDAD 61**

La primera y la tercera: la velocidad varía linealmente.

**ACTIVIDAD 63**

- b :|
  - 1 :| No.
  - 2 :| Sí, porque idealmente caen bajo la sola acción de la gravedad lunar, mientras que no hay fuerzas de frenado dada la ausencia de atmósfera.

**ACTIVIDAD 64**

El rozamiento es insignificante debido a la ausencia de atmósfera. Cayeron más lentamente y al mismo tiempo.

## ACTIVIDAD 65

g lunar aproximadamente  $1,62 \text{ m/s}^2$ .

## ACTIVIDAD 66

a :| 122,5 m

b :| Una forma sería dejando caer el objeto desde lo alto y medir el tiempo de caída para luego calcular la altura por medio de la ecuación correspondiente.

c :| 3,7 seg

## ACTIVIDAD 69

c :| Se triplica.

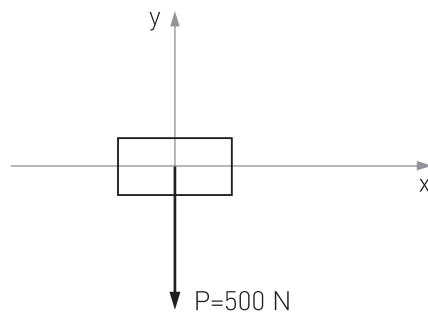
d :| Se reduce a la mitad.

## ACTIVIDAD 70

$F = 60 \text{ N}$ ;  $F = 0,8 \text{ m/s}^2$  hacia la derecha.

## ACTIVIDAD 72

a :|



b :| Podría medir, por ejemplo, 5 cm; donde la escala sería de  $100 \text{ N/cm}$ .

c :| Sí, con una escala de  $200 \text{ N/cm}$ .

d :| La Normal y el Peso se representan con la misma longitud y en sentido contrario, por ser fuerzas de igual valor que se anulan entre sí, equilibrando el sistema.

## ACTIVIDAD 73

Ganará el equipo 1 dado que ejerce una fuerza total de  $300 \text{ N}$  contra una fuerza de  $290 \text{ N}$  del equipo 2.

## ACTIVIDAD 74

b :| Hacia atrás y hacia abajo.

c :| Porque actúan sobre cuerpos diferentes.

d :| Por ejemplo: un elemento del rifle acciona sobre la bala empujándola hacia delante y la bala actúa sobre el rifle empujándolo hacia atrás (reacción).

## ACTIVIDAD 76

- a :| 491,5 N. En el Ecuador su peso será menor porque  $g$  es menor:  $9,78 \text{ m/s}^2$ .
- b :| La masa del carro es de 25,51 kg. Luego, la aceleración es de  $1,96 \text{ m/s}^2$ .
- c :| Sólo la fuerza gravitatoria (peso del objeto).
- d :| Suponiendo que no hay rozamiento con el aire, en ambos casos, sólo actúa sobre la pelota su peso.

## ACTIVIDAD 77

- a :| Llegará más alto en la Luna suponiendo que se lo lanza con la misma velocidad inicial que en la Tierra.
- b :| No.
- c :| Aceleración gravitatoria.

## ACTIVIDAD 78

- a :| No, aunque la balanza indicaría un peso menor.
- b :| Falso.
- c :| Una persona de 70 kg de masa tiene un peso de 686,7 N en la Tierra. En la Luna tendría la misma masa y su peso sería de 113,4 N.

## ACTIVIDAD 79

- a :|
- 1 :| El mismo.
  - 2 :|  $T = 60 \text{ J}$
  - 3 :| Para calcular el trabajo al subir las escaleras, debe calcular el trabajo realizado por su propio peso (trabajo de la fuerza peso). La distancia que tiene que tomar en cuenta es la altura que se desplazó dicha fuerza y no la longitud de la escalera.
- b :| Fuerza que realiza el trabajo "en la dirección de la distancia recorrida", distancia recorrida.

## ACTIVIDAD 82

- a :|
- 1 :| Su límite es arbitrario, sus elementos son el Sol, planetas, asteroides principalmente. Se relacionan fundamentalmente mediante fuerzas gravitatorias.
  - 2 :| Existen intercambios de materia (Alimentación, transpiración, etc.) y energía (calor corporal, radiación solar, etc.) con el medio externo.

## ACTIVIDAD 83

- a :|  $E_c = 9000 \text{ J}$
- b :|  $F = 343 \text{ N}$
- c :|  $V = 42,43 \text{ m/s}$

**ACTIVIDAD 86**

En todos los casos sería el mismo valor.

**ACTIVIDAD 87**

En el caso del automóvil la Energía se obtiene a partir del combustible en forma de Energía química que genera el movimiento de los pistones del motor y del auto. La Energía se transformó en Energía de movimiento (cinética). También en Energía calórica y sonora.

**ACTIVIDAD 88**

En una manzana colgando de un árbol podemos identificar, por ejemplo, Energía química, Energía potencial gravitatoria dada la altura sobre el piso (si lo tomamos como referencia cero), etc.

**ACTIVIDAD 94**

En una montaña rusa, la Energía eléctrica se transforma en Energía cinética para elevar el carro y en Energía potencial gravitatoria. Durante la caída, la Energía gravitatoria disminuye aumentando la Energía cinética (disminuye la altura y aumenta la velocidad). Además existe liberación de Energía al medio ambiente en forma de calor y sonido.

**ACTIVIDAD 96**

Supondremos el cero de Energía potencial gravitatoria en el suelo, entonces:

- a :| Falso.
- b :| Verdadero (pues no hay disipación por rozamiento).
- c :| Verdadero.
- d :| Falso.
- e :| Falso (se conserva la Energía total).

**ACTIVIDAD 97**

La respuesta se encuentra en el texto.

**ACTIVIDAD 102**

- a :|  $P = 125 \text{ W}$

**ACTIVIDAD 104**

Según la definición de Maxwell, toda la Energía es capaz de realizar trabajo. Sin embargo, el Segundo Principio de la Termodinámica sostiene que todo el trabajo puede convertirse íntegramente en calor, pero la Energía calórica no puede transformarse totalmente en trabajo. En otras palabras, no toda la Energía es capaz de realizar trabajo.

**ACTIVIDAD 107**

Ejemplo: la Energía del viento está directamente asociada con la Energía cinética del aire en movimiento. Puede aprovecharse para mover embarcaciones, obtener agua de un pozo en el campo, etc.

**ACTIVIDAD 124**

- c :| Falso. La ciencia no es neutral.
- d :| Una de las razones del rápido desarrollo del láser ha sido la gran posibilidad de ganancia económica que presentó desde sus orígenes, incluso antes de conocerse sus aplicaciones concretas.



## Bibliografía

A continuación le presentamos los nombres de algunos textos que podrán serle útiles a lo largo de su trabajo con el Módulo para consultar algunas dudas, ampliar sus saberes en relación con el lenguaje o enriquecer las actividades propuestas. Recorra a su docente tutor o al bibliotecario para que lo ayude en la búsqueda del material que le interese.

- ] Baig, Antoni; Agustench, Montserrat, *La revolución científica de los siglos XVI y XVII*. Madrid, Alhambra, 1987.
- ] Bilmes, Gabriel; *Laser*. Buenos Aires, Colihue, 1994.
- ] Cromer, Alan, *Física para las ciencias de la vida*. México, Reverté, 1998
- ] Einstein, Albert; Infeld, Leopold, *La evolución de la física*. Barcelona, Salvat Editores, 1986.
- ] Feynman, Richard; Leighton, Robert; Sands, Matthew, *Física*. Delaware, Addison Wesley Iberoamericana, 1987.
- ] Fourez, G., *Alfabetización científica y tecnológica*, Buenos Aires, Aique, 1997.
- ] French, A., *Mecánica newtoniana*. Barcelona, Editorial Reverté, 1978.
- ] Hawking, Stephen, *Historia del tiempo*. Buenos Aires, Alianza Editorial, 1990.
- ] Hecht, Eugene, *Física en perspectiva*. Delaware, Addison Wesley Iberoamericana, 1987.
- ] Hewitt, Paul, *Física conceptual*. México D.F., Addison Wesley Longman de México, 1998.
- ] Levi de Cabrejas, Mariana, *Tomografía en medicina nuclear*. Buenos Aires, Alasbimn, 1999.
- ] Maiztegui, A., Sabato, J. *Física*. Buenos Aires. Kapelusz.
- ] Sagan, Carl, *Cosmos*. Barcelona, Planeta, 1985.
- ] Sears, Francias; Zemansky, Mark; Young, Hugh, *Física universitaria*. Delaware, Addison Wesley Iberoamericana, 1988.
- ] Tignanelli, Horacio, *Así funcionaba el Sol*. Buenos Aires, Colihue, 1998.

---

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación

---

---

EQUIPO DE EDUCACIÓN DE JÓVENES Y ADULTOS

---

RESPONSABLE DE LA ARTICULACIÓN DEL PROYECTO	Mirta Leon
LECTURA DE LOS MATERIALES	Pablo Courreges
	Herminia Ferrata
	Mirta Leon
	Esther Levy
	Gabriela Miasnik
	Heliana Rodríguez
	José Romero
	Alejandra Santos

---

EQUIPO DE PRODUCCIÓN EDITORIAL -DNPC-

---

COORDINACIÓN GENERAL	Laura Gonzalez
SUB COORDINACIÓN	Verónica Gonzalez
ASISTENCIA DE PRODUCCIÓN	Silvia Corral
DISEÑO DE COLECCIÓN	Clara Batista
ASISTENCIA EN DISEÑO	Mariana Velázquez
	Fernando García Guerra

---

**Física**

---

COORDINACIÓN	Silvia Corral
ARMADO	Valeria Seoane
ILUSTRACIONES	Diego Vaisberg
FOTOGRAFÍAS	Charlie Lorenz

AGRADECIMIENTOS: Dra. Rosalía Quintana del Centro De.Di.Ac., Dr. Jorge Formón, Ecografías 3D y 4D, Sr. Ricardo Lanzani, CITEFA.



---

El presente material fue elaborado por los Equipos  
Técnicos de la Dirección de Educación de Adultos y Formación Profesional  
de la Dirección General de Cultura y Educación  
de la Provincia de Buenos Aires.

El Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social  
brindó apoyo financiero para la elaboración de este material  
en el marco del Convenio Más y Mejor Trabajo  
celebrado con el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

---

Dirección de Educación de Adultos y  
Formación Profesional de la Provincia de Buenos Aires

EQUIPO DE PRODUCCIÓN PEDAGÓGICA

COORDINACIÓN GENERAL	Gerardo Bacalini
COORDINACIÓN DEL PROYECTO	Marta Ester Fierro
COORDINACIÓN DE PRODUCCIÓN DE MATERIALES	
1RA. ETAPA	Verónica Nespereira
2DA. ETAPA	Beatriz Alen
AUTOR	Juan Carlos Muñoz
COLABORADORES	Lucía Iuliani Daniel Andisco Andrea Rochas
PROCESAMIENTO DIDÁCTICO	Alicia Santana
ASISTENCIA DE PRODUCCIÓN	Florencia Sgandurra
CORRECCIÓN DE ESTILO	Carmen Gargiulo
GESTIÓN	Claudia Schadlein Marta Manese Cecilia Chavez María Teresa Lozada Juan Carlos Manoukian

Se agradece la colaboración de los docentes y directivos  
de los Centros Educativos de Nivel Secundario de la provincia de Buenos Aires  
que revisaron y realizaron aportes a las versiones preliminares de los materiales.



Material de distribución gratuita



MINISTERIO de  
**EDUCACIÓN**  
CIENCIA y TECNOLOGÍA  
PRESIDENCIA de la NACIÓN



Organización  
de Estados  
Iberoamericanos

Para la Educación,  
la Ciencia  
y la Cultura