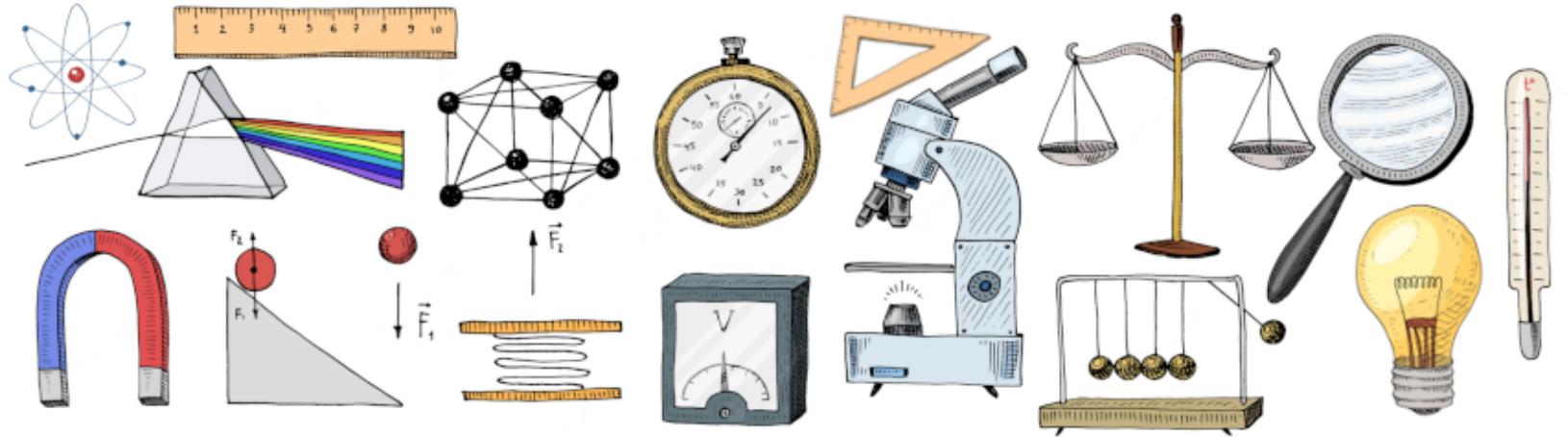


Física

Cuaderno de trabajo
para los alumnos de 2º de Secundaria
en el curso durante el ciclo escolar
2022-2023

POR
J. C. Melchor Pinto
Profesor de asignatura en



Índice general

1.		7
S1.	Tecnología y transformación de la sociedad	8
L1.	El cambio y el tiempo	8
	El paso del tiempo	8
	Desarrollo histórico de las calculadoras	8
	Ejercicios	11
S2.	Velocidad y aceleración	12
L1.	El movimiento de los objetos	12
	Trayectoria, desplazamiento y distancia recorrida	13
	El cambio de la posición	14
	Ejercicios	15
L2.	La velocidad y la rapidez	16
	Rapidez	16
	Ejemplos	16
	Velocidad	18
	Ejercicios	19
L3.	Gráficas que representan la velocidad (desplazamiento vs. tiempo)	22
	Gráficas de rapidez, relación distancia-tiempo	23
L4.	La aceleración como cambio de la velocidad	24
S3.	Movimiento ondulatorio	25
L1.	Ondas para ver	25
S4.	Concepto de fuerza	26
L1.	La fuerza como interacción entre los objetos	26
	¿Qué es la fuerza?	26
	La medición de la fuerza	28
	Fuerza de flotación	28
L2.	Suma de fuerzas	30
	Fuerza, magnitud y dirección	30
	Suma de fuerzas	31
	Ejercicios	33
	Fuerzas en equilibrio	36
L3.	Máquinas simples	38
	La palanca	39
	Ejercicios	40
	La rueda y el torno	42
	La polea	43
	Ejercicios	44
S5.	Leyes de Newton	47
L1.	Primera Ley de Newton	47
	La inercia	47
	La masa como medida de la inercia	49
	Primera Ley de Newton	49
	Ejercicios	50
L2.	Segunda Ley de Newton	54

L3.	Tercera Ley de Newton	54
S6.	La aportación de Newton	55
L1.	Ley de Gravitación Universal	55
L2.	Newton, vida y obra, sus aportaciones para la ciencia	55
L3.	El movimiento regular de los cuerpos del Sistema Solar: las leyes de Kepler .	55
2.		57
S7.	La energía y sus manifestaciones	58
L1.	Tipos de energía	58
	¿Qué es la energía?	58
	La energía mecánica	58
	Energía cinética	59
	Energía potencial	59
L2.	La conservación de la energía mecánica	60
	La energía se transforma	61
S8.	Los modelos en la ciencia	62
L1.	Explicación de los fenómenos de la naturaleza a partir de modelos	62
L2.	Ideas en la historia entorno a la estructura de la materia	62
L3.	Aspectos básicos del modelo cinético de partículas	62
S9.	Cambios de estado de la materia y el modelo cinético	63
L1.	Propiedades de la materia: forma, volumen, estados de agregación, compresibilidad, etcétera	63
L2.	Cambios de estado de agregación	63
S10.	Temperatura y equilibrio térmico	63
L1.	Temperatura	63
L2.	Calor y temperatura	63
S11.	Calor como energía	64
L1.	Energía térmica	64
L2.	Calor y otras formas de energía	64
L3.	Energía eléctrica y medio ambiente	64
S12.	Interacciones eléctricas	65
L1.	Fenómenos electrostáticos	65
S13.	El modelo atómico de la materia	66
L1.	Descripción macroscópica y microscópica del Universo	66
L2.	Desarrollo histórico del modelo atómico	66
L3.	Características del átomo	66
3.		67
S14.	Corriente eléctrica y magnetismo	68
L1.	Corriente eléctrica y magnetismo	68
L2.	Electromagnetismo	68
S15.	Electricidad y magnetismo: ondas electromagnéticas	69
L1.	Relación entre electricidad y magnetismo	69
L2.	Inducción electromagnética	69
L3.	Generación de ondas electromagnéticas	69
L4.	La luz visible	69
S16.	Electricidad y temperatura en sistemas biológicos	70
L1.	La física del cuerpo humano	70

S17.	Ciencia, tecnología y sociedad	71
L1.	Ciencia y tecnología aplicada a la salud	71
L2.	Ciencia y tecnología en el mundo actual	71
S18.	Física y conocimiento del Universo	72
L1.	La estructura del Universo	72
L2.	¿Cómo se estudia el Universo?	72
L3.	Los mecanismos de las estrellas	72
S19.	El Sistema Solar	73
L1.	Características y exploración del Sistema Solar	73
L2.	Origen del Sistema Solar	73
S20.	Origen y evolución del Universo	74
L1.	Teoría de la Gran Explosión	74

Aprendizajes esperados:

Analiza cambios en la historia relativos a la tecnología en diversas actividades humanas (medición, transporte, industria, telecomunicaciones) para valorar su impacto en la vida cotidiana y en la transformación de la sociedad.

L1. El cambio y el tiempo

Terminaba la década de los setenta, yo estudiaba el último grado de primaria cuando conocí ese novedoso invento: la calculadora; era una de esas que hoy llamamos básicas porque sólo hacían las operaciones de suma, resta, multiplicación y división, pero para mí y mis compañeros de grupo representaba la solución a esas largas y laboriosas multiplicaciones que el maestro nos dejaba de tarea. Uno de esos días en los que mi abuelo nos visitaba, mi padre le mostró el nuevo artefacto. Nunca olvidaré su expresión de asombro al ver cómo ese pequeño objeto resolvía, al instante, cualquier operación aritmética. Pero lo que más me sorprendió fue su pregunta: ¿Cómo hace para resolver las operaciones? No teníamos respuesta. Responde en tu cuaderno. ¿Qué inventos actuales no conocieron tus padres o tus abuelos cuando eran niños? ¿Cómo ha evolucionado la tecnología en las últimas décadas? ¿Cómo ha cambiado la vida de las personas o la sociedad a partir de los avances tecnológicos? ¿Has notado que los niños y adolescentes usan sin mayor problema teléfonos celulares, tabletas electrónicas y computadoras, pero que a las personas mayores les resulta difícil hacerlo? ¿A qué crees que se deba? ¿Qué harías para enseñar a un adulto cómo usar las nuevas tecnologías?

El paso del tiempo

¿Cómo sabemos que el tiempo pasa? Las manecillas de un reloj se mueven, los números del reloj digital cambian, la arena de un reloj cae. Los sucesos ocurren en el tiempo y nos muestran que el tiempo avanza. Hay, entonces, una relación estrecha entre el tiempo y el cambio: las cosas cambian en el tiempo y a partir del cambio sabemos que el tiempo pasa. Este cambio es continuo e inevitable, por medio de él sabemos que aunque permanezcamos estáticos, todo cambia de manera constante. Observemos a nuestro alrededor para confirmar de inmediato que las cosas cambian: hay día y noche; el Sol sale por el este y se oculta en el oeste; los seres vivos crecen y se desarrollan; muchos animales se desplazan o son capaces de mover algunos de sus órganos. Pero también se mueven las cosas inanimadas, como el aire y el agua de los ríos, incluso el agua estancada de un charco se evapora y forma nubes, que vuelven al suelo en forma de lluvia, nieve o granizo; el suelo se erosiona y la rocas se desgastan; hasta los continentes y las estrellas se mueven. Todos estos cambios y fenómenos son objeto de estudio de la ciencia en sus distintas ramas.

El ser humano se distingue de otros animales por su capacidad de modificar su entorno, de crear artefactos y herramientas para facilitar tareas o mejorar sus condiciones de vida. Este proceso lo ha logrado gracias a la tecnología, que es la aplicación de conocimientos y habilidades en el desarrollo y creación de técnicas y objetos para resolver necesidades o problemas prácticos. Veamos un ejemplo.

Desarrollo histórico de las calculadoras

Desde que el ser humano tuvo la necesidad de hacer operaciones con números, como sumas, restas, multiplicaciones, raíces cuadradas, etcétera, ideó métodos, algoritmos y artefactos que facilitaran

o agilizaran esas operaciones. Dos mil años antes de nuestra era, en Mesopotamia, se inventó el ábaco, instrumento con cuentas que se deslizan en varillas. Los antiguos matemáticos agrupaban o separaban las cuentas para resolver operaciones de suma, resta, multiplicaciones y divisiones, e incluso calculaban raíces cuadradas. En 1636 **William Oughtred (1574-1660)** inventó la regla de cálculo, que consiste en un par de regletas deslizables con escalas con las que se pueden hacer operaciones matemáticas; su uso se popularizó hasta el siglo XX debido a que eran prácticas y fáciles de transportar.



Figura 1.1: Ábaco



Figura 1.2: Regla de cálculo



Figura 1.3: Pascalina

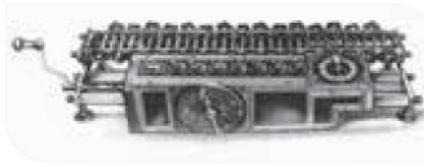


Figura 1.4: Máquina de Leibniz

Figura 1.5: Evolución de instrumentos para el cálculo.

En el siglo XVII se inventaron las primeras calculadoras mecánicas, las cuales funcionaban a base de engranes y palancas. En 1639 el matemático, físico y filósofo **Blaise Pascal (1623-1662)** creó la *Pascalina*, instrumento para sumar y restar que constaba de una serie de engranajes marcados con los números del 0 al 9; cuando un engrane daba una vuelta completa, en el siguiente engrane se sumaba una unidad. Treinta años después el matemático **Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)** construyó una calculadora similar a la Pascalina que además de sumar y restar, multiplicaba y dividía; también usaba engranes, los números para los cálculos se introducían por medio de botones y con una manivela se hacía girar todo el mecanismo. Con el paso de los años este tipo de calculadoras se fueron perfeccionando, y ya en el siglo su uso era común en las tiendas de autoservicio, incluso se fabricaron calculadoras mecánicas compactas que cabían en la palma de la mano, pero eran muy costosas. En la década de los cincuenta apareció la primera calculadora de transistores, que era del tamaño de un escritorio. A finales de los cincuenta surgieron las primeras calculadoras básicas totalmente electrónicas con precios elevadísimos, cerca de \$80,000 dólares. Fue hasta inicios de los años setenta que varias compañías produjeron calculadoras que funcionaban con pilas y a precios accesibles, las cuales se vendieron por todo el mundo. En 1973 aparecieron las calculadoras científicas, que no sólo hacían operaciones básicas, sino que calculaban raíces y potencias de distintos valores, y utilizaban funciones trigonométricas y otras más complejas las cuales estudiarás en tus cursos más

avanzados de matemáticas. A finales del siglo XX se incorporaron las celdas solares, por lo que ahora contamos con calculadoras que no necesitan baterías. Actualmente las calculadoras son capaces de resolver operaciones superiores, ecuaciones y hasta trazar gráficas. ¿Cómo se mide el tiempo?

El tiempo es una cantidad física que nos permite enmarcar el cambio y ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un presente y un futuro.

La unidad de tiempo *año* tiene su origen en el periodo que la Tierra tarda en dar una vuelta alrededor del Sol; un *día* se refiere al tiempo en que la Tierra completa una vuelta sobre su propio eje, y que antiguamente se determinaba como el tiempo que transcurría entre una y otra salida del Sol. Ya desde la Antigüedad los egipcios y sumerios dividieron el día en 24 horas, 12 para la luz diurna y 12 para la noche; la división entre minutos y segundos (figura 1.4) surgió a partir de la necesidad de medir los fenómenos celestes con más precisión, y fue en la Edad Media cuando estas últimas unidades se aplicaron para la medición del tiempo. Por cierto, la palabra **minuto**, tiene su origen en la palabra latina *minutus*, que significa *pequeño*, y **segundo** se deriva de *secundus*, que significa *el que va después del primero*, por lo que un segundo es lo que sigue en pequeñez a un minuto. Los submúltiplos del segundo, como el milisegundo y el microsegundo, se emplean para mediciones muy precisas, como en fenómenos a nivel atómico.

La unidad oficial para medir el tiempo en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el segundo (símbolo: s), pero cotidianamente utilizamos otras unidades, como minutos, horas, días, años, entre otros. Observa las equivalencias:

$$60 \text{ segundos} = 1 \text{ minuto}$$

$$60 \text{ minutos} = 1 \text{ hora}$$

$$24 \text{ horas} = 1 \text{ día}$$

$$365.256 \text{ días} = 1 \text{ año}$$

$$100 \text{ años} = 1 \text{ siglo}$$

$$5 \text{ años} = 1 \text{ lustro}$$

$$1000 \text{ años} = 1 \text{ milenio}$$

$$10 \text{ años} = 1 \text{ década}$$

También hay submúltiplos del segundo que se basan en el sistema decimal:

$$1 \text{ segundo} = 10 \text{ decisegundos}$$

$$1 \text{ segundo} = 100 \text{ centisegundos}$$

$$1 \text{ segundo} = 1000 \text{ milisegundos}$$

Ejercicios

Contesta lo siguiente:

1. ¿Cuántos meses y días has vivido desde que naciste hasta hoy?
2. ¿Cuántas horas hay en un siglo?
3. ¿Cuántos milisegundos tiene un minuto?
4. Elige la respuesta correcta.
 - a) Los seres humanos se distinguen de los animales por su capacidad de cambiar su entorno creando herramientas que le facilitan tareas o mejoran su condición de vida, a esto le llamamos ...
 Física Cultura Meditación
 - b) La herramienta más antigua que conocemos, creada para facilitar los cálculos matemáticos es ...
 El ábaco El compás La calculadora La regla de cálculo
 - c) Las primeras calculadoras como la inventada por Blaise Pascal en 1639 funcionaban a base de ...
 circuitos engranajes cuentas deslizables regletas deslizables
 - d) En 1973 apareció este instrumento capaz de realizar cálculos complejos como raíces, potencias y funciones trigonométricas.
 Ábaco Calculadora básica Calculadora científica Regletas de cálculo
5. Relaciona los siguientes elementos.
 - a) Inventor de la regla de cálculo.
 Calculadora básica
 - b) Inventor de una calculadora similar a la pascalina que podía multiplicar y dividir.
 Gottfried Wilhelm Leibnitz
 - c) Este tipo de calculadora apareció en los años cincuenta y fue totalmente electrónica con precios cerca de \$80 000 dólares.
 William Oughtred
 - d) Este tipo de calculadora resuelve operaciones con raíces y potencias de distintos valores. Apareció en 1973.
 Calculadora de transistores
 - e) Calculadora del tamaño de un escritorio.
 Calculadora científica
6. Ordena los nombres de los creadores de instrumentos de cálculo, del más antiguo al más reciente.

_____ Gottfried Leibniz
_____ William Oughtred
_____ Blaise Pascal

Aprendizajes esperados:

Comprende los conceptos de velocidad y aceleración.

L1. El movimiento de los objetos

Para describir el movimiento de un objeto, primero tenemos que describir su posición; es decir, en dónde está en cualquier momento en particular. Para ello, necesitamos primero establecer cuál es el marco de referencia del sistema que vamos a estudiar. Un marco o sistema de referencia consta de un origen, o sea, el punto desde el que se consideran las medidas de distancia, dirección, rapidez, etcétera, y de un sistema coordenado que permite determinar la escala de las medidas.

Algunos ejemplos de marcos de referencia:

- La recta numérica
- El plano cartesiano
- El Sistema Solar con origen en el Sol
- Sistema esférico terrestre con origen en el centro de la Tierra.

Observen el siguiente plano cartesiano (figura 1.6) y respondan. El largo de cada cuadrado de la retícula representa una unidad.

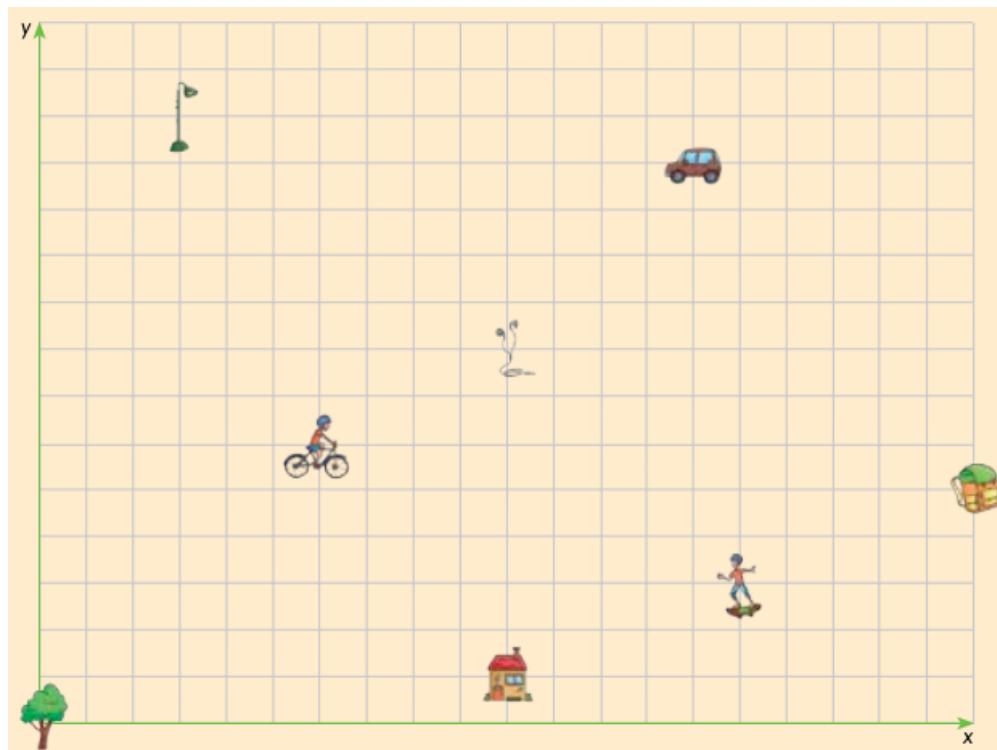


Figura 1.6

1. Considerando la posición del árbol como origen del sistema de referencia indiquen la posición de los audífonos, el carro y la mochila. Tomen el centro de cada figura para ubicar su posición

audifonos = (,)

carro = (,)

mochila = (,)

2. Consideren ahora como origen la posición del farol y señala la posición del joven con patineta, la bicicleta y la casa.

patineta = (,)

bicicleta = (,)

casa = (,)

3. ¿Qué objeto se encuentra en la coordenada (0, 7) considerando la casa como origen del sistema de referencia?

4. Si el origen es el joven con patineta, ¿qué objeto está en la coordenada (5, 2)? ¿Y en la coordenada (-5, -2)?

5. ¿Un objeto puede tener dos o más coordenadas distintas? ¿Por qué?

Trayectoria, desplazamiento y distancia recorrida

La trayectoria es la línea imaginaria que une todos los puntos por los que pasó un objeto. ¿Cuál es la relación entre el trazo que dejaron las canicas y la trayectoria que siguieron en su movimiento?

Otro concepto importante en la descripción del movimiento es la distancia, con la cual estás familiarizado desde la primaria, ya que has medido distancias, como la longitud de una recta, los lazos de figuras geométricas, tu estatura, etcétera, y para ello has usado una regla, un flexómetro o una cinta métrica. ¿Qué es entonces la distancia? La distancia es la medida de la longitud que separa dos puntos.



Figura 1.7: Mapa coordenado del tesoro

Supón que el siguiente mapa es de una isla deshabitada y tienes que seguir las indicaciones para localizar el tesoro.

1. Traza los ejes del plano cartesiano y en ellos indica los puntos cardinales. Considera la esquina inferior izquierda como el punto $(0, 0)$. Tu recorrido inicia en la playa, en la coordenada $(0, 0)$. Camina 5 pasos hacia el este, 6 hacia el norte, 15 otra vez hacia el este, 2 hacia el sur, 6 hacia el oeste, 4 hacia el sur, 10 hacia el este, 12 al norte, 13 hacia el oeste y si avanzas 2 más hacia el sur, encontrarás el tesoro. ¿Lo encontraste? (Un paso representa la distancia del lado de cada cuadro de la retícula).
2. ¿Cuál es el sistema de referencia?
3. ¿Cuál es el origen del sistema de referencia?
4. Traza en el mapa la trayectoria del movimiento.
5. Menciona el punto exacto en que se encuentra el tesoro usando coordenadas.
6. ¿Cuántos pasos recorriste para encontrar el tesoro?
7. Anota en tu cuaderno otra serie de instrucciones para llegar al tesoro y calcula cuántos pasos se recorren esta vez.
8. Si hubieras caminado en línea recta desde el punto de inicio hasta el lugar del tesoro, ¿cuántos pasos habrías dado? ¿En qué dirección habrías caminado?

El cambio de la posición

Si un objeto se mueve en relación a un marco de referencia, entonces la posición del objeto cambia. A este cambio en la posición se le conoce como desplazamiento. La palabra desplazamiento implica que un objeto se movió, o se desplazó.

El desplazamiento (Δx) se define como el cambio en la posición de un objeto. Se puede definir de manera matemática con la siguiente ecuación:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

donde:

x_f se refiere al valor de la posición final.

x_i se refiere al valor de la posición inicial.

Δx es el símbolo que se usa para representar el desplazamiento.

Ejercicios

1. Para cubrir su ruta por la ciudad un autobús se desplaza 5 km hacia el oeste, gira hacia la izquierda y recorre 3 km, da vuelta hacia el este y avanza 10 km, luego recorre 5 km al norte, de nuevo viaja hacia el este 5 km y finalmente se desplaza 2 km hacia el sur. ¿Qué distancia recorrió y cuánto mide su desplazamiento?
2. Traza el movimiento de un objeto cuyo desplazamiento coincide con su trayectoria. ¿Qué forma tiene la trayectoria?
3. Traza la trayectoria de un objeto cuya distancia recorrida sea distinta de cero, pero que su desplazamiento sea cero.
4. Si un objeto se encuentra en la coordenada (4, 5) de un plano cartesiano y dos segundos después su posición es (7, 5), ¿qué distancia recorrió en ese tiempo? Describe el desplazamiento correspondiente; las unidades están en metros.

L2. La velocidad y la rapidez

Rapidez

La rapidez es un concepto que involucra distancia (sin importar la dirección o sentido) y tiempo, y se define como el cociente entre la distancia recorrida d y el tiempo t para recorrerla, que matemáticamente se expresa como:

$$r = \frac{d}{t} \quad (1.1)$$

donde:

r es la rapidez del movimiento (medida en m/s)

d es la distancia recorrida (medida en m),

t es el tiempo de recorrido (medida en s)

Ejemplos

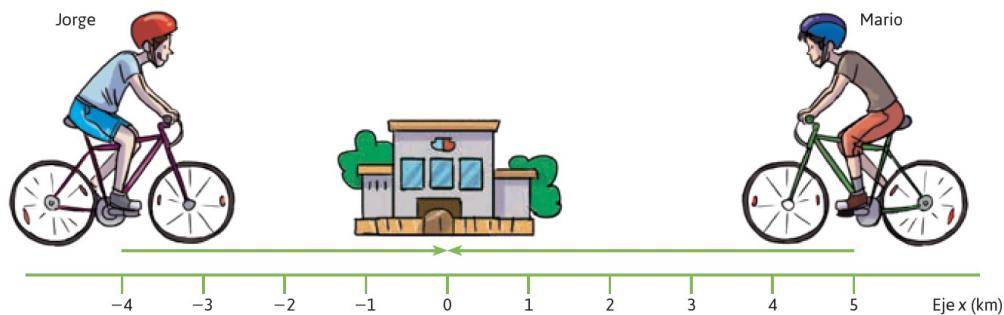


Figura 1.8: Mapa coordenado del tesoro

1. Mario y Jorge van a la escuela en bicicleta. Mario vive a 5 kilómetros de distancia al este de la escuela, y Jorge, a 4 kilómetros, pero al oeste (tal y como se muestra en la figura 1.8).

- a) Si ambos salen de sus casas a las 6:40 y llegan a la escuela al mismo tiempo a las 6:55, calcula la rapidez de Mario y Jorge a partir de la definición anterior. (Consideren que las unidades de tiempo están en horas.)

$$r_M = \frac{d}{t} = \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$r_J = \frac{d}{t} = \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- b) ¿Cómo son los cocientes de ambas operaciones?
- c) ¿Quién fue el más rápido?
- d) Calculen la rapidez para el inciso b de la actividad anterior.
- e) Cuando salieron de clase, fueron a la casa de Mario a hacer su proyecto de Ciencias. Jorge llegó en 15 minutos y Mario en 20 minutos. ¿Quién fue el más rápido? ¿Por qué?

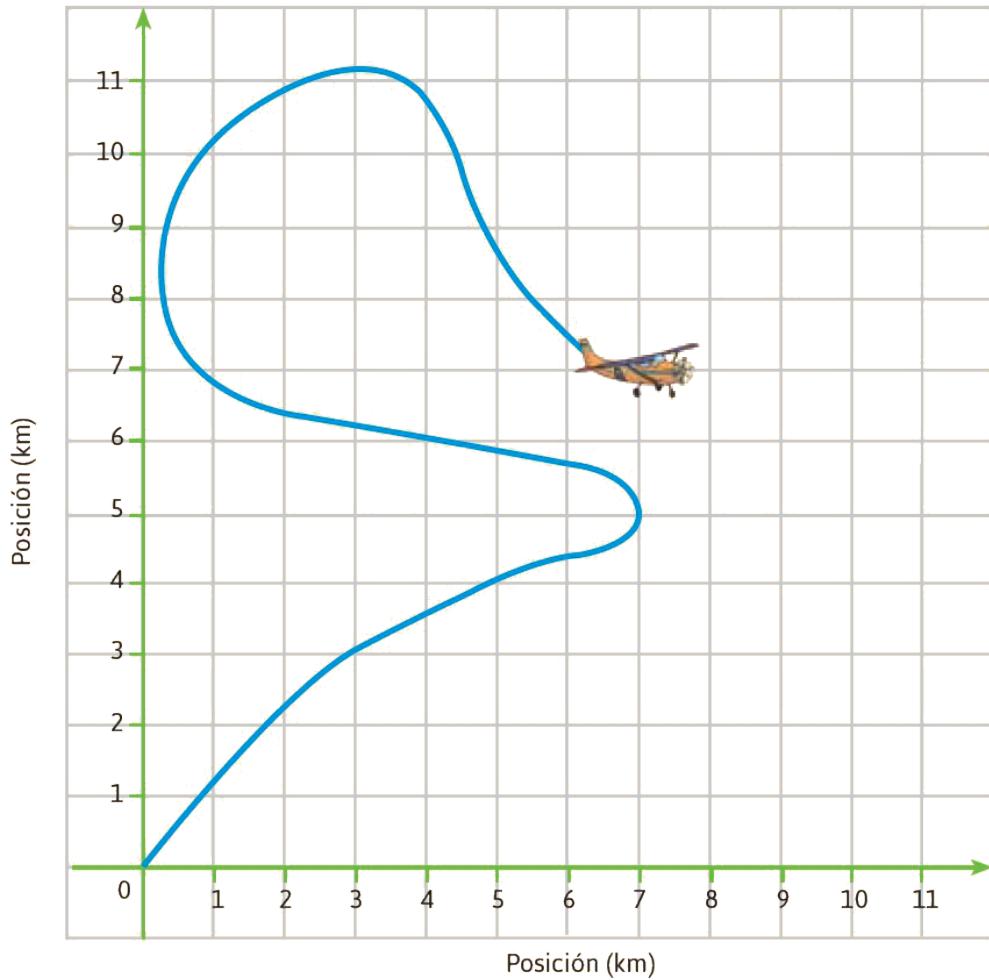


Figura 1.9: Mapa coordenado del tesoro

2. En el plano cartesiano de la figura 1.9 se muestra el movimiento de una avioneta. Obsérvala, realiza lo que se pide y responde.
- Midan la distancia recorrida.
 - Señalen en el plano el desplazamiento. ¿Cuál es su longitud?
 - Si la avioneta realizó su recorrido en 15 min, ¿cuál fue su rapidez media?
 - ¿Cuál fue la velocidad media de la avioneta?
 - Cómo determinaron la distancia que recorrió la avioneta?
 - ¿Cómo obtuvieron el desplazamiento?
 - ¿La rapidez y la velocidad de la avioneta fueron iguales o distintas? ¿Por qué?

Velocidad

La velocidad es la magnitud que relaciona el cambio en la posición de un objeto (desplazamiento) dividido entre el tiempo, y se expresa de la siguiente manera:

$$v = \frac{\Delta x}{t} \quad (1.2)$$

donde:

v es la velocidad del movimiento (medida en m/s)

d es la distancia recorrida (medida en m),

t es el tiempo de recorrido (medida en s)

La velocidad es, por tanto, el cociente del cambio de posición de un objeto y el tiempo que tarda en recorrerlo, por lo que incluye dirección y sentido. Así decimos que la rapidez de Mario es de 20 km/h y su velocidad, de -20 km/h, o de 20 km/h en dirección oeste.

Observa que las unidades de la rapidez y de la velocidad son las mismas: unidades de distancia o posición entre unidades de tiempo. En el si se emplean metros por segundo, m/s, pero también se usan múltiplos o submúltiplos de ellas; por ejemplo, en las carreteras seguramente has visto que la rapidez se indica en kilómetros por hora km/h y en algunos países de habla inglesa se señalan millas por hora, mi/h; la rapidez de la luz es de 300,000 km/s; la del sonido en el aire, de 343 m/s y la de un caracol, 1.3 cm/s. ¿Por qué piensas que se expresan en esas unidades?

Cabe mencionar que la rapidez y la velocidad de los ejemplos anteriores corresponden a la **rapidez y velocidad media o promedio**, ya que sólo se consideran tiempos y distancias totales para la rapidez, o las posiciones y tiempos iniciales y finales para la velocidad.

En el movimiento en un plano o en el espacio, la rapidez se obtiene determinando la distancia que recorre el objeto en movimiento y se divide entre el tiempo; para la velocidad hay que considerar el desplazamiento que incluye la dirección y el sentido del movimiento.

Es poco probable que la avioneta de la actividad anterior siempre se moviera con la misma rapidez: inició en reposo, después la aumentó al despegar y disminuyó al aterrizar. En este caso, la rapidez que calculaste fue la rapidez media o promedio. Conocer la rapidez de un objeto en cada momento de su trayectoria es más complicado, y se conoce como **rapidez instantánea**, ya que se refiere a un instante preciso.

Por ejemplo, si un autobús se detiene porque en su trayecto encuentra un semáforo en rojo, en ese momento su rapidez instantánea es cero. De igual manera, a la velocidad de un objeto en un momento preciso se conoce como **velocidad instantánea**.



Figura 1.10: En el movimiento circular un objeto cambia constantemente de velocidad.

Observa la figura 1.10. Si el automóvil se mueve alrededor de la glorieta con rapidez constante, ¿su velocidad también es constante? Un objeto puede moverse siempre con la misma rapidez instantánea, pero su velocidad instantánea puede cambiar; por ejemplo, un objeto que se mueve en círculos puede siempre tener la misma rapidez, pero como su dirección cambia en cada momento, su velocidad instantánea no es la misma.

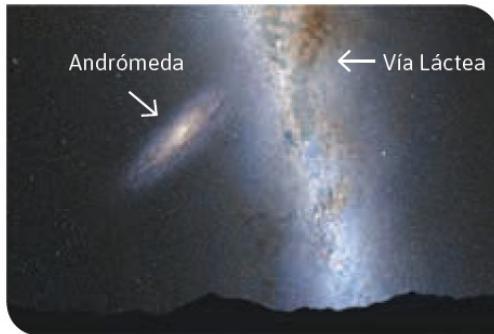


Figura 1.11: Andrómeda y la Vía Láctea vistas desde la Tierra. Si continúan moviéndose con la misma rapidez, colisionarán en 5,000 millones de años.

Al iniciar la secuencia estudiamos que en el Universo todo está en continuo cambio y movimiento, y que el movimiento depende del marco de referencia desde el que se observa. Como sabemos, la Tierra gira sobre su propio eje y completa una vuelta en 24 horas, pero además, nuestro planeta se mueve alrededor del Sol dando una vuelta cada año. Asimismo, el Sol se mueve alrededor de la galaxia, la Vía Láctea, se acerca a su vecina, la galaxia de Andrómeda con una rapidez de 468,000 km/h, (figura 1.11). Y no sólo eso, las galaxias se mueven alejándose a grandes velocidades. Una vez más cabe la pregunta: ¿nos movemos?, ¿con qué rapidez?

Ejercicios

1. Usain Bolt, atleta jamaicano considerado el ser humano más rápido del mundo, posee los récords mundial y olímpico en carreras de 100 y 200 metros planos. En el campeonato mundial de Berlín corrió los 100 metros planos en 9.58 segundos, y en los juegos olímpicos de Londres

- en 2012, en 9.63 segundos. ¿En cuál de las dos competencias fue más rápido? Justifica tu respuesta.
2. En el ciclismo, el llamado récord de la hora consiste en que el ciclista trate de recorrer la mayor distancia posible en ese tiempo. En enero de 2016, la ciclista australiana Bridie O'Donnell recorrió 46882 m y en febrero del mismo año la estadounidense Evalyn Stevens, 47,980 m también en una hora. ¿Quién fue la más rápida? Explica.
 3. En una zona terrestre representada en un mapa mediante un plano cartesiano donde la dirección del eje de las x coincide con la dirección este-oeste, y la del eje de las y, con la dirección norte-sur, a las 10:39 hrs un camión se encontraba en la coordenada (20, 20), y a las 11:45 hrs en la posición (60, 60). Considera que las unidades están en kilómetros y realiza lo siguiente.
 - a) En tu cuaderno traza un plano cartesiano y, con una escala adecuada, ubica la posición inicial y final del camión.
 - b) Señala el desplazamiento y estima la distancia recorrida a partir de la escala.
 - c) Determina la rapidez con la que el camión se movió desde la posición inicial hasta la posición final.
 - d) Describe la velocidad del camión utilizando los puntos cardinales.
 4. Si la circunferencia de la Tierra es de 40,075 km, ¿con qué rapidez se mueve una persona que se encuentra sobre el ecuador?
 5. Nuestro planeta se mueve en una órbita casi circular de aproximadamente 150,000,000 km alrededor del Sol. ¿Cuál es su rapidez de traslación?
 6. Un avión supersónico puede volar con una rapidez de 1,225 km/h. ¿Qué distancia recorrería con esa rapidez en 12.5 h?
 7. Una nave espacial se desplaza con una rapidez de 40,300 km/h. ¿Cuánto tiempo tardaría en llegar a la estrella Próxima Centauri que está a una distancia aproximada de 9 461 000 000 000 km?
 8. Próxima Centauri es la estrella más cercana a nosotros después del Sol. Si la humanidad se aventurara en viajar a ella, ¿cuántas generaciones tendrían que pasar para llegar? Considera 70 años para cada generación.
 9. La rapidez máxima posible en el Universo es la velocidad de la luz, que es cercana a los 300,000 km/s. Si un rayo de luz del Sol tarda casi 8 minutos con 19 segundos en llegar a nuestro planeta, ¿cuál es la distancia de la Tierra al Sol?
 10. En sus últimas vacaciones, Raúl y su familia decidieron hacer un viaje en carretera. Primero fueron a la ciudad de Querétaro. El viaje fue de 300 km y lo completaron en 3 horas. Posteriormente viajaron a Monterrey, que se encuentra a 700 km, y les tomó 5 horas llegar ahí.
 - a) ¿Cuál es el valor de su velocidad media en la primera etapa de su viaje?
 - b) ¿Cuál es el valor de su velocidad media en la segunda etapa?
 - c) ¿Cuál es el valor de su velocidad media en todo el viaje?
 11. Indica si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas:

- a) La velocidad y la rapidez se miden en unidades distintas.
 Verdadero Falso
- b) No es lo mismo desplazamiento que trayectoria.
 Verdadero Falso
- c) La rapidez tiene dirección y sentido.
 Verdadero Falso
- d) La velocidad es el cociente del cambio de posición de un objeto y el tiempo que tarda en recorrerlo.
 Verdadero Falso

L3. Gráficas que representan la velocidad (desplazamiento vs. tiempo)

En la siguiente tabla 1.1 se registran los datos de desplazamiento y tiempo de Relámpago y Arabela, dos caballos de carreras, durante una competencia en un tramo recto. Los desplazamientos se miden desde el lugar de salida que corresponde al origen.

Desplazamiento (m)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Tiempo Relámpago (s)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
Tiempo Arabela (s)	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0

Tabla 1.1: Datos de desplazamiento y tiempo de Relámpago y Arabela.

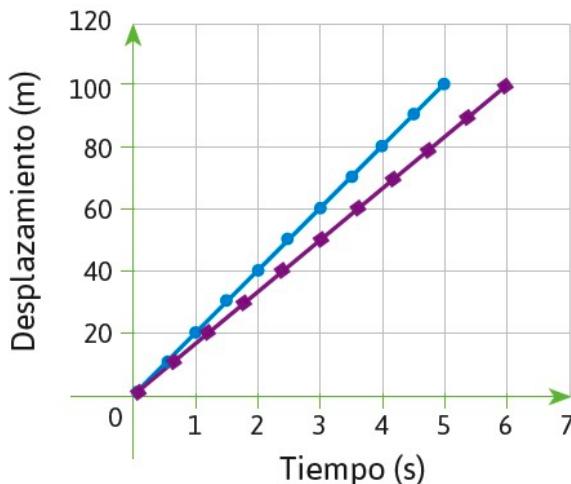


Tabla 1.2: Gráfica de desplazamiento y tiempo de Relámpago y Arabela.

La gráfica 1.2 muestra los datos de la tabla. Analízala responde en tu cuaderno.

1. ¿Cuál gráfica representa el movimiento de Relámpago?, y ¿cuál el de Arabela? ¿Cómo lo supieron?
2. Si la pista de carreras mide 100 m de largo, ¿cuál de los dos caballos fue el ganador? ¿Cómo lo saben?
3. Explica con tus propias palabras qué significa que las gráficas que relacionan desplazamiento y tiempo en la carrera de Relámpago y Arabela sean líneas rectas.

Gráficas de rapidez, relación distancia-tiempo

En el siglo XVII, **René Descartes (1596-1650)** (figura 1.12) ideó los *planos cartesianos*, que ya utilizamos en la primera lección de esta secuencia, los cuales facilitan el estudio de las gráficas.

Las gráficas son valiosas herramientas porque permiten representar las relaciones entre dos grupos de datos, como los de desplazamiento y tiempo del ejemplo anterior. En el eje horizontal, o de las x , ubicamos los valores del tiempo, y en el eje vertical, o de las y , los datos de desplazamiento. Así, a cada par ordenado de posición y tiempo de cada caballo le corresponde un punto en la gráfica.

Observa que en la tabla 1.1 los datos de desplazamiento de Relámpago y Arabela aumentan de manera proporcional a los del tiempo; si el tiempo aumenta al doble, de 0.5 s a 1.0 s, la distancia con respecto a la línea de salida que recorre Relámpago también aumenta al doble, de 10 m a 20 m; si el tiempo aumenta al triple, de 0.5 s a 1.5 s, la distancia también se incrementa al triple, de 10 m a 30 m, y, como has visto en tu curso de Matemáticas 1, esto significa que se trata de una relación de proporcionalidad directa.

La gráfica de la relación entre desplazamiento y tiempo de cada caballo se representa por una línea recta que pasa por el origen, lo cual también significa que se trata de una relación de proporcionalidad directa.

Verifica que, si multiplicas la constante de proporcionalidad por los valores de tiempo, obtienes los de desplazamiento. ¿Esta relación se cumple para cualquier intervalo? Compruébalo.

Observa que la constante de proporcionalidad corresponde a la velocidad. Si la velocidad de un móvil no cambia en todo su recorrido, se dice que se mueve con velocidad constante y su representación gráfica es una línea recta. Existe una relación entre la inclinación y la velocidad: a mayor inclinación, mayor velocidad y a menor inclinación, menor velocidad. ¿A quién corresponde la gráfica más inclinada, a Relámpago o a Arabela?

Hasta el momento hemos considerado desplazamiento de los caballos y tiempo y los hemos relacionado con la velocidad, pero también podemos tener en cuenta sólo valores de distancia y tiempo que, como sabes, se relacionan con la rapidez.

Considera la siguiente situación. Un objeto se mueve en línea recta como se indica en la tabla 1.3.



Figura 1.12: René Descartes, destacado matemático, físico y filósofo francés, entre cuyos principales aportes está haber relacionado la geometría con el álgebra.

Posición (m)	10	8	6	4	2	0
Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5

Tabla 1.3

L4. La aceleración como cambio de la velocidad

S3 Movimiento ondulatorio

L1. Ondas para ver

Aprendizajes esperados:

- Describe, representa y experimenta la fuerza como la interacción entre objetos y reconoce distintos tipos de fuerza.
- Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, flotación, fuerzas en equilibrio).

L1. La fuerza como interacción entre los objetos

Inicio

Levitar, es decir, elevarse en el aire, ha sido uno de los actos que más han fascinado al ser humano, desde aquellas leyendas de alfombras voladoras en las historias de *Las mil y una noches* hasta los trucos de los *magos* que aún despiertan la admiración de cientos de espectadores.

1. ¿Realmente es posible la levitación?
2. ¿Qué fuerzas se deben vencer para levantar un objeto?
3. ¿Por qué caen las cosas?
4. ¿Cómo harías levitar un objeto? Propón un truco y preséntalo ante el grupo; después explica cómo logra levitar.

¿Qué es la fuerza?

La palabra *fuerza* se utiliza en distintas situaciones cotidianas; por ejemplo, Gerardo dice que debe asear la casa *a fuerza*, porque prefería ver el futbol; Angélica afirma que ella y Enrique están unidos por la *fuerza* del amor, pero Jimena opina que es más bien por la *fuerza* de la costumbre, y muchos dicen que doña Agustina es atemorizante porque tiene un carácter *fuerte*. Esta palabra también permite describir lo que se hace en relación con los objetos: a quien puede cargar bultos de 100 kg merece que lo llamemos *fuerte*, y logramos romper algo si lo golpeamos, empujamos, jalamos o lanzamos con la fuerza suficiente.

En física este término se utiliza de un modo especial; decimos, por ejemplo, que para mover un objeto pesado, como un auto, hay que aplicar mucha fuerza; en cambio, para mover un objeto ligero, por ejemplo un globo, afirmamos que no se necesita mucha fuerza. Igualmente decimos que para aplastar una lata se necesita de tanta fuerza que sólo una persona muy fuerte puede hacerlo; en cambio, para deformar un poco de plastilina no se requiere gran fuerza.

En la secuencia 1 vimos que las cosas cambian; sin embargo, no lo hacen por sí solas, sino por su interacción con otras. Así, una persona empuja su auto descompuesto para moverlo, el agua de una olla puesta al fuego hierva, las ramas de los árboles se mueven con el viento, un globo inflado con helio se eleva, un florero cae al suelo y se rompe.

¿Se te ocurren otros ejemplos?

¿Es necesario que los objetos estén en contacto para que interactúen?



Figura 1.13: La fuerza magnética actúa a distancia.



Figura 1.14: Los cuerpos caen debido a la fuerza de gravedad que actúa a distancia.

Si el estado de movimiento del objeto se modifica al caer, entonces hay una fuerza actuante. ¿Esa fuerza es de contacto o a distancia? ¿Por qué? La fuerza que hace caer a los objetos es la misma que mantiene a la Tierra y a los planetas girando alrededor del Sol y recibe el nombre de **fuerza de gravedad**, que estudiarás más adelante. El peso de los objetos es la medida de esa fuerza.

En física se distinguen dos tipos de interacciones: por **contacto** y a **distancia**. Las primeras, también llamadas **mecánicas**, ocurren si los cuerpos que interactúan entran en contacto físico: cuando se jala, arrastra, empuja, sopla, etcétera, un cuerpo. En las interacciones a distancia no es necesario que los objetos involucrados estén en contacto. Todos los objetos interactúan entre sí, es decir, se afectan mutuamente: si jalas algo, sientes un *jalón* del objeto; cuando dos autos chocan, ambos cambian su estado de movimiento y su forma: se detienen o cambian su velocidad, la lámina se comprime, el parabrisas se estrella, etcétera.

Una **fuerza** es una interacción entre dos o más objetos y se caracteriza por su capacidad de cambiar la forma, el tamaño o el movimiento del objeto sobre el cual se aplica; por ejemplo, cuando comprimes una pelota puedes modificar su forma; si aprietas suficiente, quizá logres desinflarla y cambiar su tamaño, y con un golpe podrás modificar su movimiento.

Es evidente quién o qué ocasiona las interacciones por contacto, en cambio, en las interacciones a distancia, si no contamos con los conocimientos previos al respecto, no siempre es fácil saber quién o qué genera el cambio en los objetos. Así, un alfiler se mueve si le acercamos un imán; este es un ejemplo de interacción magnética a distancia (figura 1.13), mientras que el papel y el globo de la actividad anterior mostraron un caso de interacción electrostática a distancia (en la unidad 2 estudiaremos más sobre los fenómenos relacionados con la electricidad y el magnetismo).

Seguramente has experimentado que al soltar un objeto desde cierta altura éste cae al suelo. ¿Con qué interactúa el objeto para provocar su movimiento de caída?

Algunas preguntas para reflexionar:

La medición de la fuerza

¿Cómo podemos medir una fuerza? ¿De qué manera sabemos cuándo se ha aplicado una fuerza y su magnitud? Medir la magnitud de una interacción por su efecto en los objetos indica qué tan grande o pequeña es la fuerza aplicada. En otras palabras, la magnitud de una fuerza está estrechamente relacionada con los cambios (en el movimiento o la forma) que provoca en los cuerpos sobre los que se ejerce: el cambio es el efecto de aplicar una fuerza. Esta propiedad se aprovecha por los dinamómetros. Por ejemplo, algunos utilizan resortes que se estiran o comprimen a la aplicar una fuerza. La magnitud de la deformación indica la fuerza aplicada.

En este momento cabe aclarar que **masa** y **peso** no son lo mismo, la masa es la cantidad de materia que tiene un objeto. Pero existe una relación muy estrecha entre masa y peso: un objeto con más masa es más pesado que uno con menos masa. La masa y el peso son cantidades proporcionales y por eso en la vida cotidiana utilizamos estos conceptos de manera indistinta. En estricto sentido, un dinamómetro no mide la masa, sino el peso de los objetos, es decir, la magnitud de la fuerza. Las unidades de fuerza son los **newtons (N)** (que estudiaremos más adelante). La fuerza que ejerce una masa de 1 kilogramo se conoce como kilogramo-fuerza y equivale a 9.8 N.

Fuerza de flotación

¿Alguna vez has tratado de sumergir una pelota en una tina con agua? ¿Se sumerge fácilmente una piedra en un estanque? ¿Dónde desciende más rápido una piedra, en el aire o en el agua?

a $E < P$



Todos los objetos sumergidos en algún fluido experimentan una fuerza ascendente. Esta fuerza es la causa de que algunos objetos floten, por lo que se conoce como fuerza de flotación.

b $E = P$



En el siglo III a. n. e. **Arquímedes de Siracusa (287 a. n. e.-212 a. n. e.)**, un matemático griego, descubrió que *todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical igual al peso del volumen del fluido desalojado por el objeto*, a esta afirmación se le conoce como principio de Arquímedes.

c $E > P$



Por tanto, en todo cuerpo sumergido en un fluido, actúan dos fuerzas principalmente: su propio peso y la fuerza de empuje, y dependiendo de la magnitud de éstas se presentan 3 situaciones: si el peso es mayor que el empuje, el cuerpo se hunde (figura 1.15a); si el peso y el empuje son iguales, el cuerpo no se hunde ni emerge (figura 1.15b); si el empuje es mayor que el peso, el objeto flota (figura 1.15c).

El principio de Arquímedes aplica en todos los fluidos, no sólo en líquidos o en el agua. ¿Por qué un globo de helio se eleva?

Figura 1.15: Cuerpo sumergido en un fluido. E es la fuerza de empuje y P representa su peso.

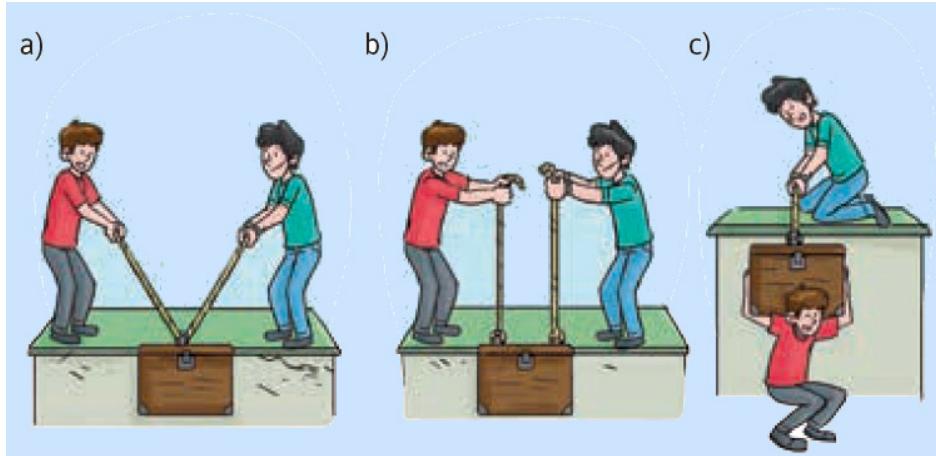
Cierre

Regresa a la situación de la sección Inicio.

1. ¿Qué fuerzas debe vencer un objeto para levitar?
2. Consideras que es posible la levitación? ¿Por qué?
3. ¿Lograste hacer levitar un objeto? ¿Cómo lo hiciste? Explica a tus compañeros su funcionamiento.
4. Al final en grupo validen sus respuestas y arguméntenlas.

L2. Suma de fuerzas

Inicio



Checo y Manolo deben subir un baúl a la azotea de la manera que les implique el menor esfuerzo y han imaginado las soluciones que se muestran a continuación. Analicen en parejas las propuestas suponiendo que Checo y Manolo tienen la misma fortaleza física y respondan.

1. En su opinión, ¿cuál de las soluciones requiere menor esfuerzo de Checo y Manolo?, ¿cuál requiere mayor esfuerzo? ¿Por qué?
2. ¿Creen que algunas de estas soluciones son equivalentes, es decir, que necesitan el mismo esfuerzo de Checo y Manolo? ¿Cuáles serían? ¿Por qué?

Fuerza, magnitud y dirección

En la lección anterior vimos que una fuerza puede deformar un cuerpo o modificar su estado de movimiento. Imagina que eres el delantero estrella de tu equipo de fútbol y estás por cobrar el penalti que es la última oportunidad de ganar el partido. Dejando a un lado tu estado de ánimo, tu aplomo y la habilidad del portero, ¿de qué depende que logres meter el gol? La respuesta se refiere propiamente a la física involucrada en esta acción: la fuerza.

Si pateas con mucha fuerza, el balón se moverá con gran rapidez y al portero le resultará más difícil detenerlo o desviarla; en cambio, si pateas con poca fuerza, será menor la rapidez con la que salga disparado y el portero podría detenerlo más fácilmente. Este *tamaño* o intensidad de la fuerza se llama magnitud y se expresa con una cantidad numérica. Por otro lado, es fácil imaginar la dirección que seguirá el balón: si lo pateas a la derecha, saldrá disparado a la derecha; si lo pateas hacia la izquierda, se moverá en esa dirección. ¿Cómo representarías de manera gráfica estos elementos de la fuerza: magnitud y dirección? A diferencia de otras cantidades, como la temperatura o la distancia, que se expresan con una cantidad numérica, la fuerza requiere indicar la magnitud y la dirección, como en el caso del desplazamiento y la velocidad. Así, la fuerza se representa gráficamente con una flecha cuya longitud, en una escala adecuada, es proporcional a la magnitud de la fuerza, y su dirección y su sentido coinciden con la dirección y el sentido de la fuerza.

Suma de fuerzas

El concepto de fuerza, como hemos visto, se usa en física para describir la interacción entre dos cuerpos, pero es común que un cuerpo interactúe con más de uno a la vez; cuando varias fuerzas actúan sobre un mismo objeto se dice que forman un sistema de fuerzas.

¿Cómo podemos saber el efecto que tendrán varias fuerzas sobre un cuerpo en particular? Es posible averiguarlo si sumamos las fuerzas considerando sus respectivas magnitudes y direcciones. En la actividad anterior observaron el cambio del movimiento del aro metálico al aplicarle distintas fuerzas. ¿En qué dirección y sentido se movió el aro al colocar un objeto en el vaso? ¿En qué dirección y en qué sentido se aplicó la fuerza? ¿Cómo la representaron? ¿Cómo representaron la fuerza aplicada cuando colocaron dos objetos en el vaso? ¿Qué semejanzas y diferencias observan entre las representaciones anteriores?

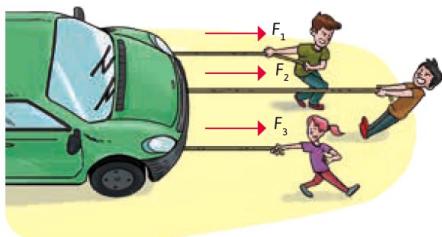


Figura 1.16: Las fuerzas que actúan en la misma dirección y sentido se conocen como colineales.

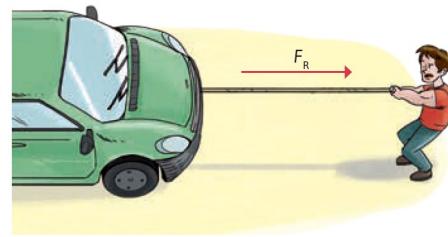


Figura 1.17: La fuerza resultante equivale a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto.

Observa la figura 1.16, donde las tres flechas representan las fuerzas con que los chicos jalan el coche; la dirección y el sentido de cada flecha están determinados por la orientación y el tiro de la cuerda correspondiente, y la longitud de cada flecha muestra la magnitud de la fuerza aplicada.

Si lo piensas un poco, podrás concluir que un hombre de gran fortaleza física, con una cuerda lo suficientemente resistente, lograría el mismo efecto que los tres chicos juntos, pero aplicando una sola fuerza; es decir, el efecto de esa única fuerza equivaldría a las tres que aplican los chicos. ¿Qué longitud y dirección debe tener la flecha que representa la fuerza del hombre fuerte? En el diagrama de la figura 1.18 se representan las fuerzas de los tres chicos. Obsévala y reflexiona.

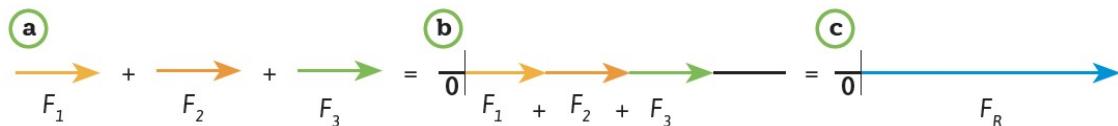


Figura 1.18: Suma de fuerzas.

Como las tres fuerzas actúan en el mismo sentido, las tres tienen la misma dirección y las tres contribuyen al movimiento del auto, así que la fuerza total aplicada es la suma de las tres fuerzas (inciso b). Sin embargo, la fuerza del hombre fuerte equivale a la de los tres chicos, por lo que su magnitud es igual a la suma de las tres anteriores y la dirección es la misma que la de las fuerzas de los tres chicos. A la fuerza equivalente a la suma otras fuerzas se le conoce como **fuerza resultante** (**FR**).

Cuando sobre un objeto en reposo actúan dos o más fuerzas en sentidos opuestos, es posible que el objeto no se mueva. Esto ocurre si se anulan los efectos de las fuerzas, es decir, si la fuerza resultante es 0 N, o puede ocurrir que el objeto se mueva de acuerdo con la magnitud y dirección de la fuerza resultante.

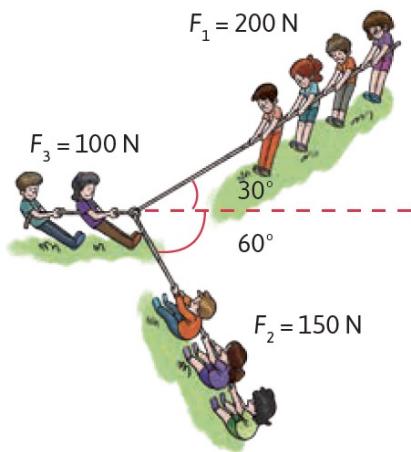


Figura 1.19: Juego de tirar de una cuerda.

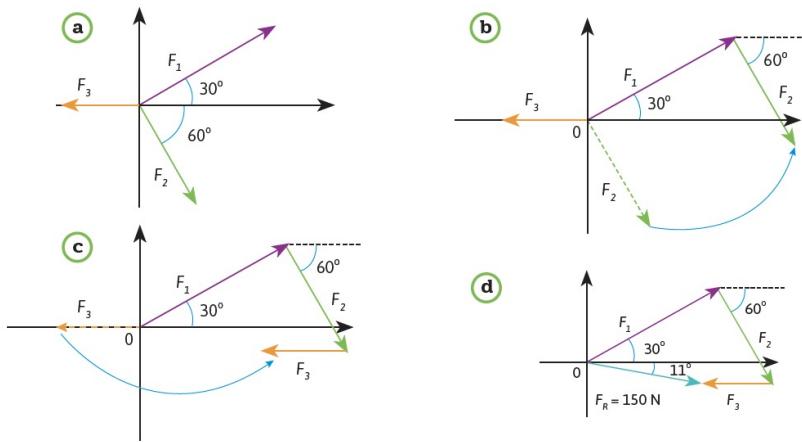


Figura 1.20: Representación gráfica de las fuerzas y su resultante.

Observa la figura 1.19. ¿El pañuelo se moverá si cada chico jala con una fuerza de 50 N?, ¿hacia dónde? Observa que las fuerzas no están orientadas en la misma dirección y no son precisamente contrarias, pero en este caso también podemos hallar la suma de las fuerzas mediante un diagrama. Para ello ubicamos nuestro sistema de fuerzas sobre un plano cartesiano y tomamos la posición inicial del pañuelo como origen del sistema de referencia. Los ángulos que se muestran se han medido respecto al eje horizontal.

La figura 1.20 muestra las flechas que representan la fuerza de cada grupo de niños, la cual se obtiene al sumar las fuerzas que aportan los integrantes del grupo; esto nos da: 100 N, 150 N y 200 N. Recuerda que todas las flechas se dibujan con la misma escala, de modo que la longitud de cada una indica la magnitud de la fuerza que representa.

¿Cómo sumamos estas fuerzas? Procederemos de modo similar al caso de las fuerzas colineales, recordando que las fuerzas no cambian sus efectos si se desplazan paralelamente, es decir, sin alterar su longitud, dirección y sentido.

Dejamos fija la flecha que representa la fuerza $F_1 = 200 \text{ N}$ y desplazamos las otras dos flechas de manera que una inicie donde termina la anterior, como muestra la figura 1.19. La flecha que va del inicio de F_1 hasta la punta de F_3 representa la fuerza resultante, F_R . Dado que esta fuerza no es cero, podemos concluir que el pañuelo se moverá en la dirección y sentido de la fuerza resultante. Al medir con una regla y un transportador sobre el diagrama de la figura 1.33d encontramos aproximadamente que $F_R = 150 \text{ N}$ y forma un ángulo de 11° por debajo del lado positivo del eje horizontal. Podemos decir que el movimiento del pañuelo sería el mismo si sólo se aplicara una fuerza de 150 N en un ángulo de 11° por debajo del sentido positivo del eje horizontal. Este procedimiento para sumar fuerzas se conoce como método del polígono, por la forma que se describe al acomodar los vectores.

Ejercicios

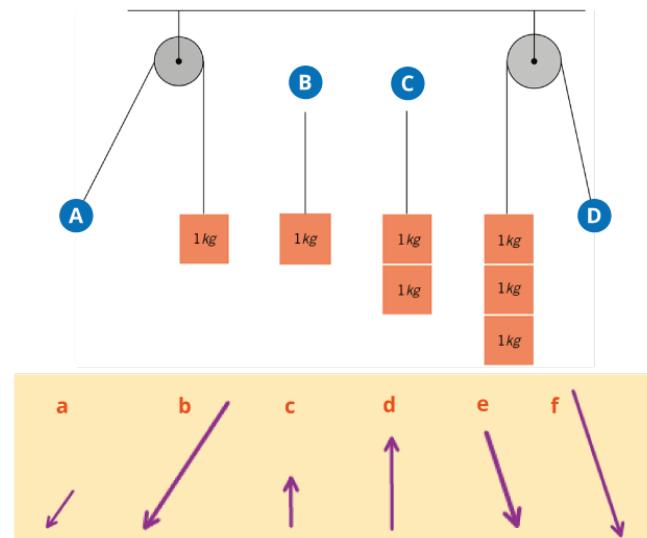
Lee las preguntas y elige los vectores que representan la fuerza necesaria para equilibrar cada sistema. En las figuras, todos los bloques son iguales y las poleas tienen masa despreciable (no pesan).

■ Problema 1

- Supón que los tres chicos que jalan el coche lo hacen con una fuerza de 70 N, 35 N y 52.5 N, respectivamente, y que éstas son las únicas fuerzas que actúan. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza resultante?
- Observa las imágenes de la derecha y responde. Si cada chico jala con una fuerza de 50 N, todas las fuerzas actúan horizontalmente y no se consideran otras fuerzas, ¿hacia dónde se mueve el pañuelo en cada caso?
- Establece un procedimiento para sumar fuerzas que actúan en la misma dirección, ya sea en igual o diferente sentido.

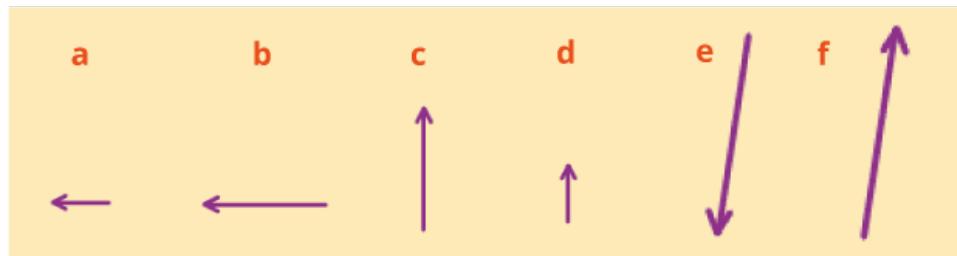
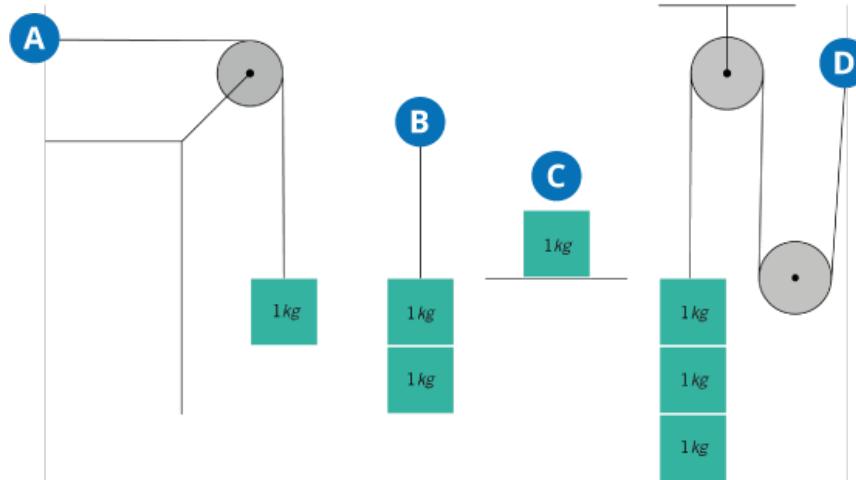


■ Problema 2



- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema A?
 a b c d e f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema B?
 a b c d e f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema C?
 a b c d e f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema D?
 a b c d e f

■ Problema 3



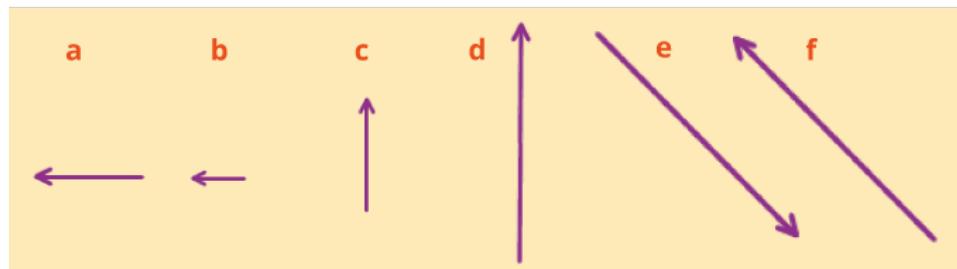
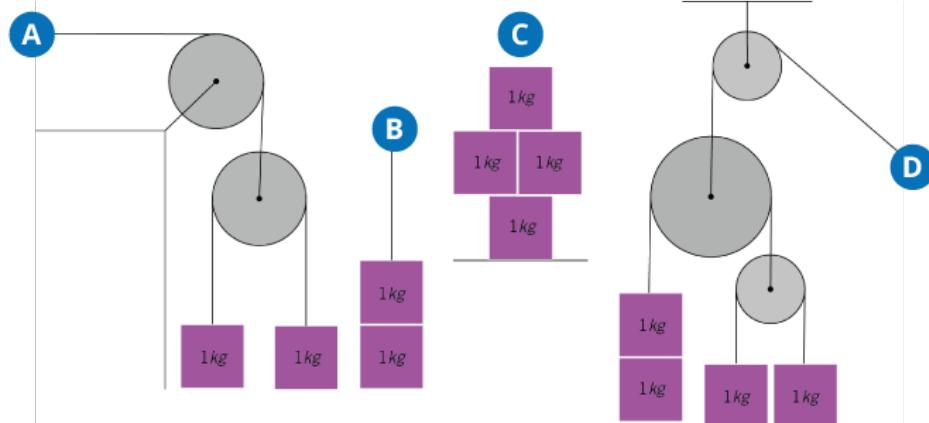
1. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema A?
 a b c d e f

2. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema B?
 a b c d e f

3. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema C?
 a b c d e f

4. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema D?
 a b c d e f

■ Problema 4



1. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema A?
 a b c d e f

2. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema B?
 a b c d e f

3. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema C?
 a b c d e f

4. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema D?
 a b c d e f

Fuerzas en equilibrio

¿Cómo fue la fuerza resultante que calcularon en el inciso a de la actividad anterior? Cuando un cuerpo se encuentra en reposo, es decir, sin movimiento, significa que el resultado de la suma de fuerzas que actúan sobre él es igual a cero: se anulan mutuamente. Y si usamos el método del polígono para sumarlas podemos ver que la fuerza resultante es nula; es decir, el inicio de la primera flecha y la punta de la última coinciden en el mismo punto; cuando esto sucede se dice que las fuerzas están en equilibrio.

Más adelante verás que cuando las fuerzas que actúan sobre un objeto están en equilibrio, pueden ocurrir dos cosas en cuanto al movimiento del objeto: que permanezca en reposo o que se mueva con velocidad constante.

Cierre

Volvamos a la situación inicial y supongamos que Checo y Manolo aplican cada uno una fuerza de 400 N, y que el baúl pesa 700 N.

1. Si en la primera imagen de la situación de Inicio el ángulo que ambas cuerdas hacen con la horizontal es de 45° , ¿es posible que suban el baúl?
2. ¿Es posible hacerlo según muestran las imágenes b) y c)? ¿En cuál se aplica mayor fuerza?
3. Argumenta tus respuestas a las preguntas de la situación inicial.

Con base en tu entendimiento de las fuerzas, contesta las siguientes preguntas argumentando tu respuesta.

1. ¿Cómo identificas cuando un cuerpo cambia su estado de movimiento?
2. ¿Qué origina que un cuerpo cambie el estado de movimiento del punto anterior?
3. ¿Cómo es la interacción de tu pie con un balón cuando lo pateas? Menciona su tipo de interacción.
4. ¿Qué pasa cuando acercas un imán a unos alfileres? Menciona su tipo de interacción.
5. ¿Por qué es más fácil mover un objeto más pequeño que uno más grande?
6. ¿Cómo interactúa el viento con distintos objetos y cómo cambian su estado de movimiento?
7. ¿La interacción entre los planetas del sistema solar es un ejemplo de interacción a distancia o por contacto?
8. Describe un ejemplo donde exista interacción mecánica.
9. Describe un ejemplo donde exista interacción eléctrica.
10. Describe un ejemplo donde exista interacción magnética.
11. Describe un ejemplo donde exista interacción gravitacional.
12. Observa la imagen de la figura 1.21 y responde.

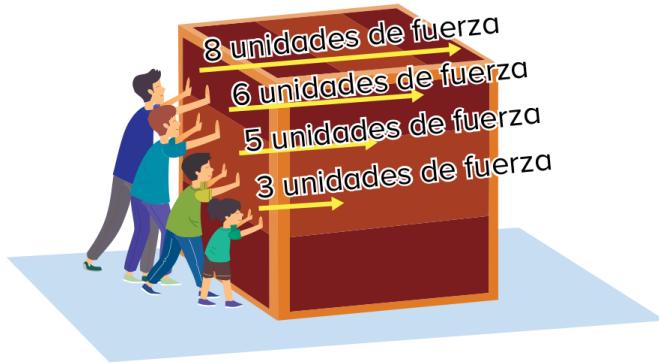


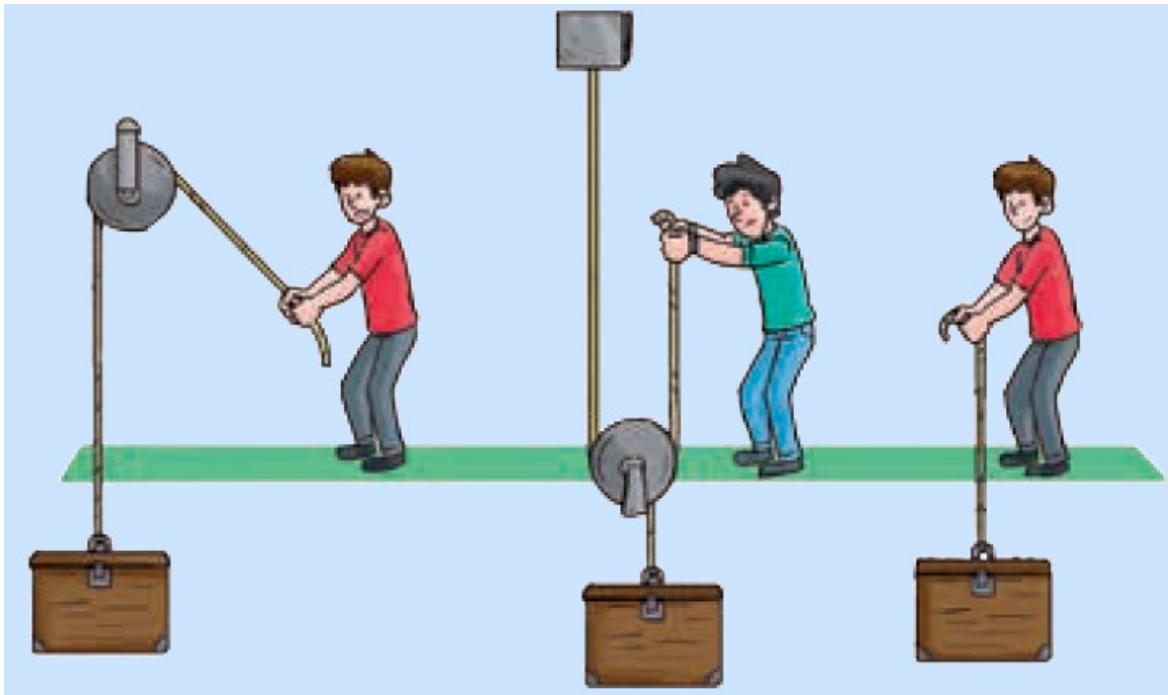
Figura 1.21: Cuatro personas ejerciendo fuerzas sobre una caja.

- a) ¿Cómo es la magnitud de las fuerzas que se aplican sobre la caja? ¿Cuál de las cuatro personas aplica una fuerza mayor y quien aplica una fuerza menor?
 - b) ¿En qué dirección se aplican las fuerzas?
13. ¿Cuál es la importancia de representar la fuerza mediante flechas?

L3. Máquinas simples

Inicio

Checo y Manolo aún tienen el problema de subir un baúl a la azotea, y han ideado las soluciones que se muestran a continuación. ¿Cuál creen que les implica menor esfuerzo?



1. Analiza las propuestas con un compañero y justifiquen sus respuestas.
2. ¿Consideras que son coherentes y lógicas? ¿Cómo podrían comprobar quién tiene la respuesta correcta?

La gran pirámide de Keops, en Egipto, es considerada una de las siete maravillas del mundo antiguo; fue construida alrededor del año 2570 a. n. e., y su base, casi cuadrada, mide aproximadamente 230 m por lado con una altura original de 146.50 m. Está construida con bloques de piedra cuyo peso en promedio es de 2500 kg; las de la base son más grandes y pesadas, cerca de 15 toneladas, y las de la parte superior pesaban entre 500 kg y 1000 kg. ¿Cómo pudieron los antiguos constructores transportar, elevar y colocar estas enormes rocas para formar esa colosal obra?

Desde la Antigüedad, filósofos, historiadores y constructores especularon distintas posibles técnicas para el logro de estas impresionantes construcciones, y en general coinciden en una respuesta: el uso de máquinas simples.

Las máquinas simples se clasifican en seis tipos: palancas, ruedas, plano inclinado, tornos y ruedas, tornillo y cuña. En la siguiente infografía *Máquinas simples* (figura 1.25) encontrarás una descripción de ellas.

La palanca

Una palanca es una máquina simple que consta de los elementos que muestra la figura 1.22.

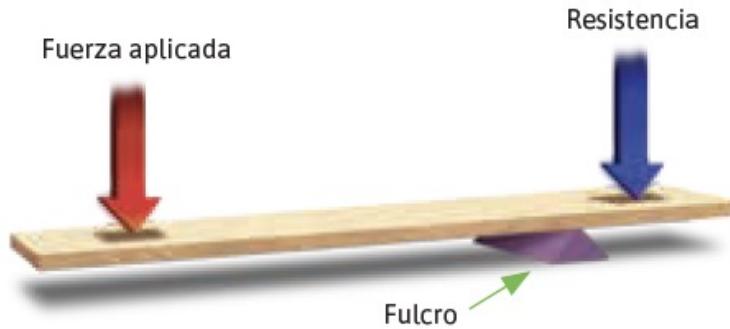


Figura 1.22: Elementos de una palanca.

En las palancas se cumple la siguiente relación:

$$F \times d_F = R \times d_R \quad (1.3)$$

, donde R es la resistencia, es decir, la fuerza que se quiere vencer; F es la fuerza aplicada; d_F , la distancia del fulcro (punto de apoyo de la palanca) al punto de aplicación de la fuerza, y d_R , la distancia del fulcro al punto de aplicación de la resistencia.

Las palancas se clasifican en diferentes tipos dependiendo de la ubicación del fulcro, la resistencia y el punto de aplicación de la fuerza.

Tipo	Descripción	Esquema	Ejemplo
1	El fulcro se encuentra entre la resistencia y el punto de aplicación de la fuerza.		
2	La resistencia se ubica entre el fulcro y el punto de aplicación de la fuerza.		
3	El punto de aplicación de la fuerza se encuentra entre el fulcro y la resistencia.		

Figura 1.23: Tipos de palancas.

En el cuerpo humano también se presentan los tres tipos de palancas, en particular en el sistema locomotor.

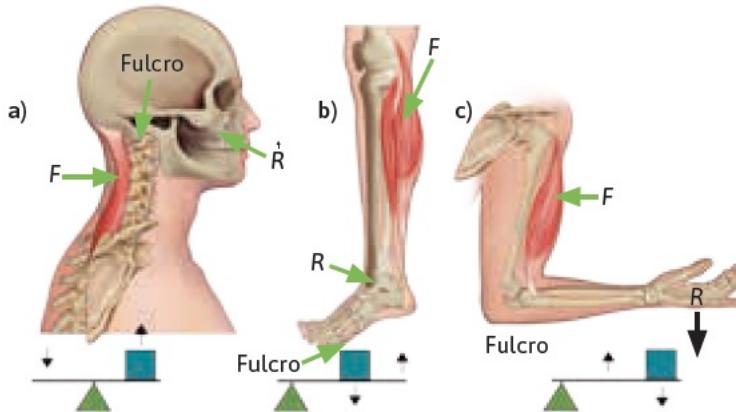


Figura 1.24: Elementos de una palanca.

Ejercicios

1. ¿Qué fuerza se debe aplicar a una caja de 100 N de peso para subirla a un templete a una altura de 80 cm si se usa una rampa de 240 cm?
2. Se necesita subir una carga de 500 kg (4900 N) a una altura de 1.5 m deslizándola sobre una rampa inclinada, ¿qué longitud debe tener la rampa si sólo se puede aplicar una fuerza de 1633.33 N?
3. ¿Qué relación existe entre el plano inclinado y la cuña?
4. Analiza la infografía de la figura 1.25 y responde.
 - a) ¿Qué tareas o trabajos se pueden realizar con máquinas simples?
 - b) ¿En qué cambiaría el esfuerzo si no se utilizara la máquina simple?
 - c) ¿Qué artefactos conoces que combinan máquinas simples?
 - d) ¿Cómo funcionan?

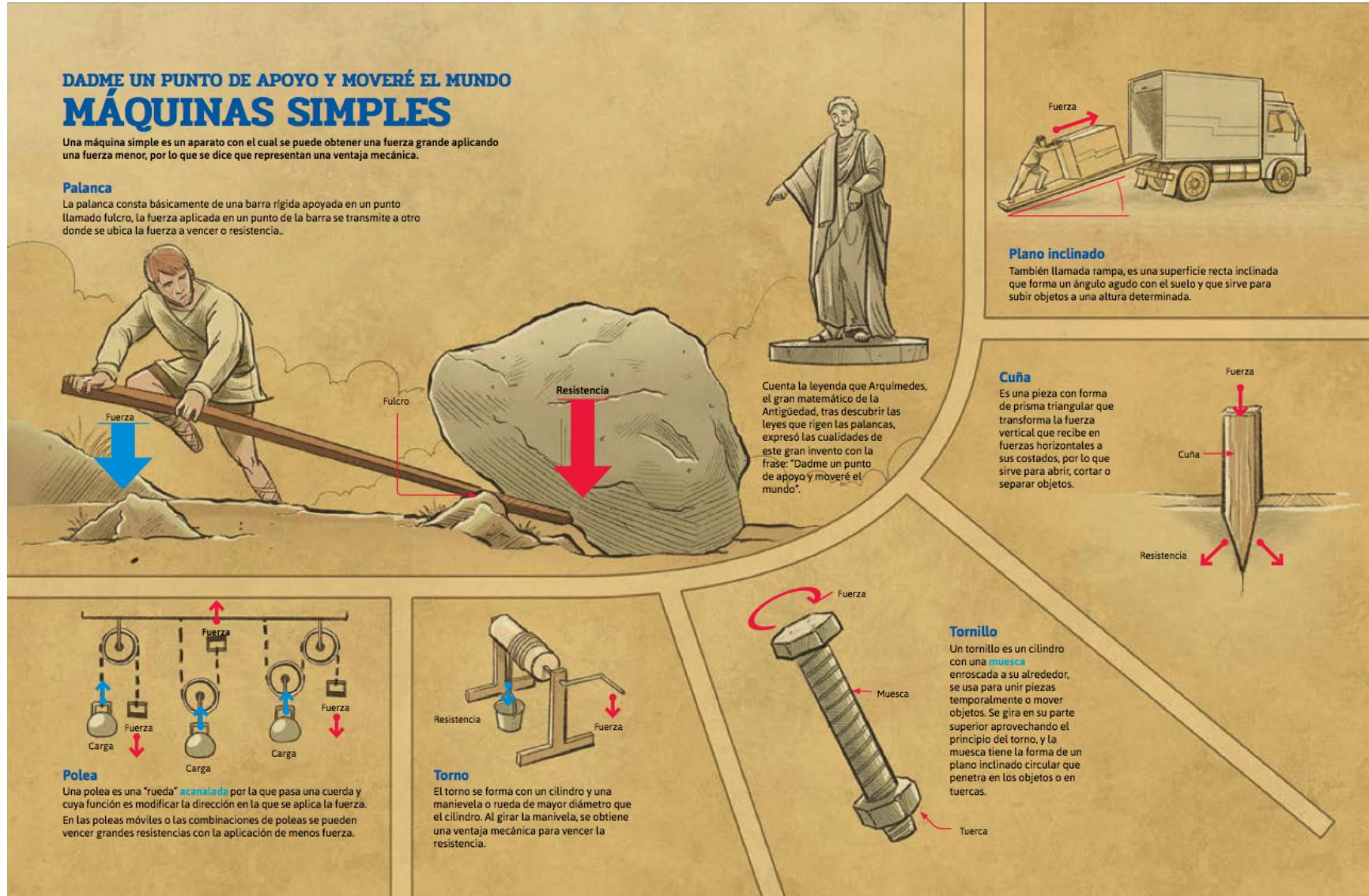


Figura 1.25: Máquinas simples.

La rueda y el torno

La rueda es una máquina simple que utilizas con frecuencia. ¿Qué usos se le dan? La rueda es un objeto circular que gira alrededor de un eje y sus aplicaciones son muy variadas.



Figura 1.26: Tipos de ruedas. a) de transporte, b) engranes, c) de paletas.

Rueda de transporte: facilita el desplazamiento de objetos y cargas, ya que gira al contacto con el suelo o las superficies por donde se mueven los objetos. Rueda dentada o engrane: se utiliza para transmitir el movimiento al conectar engranes entre sí. Rueda de paletas: aprovecha el movimiento en sus extremos para transmitirlo a su eje como movimiento circular.

El **torno** es una máquina simple que consiste en un objeto cilíndrico con dos radios diferentes (uno de ellos puede corresponder al de una manivela). Al aplicar una fuerza sobre uno de los radios, ésta se transmite al otro de acuerdo con la siguiente relación:

$$F_1 \times R = F_2 \times r, \quad (1.4)$$

donde F_1 es la fuerza aplicada en la parte del cilindro de radio R , y F_2 , la fuerza que se aplica en la parte del cilindro de radio r .

La polea

La polea es una rueda acanalada por la que pasa una cuerda. En una polea fija simple se modifica la dirección de una fuerza (figura 1.27a); en una polea móvil su eje se sujet a la carga y uno de los extremos de la cuerda que la sujeta se amarra a una superficie fija; la fuerza se aplica en el extremo opuesto (figura 1.27b). Al jalar la cuerda una longitud L , la carga se levantará una longitud $\frac{L}{2}$, y la relación entre las fuerzas cumple la siguiente relación:

$$F \times L = R \times \left(\frac{L}{2}\right) \quad (1.5)$$

donde F es la fuerza aplicada; R , la resistencia, y L , la longitud de la cuerda desplazada.

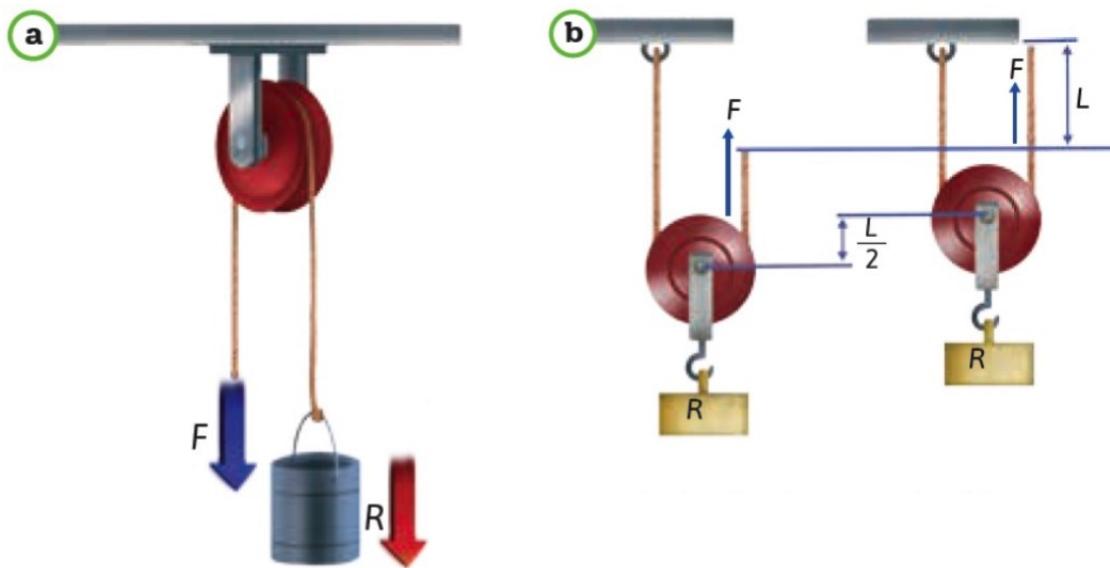


Figura 1.27: a. Polea fija, b. polea móvil.

Cierre

Retoma la situación de la sección Inicio y responde nuevamente la pregunta.

Se dice que una máquina representa una ventaja mecánica. ¿Qué significa esta frase?

Piensa y sé crítico

¿Qué tan fuerte puede ser una hoja de papel? En equipo traten que una hoja de papel sostenga una libreta. La hoja debe quedar vertical de algún modo y sobre ella la libreta; pueden usar un poco de cinta adhesiva o pegamento. Cuando lo hagan, preséntelo a sus compañeros, expliquen cómo lo lograron y dibujen un diagrama que muestre las fuerzas que actúan sobre la libreta.

Ejercicios

1. Calcula la fuerza que se obtiene en el cilindro de un torno de radio 10 cm si sobre la manivela de radio 50 cm conectada al torno se aplica un fuerza de 35 N.
2. ¿Qué relación existe entre el torno y el tornillo (que es una máquina simple)?
3. ¿Con qué fuerza se debe jalar un peso de 45 N si se usa una polea fija?, ¿y si se usa una polea móvil?
4. ¿Por qué se utiliza una polea fija si no representa una ventaja en cuanto a la aplicación de una fuerza?
5. Elige las opciones que resuelvan cada problema.
 - a) ¿Qué fuerza tendrías que aplicar para subir un sillón de 25 N de peso a una altura de 4 m si utilizas un plano inclinado de 5 m?
 50 N 10 N 20 N 100 N
 - b) ¿De qué longitud tendrá que ser el plano inclinado por utilizar si deseas subir un peso de 200 N a una altura de 2 m, si tu máxima capacidad te permite aplicar una fuerza de 50 N?
 8 m 5,000 m 0.5 m 80 m
 - c) ¿A qué altura se subió un objeto de 50 N si se aplicó una fuerza de 25 N y se utilizó un plano inclinado de 10 m?
 50 m 5 m 500 m 5.5 m
6. Lee y responde.

Un objeto permanece en reposo cuando es jalado con una fuerza F_1 hacia la izquierda al tiempo que también se tira con una fuerza F_2 hacia la derecha. Ninguna otra fuerza horizontal afecta al objeto.

- a) ¿Cómo son entre sí las magnitudes de las fuerzas F_1 y F_2 ? Explica.
- b) Cuando se retiran las fuerzas aplicadas originalmente, una fuerza F_3 hacia la izquierda equilibra las fuerzas F_4 y F_5 aplicadas hacia la derecha. ¿Qué pasa con el objeto si F_1 y F_3 tiran a la izquierda al tiempo que F_2 , F_4 y F_5 jalan hacia la derecha? Explica.

1. Lee el problema de La competencia de tirar la cuerda y resuélvelo.

Cuatro chicos equilibran a cinco chicas, como se ve en la escena superior de la figura. En la escena de en medio puede verse que unas gemelas equilibran a dos chicas y un chico. Y todo muy bien hasta ahora. Pero la cuestión es esta: ¿quién vencerá en la competencia de la escena inferior?

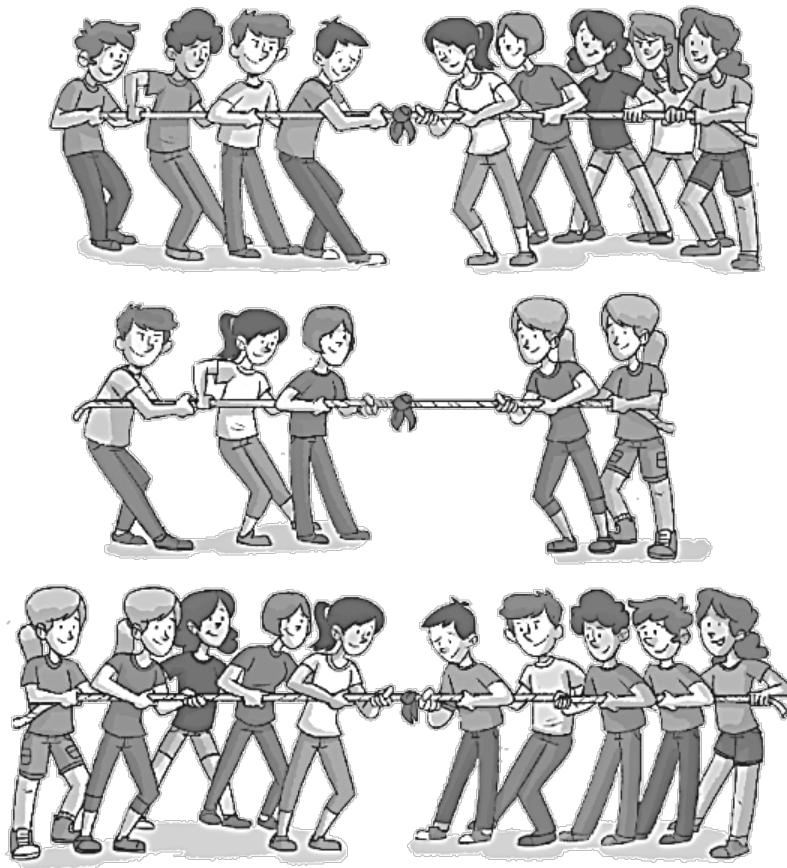


Figura 1.28: En muchos lugares aún es común ver a los estudiantes de secundaria jugando a tirar la cuerda, un juego muy sencillo para el que solamente se necesita una cuerda, un pañuelo y algunos compañeros deseosos de mostrar sus poderosos músculos en acción. Lo que tal vez ya no sea tan sencillo, es intentar predecir el resultado de una de estas competencias. ¿Por qué no lo intentas?

2. Identifica los datos y, antes de resolver el problema, responde.

- ¿Puede considerarse que la fuerza ejercida por un chico es igual a la ejercida por una chica? ¿Por qué?
- Supongamos que todas las chicas de la primera escena ejercen la misma fuerza y lo mismo ocurre con los chicos, entonces, ¿las gemelas tienen la misma fuerza que cualquier par de chicas de la primera escena? ¿Por qué?

3. Lee las instrucciones para resolver La competencia de tirar la cuerda.
 - a) Puedes jugar un poco a tirar la cuerda para encontrar empíricamente la solución, o puedes usar tus habilidades de deducción para resolver el problema.
 - b) Observa cuidadosamente las escenas que se muestran en la figura y trata de sintetizar la información que proporcionan, de traducirla en términos útiles para construir un razonamiento físico.
 - c) Propón algunas hipótesis físicamente razonables que te ayuden a plantear bien el problema.
 - d) Puede haber varias maneras de proceder. Para saber si una de ellas es válida, arguméntala.
 - e) Plantea un modo de comprobar tu solución. Una forma puede ser jugar con tus amigos para comprobar la solución, y si no, por lo menos será muy divertido. Infiere
4. Al terminar de resolver el problema, contesta.
 - a) ¿Quién ganará la competencia? Argumenta tu solución.
 - b) ¿Cómo comprobaste tu solución? Explica.
5. Para resolver algebraicamente el problema, responde.
 - a) Supón que la fuerza de un chico es x , de una chica y , y de una gemela z . Traduce en ecuaciones el equilibrio de la escena superior, y la de en medio.
 - b) Entonces $2z =$
 - c) Luego plantea una expresión para la escena inferior, simplifícalo y determina qué signo le corresponde.
 - d) Por tanto, gana el equipo del lado ...
6. En la solución anterior se supuso que todas las chicas (o los chicos) ejercen fuerzas iguales (exceptuando a las gemelas). ¿Se obtiene la misma respuesta sin esta hipótesis? Explica.

Aprendizajes esperados:

Describe, representa y experimenta la fuerza como la interacción entre objetos y reconoce distintos tipos de fuerza. Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, flotación, fuerzas en equilibrio).

L1. Primera Ley de Newton

Inicio

En 1977 la sonda espacial Voyager 1 abandonó la Tierra para siempre; su misión original era observar de cerca a Júpiter y Saturno, y se estimaba que su aventura duraría sólo cuatro años; pero en 2012 la nave alcanzó el borde del Sistema Solar: ahora está más lejos que cualquier planeta, a unos 18 mil millones de kilómetros de la Tierra, y se espera que siga enviando datos hasta 2025 (cuando agote su batería) mientras continúa su viaje por el espacio interestelar.

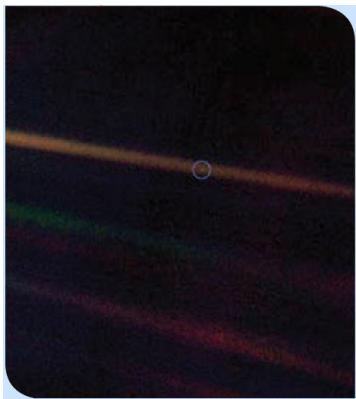


Figura 1.29: Fotografía de la Tierra a 6 400 millones de kilómetros.

El 14 de febrero de 1990, cuando se hallaba a 6,400 millones de kilómetros, el **Voyager 1** tomó una foto de la Tierra que la nasa publicó con el título de *Un punto azul pálido*. El astrónomo Carl Sagan (1934-1996), a propósito de esa foto, escribió:

Mira ese punto. Eso es aquí. Eso es nuestro hogar. Eso somos nosotros. Ahí ha vivido todo aquél de quien hayas oído hablar alguna vez, todos los seres humanos que han existido... Nuestro planeta es un solitario grano de polvo en la gran penumbra cósmica que todo lo envuelve... En mi opinión, no hay quizás mejor demostración de la locura de la soberbia humana que esta distante imagen de nuestro minúsculo mundo. Para mí, subraya nuestra responsabilidad de tratarnos los unos a los otros más amable y compasivamente, y de preservar y querer ese punto azul pálido, el único hogar que jamás hemos conocido.

Reflexiona y comenta en grupo.

La batería de la sonda espacial se usa para la telecomunicación, es decir, a la sonda no la impulsa ningún tipo de motor, su combustible se agotó hace mucho tiempo. ¿Por qué entonces se mueve la nave Voyager 1?, ¿continuará así por siempre?

La inercia

Seguramente has visto el truco en el que un mago quita el mantel de una mesa sobre el que hay platos, vasos y otros objetos sin que caigan al piso (figura 1.30), ¿cómo logra hacerlo? ¿Por qué es importante usar el cinturón de seguridad al viajar en auto? ¿Por qué un corredor o un automóvil,

no pueden frenar de manera inmediata? ¿Sabes qué es la inercia?



Figura 1.30: Un objeto en reposo tiende a mantenerse en reposo.

Cuando abordas un autobús, tanto tú como el vehículo están en reposo. Cuando éste inicia su marcha, sientes que te mueves hacia la parte trasera como si una fuerza actuara sobre ti en dirección contraria al movimiento, ¿y cuando el autobús se detiene, te mueves en alguna dirección? ¿Habrá algo en común entre lo que te sucede en el autobús y lo que ocurrió con el huevo que siguió girando? Existe una tendencia natural de los cuerpos a mantener su estado de movimiento. Por ello, cuando estás en reposo en un autobús, tu cuerpo tiende a seguir en reposo, y cuando el vehículo avanza, sientes una fuerza hacia atrás, aunque el autobús vaya hacia adelante; sin embargo, ésta no es una fuerza real (ningún cuerpo actúa sobre ti): se trata de un efecto que origina la tendencia de tu cuerpo a permanecer en reposo. Ahora, cuando viajas en un autobús, la velocidad de tu cuerpo es la misma que la del vehículo, y si éste se detiene, tu cuerpo sigue un movimiento en línea recta con la misma rapidez que el autobús (figura 1.31). Esta tendencia a continuar en reposo o movimiento en línea recta y a velocidad constante es una propiedad de los cuerpos llamada **inercia**.



Figura 1.31: Si nos encontramos dentro o sobre un objeto en reposo y éste empieza a moverse, sentimos que nos movemos en sentido contrario, pero ¿nos movemos o tendemos a permanecer quietos? ¿Y si el objeto está en movimiento y se detiene, nos detenemos inmediatamente o seguimos moviéndonos?



Figura 1.32: Un objeto en movimiento tiende a continuar en movimiento. *De Vaartkapoen*, escultura de Tom Franzen, Bélgica.

La masa como medida de la inercia

Existe una relación directamente proporcional entre la masa de los cuerpos y su inercia: es difícil poner en movimiento los cuerpos con mucha masa, e igualmente es difícil detenerlos o modificar la dirección de su movimiento; por ello se dice que la masa es una forma de medir la inercia de los objetos: a mayor masa, mayor inercia; a menor masa, menor inercia.

Primera Ley de Newton

En la Antigüedad, Aristóteles afirmaba que el estado natural de movimiento de los objetos era el reposo y que todos tienden a quedarse quietos. Decía que si un objeto está en reposo, así se quedará, a menos que se le aplique una fuerza, y si un objeto está en movimiento, en algún momento se detendrá. Esto nos lo muestra la experiencia, ¿verdad?

En nuestra vida cotidiana siempre está presente una fuerza que se manifiesta cuando dos superficies en contacto se deslizan una sobre la otra y siempre se opone al movimiento: la fricción. Por eso todos los objetos que se mueven en la Tierra en algún momento se detienen: si empujas una caja sobre el suelo, no tardará mucho en detenerse; incluso un auto con ruedas, aunque después de un empujón se mueva una distancia mayor que la caja, se detendrá, pues la fricción entre la llanta y el eje lo frenará. La fricción puede ser perjudicial para mecanismos cuyas piezas embonan y se deslizan unas sobre otras, pues provoca desgaste; para reducir este efecto se usan grasas y lubricantes. La fricción también está presente en los medios donde hay movimiento; el aire, el agua y todos los líquidos ofrecen resistencia al movimiento. Pero ¿qué sucedería con un objeto que se mueve a velocidad constante si no existiera la fricción ni otros objetos con los que pudiera chocar a su paso? El físico inglés **Isaac Newton (1642-1727)**, a partir de los estudios de Galileo, respondió esta pregunta con su Primera Ley, que se enuncia así: Todo objeto tiende a mantener su estado de reposo o movimiento en línea recta con velocidad constante, a menos que una fuerza que actúe sobre él le obligue a cambiar ese estado; es decir, un objeto en movimiento conservará su velocidad (rapidez, dirección y sentido) siempre que sobre él no influya la fricción ni cualquier otra fuerza, o siempre que las fuerzas que actúan sobre él se anulen mutuamente.

Ejercicios

■ Problema 1

Observa los camiones de la figura 1.33, responde y argumenta.

1. ¿Cuál de ellos será más fácil poner en movimiento?
2. ¿Cuál podría aumentar más rápido su velocidad?
3. Si ambos se mueven a la misma velocidad, ¿a cuál le resultaría más difícil frenar?, ¿ambos podrían tomar una curva con la misma facilidad?
4. Imagina que el camión cargado tira gradualmente parte de su cargamento, y que el conductor pisa el acelerador con la misma fuerza y mantiene el volante en la misma dirección. ¿Qué piensas que pasará con su rapidez?, ¿y si en vez de perder carga fuera recibiendo más?



Figura 1.33: Comparación de dos camiones con diferente masa.

■ Problema 2

Elige la respuesta para cada pregunta, a partir de las imágenes de la figura 1.34.

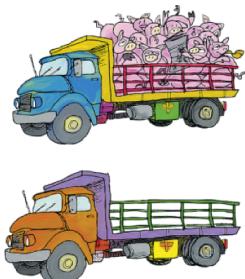


Figura 1.34

1. ¿Cuál de ellos será más fácil poner en movimiento?
 - El camión sin carga. El camión cargado.
 - Los dos camiones requieren el mismo esfuerzo.
2. ¿Cuál podría aumentar más rápido su velocidad?
 - El camión sin carga. El camión cargado.
 - Los dos camiones aumentan su velocidad con la misma rapidez.
3. Si ambos camiones se movieran a la misma velocidad, ¿a cuál de ellos le resultaría más difícil frenar?
 - El camión sin carga. El camión cargado.
 - Los dos camiones requieren el mismo esfuerzo.
4. ¿Cuál de los camiones podría tomar una curva con más facilidad si ambos se están moviendo a la misma velocidad?
 - El camión sin carga. El camión cargado.
 - Los dos camiones requieren el mismo esfuerzo.
5. Si el camión cargado va dejando gradualmente parte de su cargamento mientras el conductor pisa el acelerador con la misma fuerza y mantiene el camión en la misma dirección, ¿qué pasa con su rapidez?
 - La rapidez del camión aumenta.
 - La rapidez del camión disminuye.
 - La rapidez del camión no cambia.

■ Problema 3

Elige la respuesta para cada pregunta, a partir de las imágenes de la figura 1.35.

1. ¿Cuál de ellos será más fácil poner en movimiento?



- El camión sin carga.
- Los dos camiones requieren el mismo esfuerzo.
- El camión cargado.

2. ¿Cuál podría aumentar más rápido su velocidad?



- El camión sin carga.
- Los dos camiones aumentan su velocidad con la misma rapidez.
- El camión cargado.

3. Si ambos camiones se movieran a la misma velocidad, ¿a cuál de ellos le resultaría más difícil frenar?

- El camión sin carga.
- Los dos camiones requieren el mismo esfuerzo.
- El camión cargado.

4. ¿Cuál de los camiones podría tomar una curva con más facilidad si ambos se están moviendo a la misma velocidad?

- El camión sin carga.
- Los dos camiones requieren el mismo esfuerzo.
- El camión cargado.

5. Si se reduce la carga de arena de tal manera que la masa del camión sea la mitad de su masa inicial, mientras el conductor pisa el acelerador con la misma fuerza y mantiene el camión en la misma dirección, ¿qué pasa con la aceleración del camión?

- Aumenta al doble.
- Disminuye a la mitad.
- No cambia.

■ Problema 4

Elige la respuesta para cada pregunta, a partir de las imágenes de la figura 1.36.

1. ¿Cuál podría aumentar más rápido su velocidad?



- El autobús con más niños.
- El autobús con menos niños.
- Los dos autobuses aumentan su velocidad con la misma rapidez.



2. Si ambos autobuses se mueven a la misma velocidad, ¿a cuál de ellos le resultaría más difícil frenar?

- Los dos autobuses requieren el mismo esfuerzo.
- El autobús con menos niños.
- El autobús con más niños.

3. Si la masa del segundo autobús es la mitad del primero y ambos conductores pisán el acelerador con la misma fuerza y mantienen el autobús en la misma dirección, ¿qué pasa con su aceleración?

- Se mantiene igual.
- Es el doble que la del primero.
- Es la mitad de la del primero.

4. Si el conductor del autobús baja a algunos niños, de tal manera que su masa sea sólo un cuarto de su masa inicial, cuando el conductor pisa el acelerador con la misma fuerza y mantiene el camión en la misma dirección, ¿qué pasa con su aceleración?

- Aumenta cuatro veces.
- Se mantiene igual.
- Disminuye a la cuarta parte.

5. El conductor del autobús da vuelta hacia la derecha y los niños sienten una *fuerza* que los empuja. ¿En qué dirección sienten los niños esta fuerza?

- Los niños sienten que son empujados hacia abajo.
- Los niños sienten que son empujados hacia la derecha del autobús.
- Los niños sienten que son empujados hacia la izquierda del autobús.

Cierre

Retoma la pregunta de la situación de Inicio y responde.

1. ¿Por qué las naves Voyager I y II mantienen su movimiento?
2. ¿Por qué un mago (o cualquier persona) puede quitar el mantel de una mesa con platos, copas y cubiertos sin que ninguno se caiga?
3. ¿Si cambiaron las condiciones obtendría el mismo resultado; por ejemplo, que el mantel fuera de papel de lija o que jalara lentamente el mantel, o si en vez de platos y tazas tuviera una caja pesada? ¿Por qué?
4. ¿Cuándo es benéfica y cuándo es perjudicial la fuerza de fricción?
5. ¿Por qué un paracaidista puede lanzarse desde muy alto y no sufrir daños al llegar a tierra?

L2. Segunda Ley de Newton

La segunda ley de Newton, conocida tambien como ley de la aceleración, establece que: cuando se observa un objeto desde un marco de referencia inercial, la aceleración (a) del objeto es directamente proporcional a la fuerza neta (F_{En}) que actúa sobre él, y es inversamente proporcional a su masa (m). La segunda ley de Newton se expresa:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (1.6)$$

La dirección de la aceleración será en la dirección de la fuerza neta que actúa sobre el objeto. Reordenando la relación masa, aceleración y fuerza queda:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1.7)$$

L3. Tercera Ley de Newton

La tercera ley de Newton o ley de acción y reacción establece que: si dos objetos llamados A y B interactúan, la fuerza \vec{F}_{BA} ejercida por el objeto A sobre el objeto B es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza \vec{F}_{AB} ejercida por el objeto B sobre el objeto A se puede expresar:

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB} \quad (1.8)$$

La fuerza que el objeto A aplica sobre el objeto B se conoce como acción y la fuerza que el objeto B aplica sobre el objeto A se conoce como reacción. La fuerza de acción tiene la misma magnitud que la fuerza de reacción, pero en dirección opuesta.

La tercera ley de Newton expresa que las fuerzas siempre se presentan en pares, es decir, no puede existir una fuerza aislada. Además, estas fuerzas actúan sobre objetos diferentes, por esta razón no se anulan entre sí.

Por ejemplo, la fuerza que la Tierra ejerce sobre la Luna, \vec{F}_{LT} , es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza que la Luna ejerce sobre la Tierra, \vec{F}_{TL} . En algunos casos, no es fácil identificar la fuerza de acción y la de reacción. Por ejemplo, cuando cae una pelota, es la fuerza gravitacional de la Tierra la que ejerce la fuerza de acción sobre la pelota, por lo tanto, la fuerza de reacción la ejercerá la pelota sobre la Tierra. Claramente, por su menor masa, es la pelota la que acelera hacia la Tierra, de acuerdo a lo que establece la segunda ley de Newton. La Tierra también se mueve hacia la pelota pero, por su gran masa, la aceleración de ésta es despreciable.

S6 La aportación de Newton

Aprendizajes esperados:

Analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y en la caída de los cuerpos (atracción) en la superficie terrestre.

- L1. Ley de Gravitación Universal**
- L2. Newton, vida y obra, sus aportaciones para la ciencia**
- L3. El movimiento regular de los cuerpos del Sistema Solar: las leyes de Kepler**

S7 La energía y sus manifestaciones

Aprendizajes esperados:

Analiza la energía mecánica (cinética y potencial) y describe casos donde se conserva.

L1. Tipos de energía

Analiza el texto y responde. ¿Conoces la teoría del meteorito que causó la extinción de los dinosaurios hace 65 millones de años? Los científicos dicen que cayó sobre la península de Yucatán y que la energía del impacto era equivalente a la que liberarían 5,000 millones de bombas atómicas como la lanzada sobre Nagasaki. El meteorito debió tener un diámetro mayor a 10 km y moverse a 54,000 km/h. Debido al impacto se formó un cráter de 100 km de diámetro, se elevó la temperatura en esa zona y se produjo un enorme resplandor: fragmentos incandescentes, tanto del meteorito como del terreno donde cayó, salieron disparados provocando incendios en distintas partes del planeta. Como consecuencia del choque se levantó una gran cantidad de polvo que cubrió el cielo e impidió el paso de la luz solar, lo que limitó la fotosíntesis de las plantas y alteró las redes tróficas.

- La luz y el calor son manifestaciones de la energía. ¿Qué piensan que provocó la formación de fragmentos incandescentes al caer el meteorito? ¿De dónde provenía la energía que causó la luz y el fuego durante el impacto?
- Si el meteorito hubiera sido más pequeño, ¿habría producido tanta destrucción? ¿Y si se hubiera movido con una rapidez menor?
- ¿En qué situaciones de la vida cotidiana han escuchado la palabra *energía*? ¿En esas situaciones hay algo que cambie o se transforme? ¿Podrían decir qué es la energía?

¿Qué es la energía?

Si la energía nos parece un concepto tan familiar por qué resulta tan difícil definirlo? Tal vez porque la energía es un concepto abstracto: no es un objeto o una sustancia. A diferencia de la materia, no podemos ver ni tocar la energía y, sin embargo, es uno de los conceptos fundamentales de la ciencia, y quizás el más importante de toda la física (figura 2.2). Te sorprenderá saber que incluso a Isaac Newton se le escapó el concepto de energía, y que más de un siglo después de su muerte los científicos aún cuestionaban su existencia. Sin embargo, lo que todas las formas de energía tienen en común es que pueden transformarse de una forma a otra; por ejemplo, la energía eléctrica puede provocar movimiento y transformarse en calor que quizás has percibido al encender una licuadora o un ventilador: las aspas se mueven y después de un tiempo el aparato se calienta. Estas transformaciones pueden cuantificarse, y el número que resulta es siempre el mismo sin importar la cantidad de transformaciones que sucedan. Por ahora definiremos la energía como la capacidad que tiene una persona, un objeto, una máquina, un robot, un animal, etcétera, para interactuar con otros objetos. Siempre que hablamos de energía la relacionamos con algún cambio, presente o futuro, en los objetos a los que nos referimos: cambian de estado de movimiento, de forma, de composición (por ejemplo, durante la combustión), de lugar, etcétera.

La energía mecánica

¿Cómo se modifica el estado de reposo o de movimiento de un objeto? En efecto, con la aplicación de una fuerza; por tanto, y de acuerdo con la definición de energía, existe una estrecha relación

entre la energía y la fuerza. En todo cambio de posición o de movimiento de un objeto la energía está involucrada, pero para que se dé dicho cambio debe tener lugar un desplazamiento. Si un coche se mueve con cierta rapidez y acelera hasta alcanzar una rapidez mayor, requerirá energía (la cual proporciona el combustible); el vehículo, por tanto, está cambiando su estado de movimiento y se realiza un desplazamiento. Si una caja inicialmente se encuentra en el piso, cuando se coloca en lo alto de un librero tiene un cambio en su posición: para subirla se requirió una cierta energía y hubo un desplazamiento. De esta manera, el cambio en el movimiento o en la posición de un objeto se comprende no sólo a partir del concepto de fuerza, sino también con base en el de energía. La energía relacionada con el movimiento o la posición de un objeto se conoce como energía mecánica, y se manifiesta cuando cambia su estado de movimiento o su posición al aplicarle una determinada fuerza. Para cuantificar la energía mecánica definiremos dos conceptos nuevos: energía cinética y energía potencial.

Energía cinética

Si has andado en bicicleta, jugado futbol o competido en una carrera, sabrás que después del ejercicio te sientes cansado. ¿Sabías que Michel Phelps (1985), nadador estadounidense que ha ganado 28 medallas olímpicas, para entrenar comía lo mismo que cinco adultos? Es un hecho que para llevar a cabo un esfuerzo físico se requiere energía, y por eso, después de ejercitarnos, sentimos hambre. Con lo anterior queremos decir que el movimiento está relacionado con la energía. La energía que posee un cuerpo debido a su movimiento se conoce como energía cinética (del griego kinetos: que se mueve). Si te has golpeado con un balón de futbol o te has golpeado un dedo del pie contra un mueble mientras caminas, entonces has sentido los efectos de la energía cinética.

Como experimentaste, la energía cinética de un cuerpo en movimiento depende de dos variables o magnitudes físicas: su masa (m) y su rapidez (v). La ecuación que relaciona ambas variables y define a la energía cinética (E_C) es:

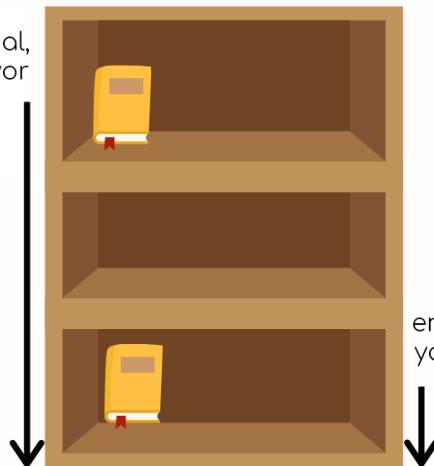
$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$$1J = 1kgm^2/s^2 = 1Nm$$

Energía potencial

Si colocas un libro en la parte superior de un librero, utilizas una fuerza y lo desplazas cierta distancia; por tanto, requieres cierta energía para llevar a cabo el cambio en su posición, pero el libro, aun inmóvil, interactúa con la Tierra (lo que se manifiesta por su peso), puede caer y desplazarse una distancia. Debido a esta posibilidad se dice que el libro tiene energía potencial. Así, podemos definir la energía potencial gravitacional como la energía que tiene un cuerpo en virtud de su posición y que está relacionada con la fuerza de gravedad.

Aquí el libro tiene mayor energía potencial gravitacional, ya que caería desde una mayor altura



Abajo, el libro tiene menor energía potencial gravitacional, ya que no podría caer más que el libro de la parte superior

La energía potencial depende de la altura del objeto con respecto a un marco de referencia, que puede ser la superficie terrestre, la mesa de trabajo, el pupitre, de modo que todo objeto que se encuentre en el origen de nuestro marco de referencia tendrá energía potencial gravitacional igual a cero. Mientras más alta sea la posición de un objeto en relación con el origen, mayores serán los cambios que pueda producir al interactuar con otros objetos y, por tanto, mayor será su energía potencial gravitacional. La energía potencial también depende de la masa de un cuerpo. Así, la ecuación para el cálculo de la energía potencial gravitacional (E_p) involucra a la masa de un cuerpo (m), la altura a la que se encuentra con respecto al marco de referencia (h) y la aceleración de la gravedad (g):

$$E_p = mgh$$

La unidad de la energía potencial, como la de la energía cinética, es el de un objeto se relaciona con su posición. joule (J). ¿Puedes demostrarlo a partir de la ecuación? Antes dijimos que la energía mecánica (E_m) de un cuerpo está en función de su movimiento y su posición, es decir, la energía mecánica depende de la energía cinética y de la energía potencial de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_m = E_c + E_p$$

L2. La conservación de la energía mecánica

Una actividad muy popular entre algunos jóvenes es el skate, donde el skater se desliza sobre una patineta. Aunque el skate puede practicarse en cualquier lugar, existen complejos especiales, conocidos como skateparks, equipados con rampas de varios tipos. El half pipe (medio tubo) es una rampa en forma de *U* especialmente diseñada para *surfear en seco*. El skater se desliza desde el borde del half pipe y, haciendo gala de habilidad y equilibrio, intenta alguna rutina de trucos que asombren a su público: el skate es un deporte de exhibición, pero, desde otra perspectiva, en él hay mucha física involucrada.

La energía se transforma

Hemos hablado mucho acerca de la energía, pero ¿ya te diste cuenta de que todavía no se ha dado una definición precisa y definitiva de lo que es? Ya sabes bastante sobre la energía: que se manifiesta de diversas formas, que existen muchas fuentes y varios tipos de energía e incluso que hay fórmulas matemáticas para calcularla. Entonces, ¿qué es la energía?, ¿cuál es su definición? Te asombrará saberlo: actualmente los físicos continúan sin saber qué es la energía, y quizás ya no estén interesados en plantear una definición definitiva. En realidad no importa. Lo que verdaderamente interesa saber acerca de la energía es cómo se comporta, cómo se transforma. Veamos cómo se comporta, en concreto, la energía mecánica.

Ya conocemos cuatro leyes de la Física. No todas las leyes físicas se resumen en fórmulas matemáticas. Ahora consideraremos una ley relacionada con la energía; quizás si te pones un poco curioso te asombrará su formulación porque es un poco distinta de las anteriores. Richard Feynman (1918-1988), uno de los más ingeniosos, destacados y extravagantes físicos de la historia y ganador del premio Nobel de Física en 1965, la explicaba así: Existe una cierta cantidad, que llamamos energía, que no cambia cuando en la naturaleza ocurre un cambio. Es una idea de lo más abstracta porque es un principio matemático que dice que hay una cantidad que no cambia cuando algo sucede. No es la descripción de un mecanismo ni algo concreto. Es tan sólo un hecho extraño el que seamos capaces de calcular un número, y que al volver a calcularlo después de observar las piruetas de la naturaleza, éste sea el mismo.

S8 Los modelos en la ciencia

- L1. Explicación de los fenómenos de la naturaleza a partir de modelos
- L2. Ideas en la historia entorno a la estructura de la materia
- L3. Aspectos básicos del modelo cinético de partículas

S10 Temperatura y equilibrio térmico / el modelo cinético

L1. Propiedades de la materia: forma, volumen, estados de agregación, compresibilidad, etcétera

L2. Cambios de estado de agregación

L1. Temperatura

L2. Calor y temperatura

S11 Calor como energía

- L1. Energía térmica
- L2. Calor y otras formas de energía
- L3. Energía eléctrica y medio ambiente

L1. Fenómenos electrostáticos

S13 El modelo atómico de la materia

- L1. Descripción macroscópica y microscópica del Universo**
- L2. Desarrollo histórico del modelo atómico**
- L3. Características del átomo**

S14 Corriente eléctrica y magnetismo

L1. Corriente eléctrica y magnetismo

L2. Electromagnetismo

S15 Electricidad y magnetismo: ondas electromagnéticas

- L1. Relación entre electricidad y magnetismo
- L2. Inducción electromagnética
- L3. Generación de ondas electromagnéticas
- L4. La luz visible

L1. La física del cuerpo humano

S17 Ciencia, tecnología y sociedad

- L1. Ciencia y tecnología aplicada a la salud
- L2. Ciencia y tecnología en el mundo actual

S18 Física y conocimiento del Universo

- L1. La estructura del Universo**
- L2. ¿Cómo se estudia el Universo?**
- L3. Los mecanismos de las estrellas**

L1. Características y exploración del Sistema Solar

L2. Origen del Sistema Solar

L1. Teoría de la Gran Explosión