

A colorful illustration of a scientist and a child in a field. The scientist, on the left, has dark hair and is wearing a white lab coat over brown pants and shoes. She is holding a red balloon in her right hand and has her left hand raised towards the child. The child, on the right, has brown hair and is wearing a brown space helmet with a clear visor, a rainbow-striped t-shirt, blue shorts, white socks, and brown shoes. The child is running towards the scientist with arms outstretched. The background features rolling yellow hills, green bushes, and a blue sky with a yellow balloon hanging from a string in the top left corner.

EXPERIMENTOS SIMPLES PARA ENTENDER UNA TIERRA COMPLICADA

CIENCIAS DE LA
TIERRA
PARA PRIMARIA III

Texto

Susana A. Alaniz Álvarez
Ángel F. Nieto Samaniego
Francisco Fernández Escobar

Ilustración: Luis David Morán

Universidad Nacional Autónoma de México

Enrique Luis Graue Wiechers
Rector

Leonardo Lomelí Vanegas
Secretario General

Jorge Volpi Escalante
Coordinador de Difusión Cultural

William Henry Lee Alardín
Coordinador de la Investigación Científica

Socorro Venegas Pérez
Directora General de Publicaciones y Fomento Editorial

Lucia Capra Pedol
Directora del Centro de Geociencias

Susana A. Alaniz Álvarez
Ángel F. Nieto Samaniego
Francisco Fernández Escobar
Autores

Luis David Morán
Ilustración

Mariana Larrañaga
Diseño y formato

Primera edición: Septiembre 2019

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México

Centro de Geociencias
Universidad Nacional Autónoma de México
Boulevard Juriquilla núm. 3001, Juriquilla, Querétaro
C.P. 76230, México

ISBN (Obra general): 978-607-02-3189-6
ISBN En trámite

Impreso y hecho en México

Este libro no puede ser reproducido, total ni parcialmente,
por ningún medio electrónico o de otro tipo, sin autorización escrita de los editores.



**Ciencias de la Tierra
para Primaria
III**

ÍNDICE

Introducción

EXPERIMENTOS CON MATERIALES DE USO COTIDIANO Y RECICLABLES

Experimento 1. Densidad COLUMNA DE SÓLIDOS	6
Experimento 2. Densidad del agua EN EL MAR LA VIDA ES MÁS LIVIANA	10
Experimento 3. Viscosidad NADA PERSISTE CONTRA EL FLUIR DEL DÍA	13
Experimento 4. Presión del agua NO ME PRESIONES	16
Experimento 5. Presión atmosférica LA BOTELLA QUE NO TIRA EL AGUA	18
Experimento 6. Principios de Pascal y de Arquímedes ¿POR QUÉ FLOTAN LOS BARCOS?	21
Experimento 7. Experimenta como Galileo ¡BAJAN!	23

EXPERIMENTOS SOBRE EL SISTEMA SOLAR

Experimento 8. Demostración de la rotación de la Tierra I EL PÉNDULO DE FOUCAULT	27
Experimento 9. Demostración de la rotación de la Tierra II Y SIN EMBARGO SE MUEVE: IDENTIFICA A POLARIS	30
Experimento 10. ¿La traslación es elíptica? ¿CÓMO? ¿UNA ELIPSE?	32
Experimento 11. Albedo TIEMPO DE EXPOSICIÓN	34

Experimento 12. Sistemas en rotación EL EFECTO CORIOLIS	37
Experimento 13. Eratóstenes MIDE LA CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA CON UN HILO Y UN TORNILLO.	40
EXPERIMENTOS SOBRE FUERZA Y ENERGÍA	
Experimento 14. Fuerza y aceleración de la gravedad EN LA RESBALADILLA	45
Experimento 15. Y se hizo la luz PRÉNDETE	49
Experimento 16. Conductores y aislantes eléctricos CONDUCTORES.	53
Experimento 17. Usos de la electricidad HÁGASE LA ELECTRICIDAD	58
Agradecimientos	61
Acerca de los autores.	61
Bibliografía	63



Introducción

En hombros de gigantes

Muchos de los experimentos de este libro fueron tomados de la serie “Experimentos simples para entender una Tierra complicada”. En esa serie se explica cómo hacer experimentos que idearon grandes científicos. Aquí hemos tomado los experimentos de varios tomos para que cubrieran muchos de los temas que se enseñan en la primaria alta. Este libro se divide en tres partes: experimentos hechos con material reciclable, experimentos sobre el sistema solar, y al último, sobre fuerza y energía. Algunos de los experimentos de este libro fueron ideados por grandes científicos. Galileo mostró con un experimento que la velocidad de caída es independiente del peso (experimento 7. ¡Bajan!), y con otro experimento, que aquí también mostramos, demostró que los cuerpos se aceleran durante su caída (experimento 14. En la resbaladilla). Jean Bernard León Foucault demostró la rotación de la Tierra con un experimento utilizando un péndulo (experimento 8. El Péndulo de Foucault).

Estos y otros experimentos te maravillarán por su simpleza, su elegancia y por el gran avance en el conocimiento que lograron durante su época.



**EXPERIMENTOS
CON MATERIALES
DE USO COTIDIANO
Y RECICLABLES**

Experimento 1

COLUMNA DE SÓLIDOS

Tal vez hayas visto en la televisión que para simular una situación de “no gravedad”, los astronautas flotan en un avión en caída libre. Los astronautas que necesitan estar más tiempo en esa situación, quizá reparando un módulo espacial, la simulan estando dentro de una alberca. Prueba este experimento, que te ayudará a entender eso.

MATERIALES

1 Vaso alto con agua, piedra, piedra pómez, madera, hielo, plata (o cualquier metal), pedazo de carne sin grasa, hueso, sangre, varios tipos de grasa (mantequilla, manteca vegetal).



PROCEDIMIENTO

- 1 Introduce en el vaso con agua, lentamente, los materiales sólidos (piedra, madera, etc.) que has juntado.
- 2 Prueba en otro vaso con agua, hueso, carne sin grasa, grasa, sangre.

OBSERVA

Algunos materiales se hunden mientras que otros flotan en el agua. La grasa flota, pero la carne sin grasa se hunde. ¿La sangre flota?



EXPLÍCALO

Un objeto se hundirá o flotará en un vaso con agua dependiendo de su densidad, es decir, de cuánta materia tenga en un espacio determinado, o dicho de otra manera, de cuánta masa tiene por unidad de volumen. Una botella de un litro de agua pesará un kilo, mientras que si llenas esa botella de oro pesará 19.3 kilos. La masa indica cuanta materia tiene un objeto mientras que el peso* es la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo. El peso depende de su masa y también de la aceleración de la gravedad de la Tierra, podemos decir que el valor de la aceleración es igual para todos y por eso el peso aumenta con el aumento de masa.

La densidad de un objeto depende tanto de su masa como de su tamaño. La densidad se mide en g/cm^3 , kg/m^3 , kg/l . La densidad promedio de una persona es de $.95 \text{ g/cm}^3$.

VARIANTE

1 En una cubeta llena de agua sumerge una botella de un litro vacía, notarás que no es fácil hacerlo, de hecho necesitas imprimirle una fuerza para lograrlo. También notarás que el nivel del agua sube. Cuando la sueltas bajo el agua notarás que algo la empuja hacia arriba.



2 Ahora llena una botella de agua y trata de sumergirla en el agua.

** En nuestro lenguaje cotidiano al peso lo medimos en «kilos» y está dado por el número que marca la báscula. En lenguaje técnico, el peso debe estar en unidades de fuerza (kilogramo fuerza o gramo fuerza).*

Tabla 1. Densidad de materiales sólidos

Sustancia	Densidad media [g/cm ³ ó kg/litro]	Sustancia	Densidad media [g/cm ³ ó kg/litro]
Platino	21.4	Aluminio	2.7
Oro	19.3	Granito	2.7
Mercurio	13.6	Vidrio	2.5
Plomo	11.3	Carbono	2.26
Plata	10.5	Agua	1.0
Acero	7.85	Caucho	0.95
Hierro	7.8	Cuerpo humano	0.95
Tierra (planeta)	5.5	Madera	0.9
Diamante	3.5	Piedra pómez	0.7
Basalto	3	Poliuretano	.04

Los materiales con una densidad mayor que el agua se hunden, mientras los que tienen una densidad menor flotan.

Notarás que es muy fácil y que prácticamente flota. Cuando la sueltas no sentirás el empuje hacia arriba. También notarás que el nivel del agua subió justo un litro, que es el que ocupa la botella de un litro.

3 Si sumergimos un garrafón de 20 litros de agua, el volumen que desplaza el agua será de 20 litros. Si estuviera vacío tendrías que imponerle una fuerza de 20 kilos para poder sumergirlo.

APLÍCALO A TU VIDA

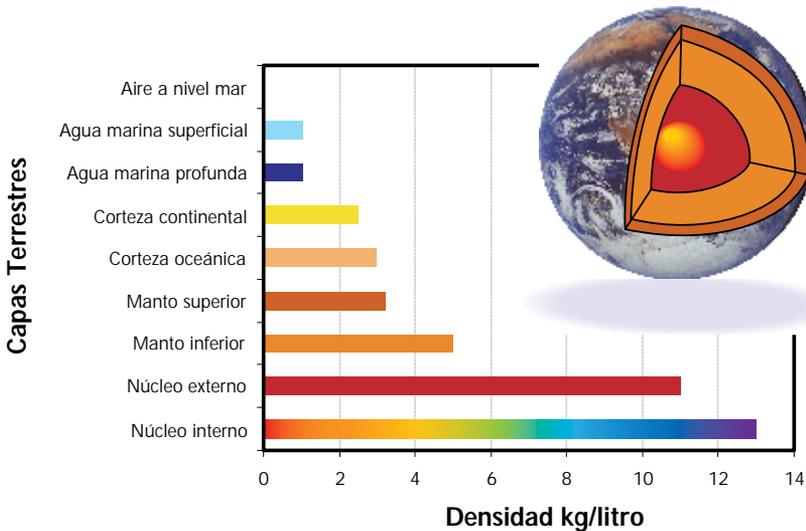
El cuerpo humano tiene una densidad muy cercana a la del agua; es por eso que flotas en la alberca y en el mar. Si sacas el aire de tus pulmones te podrás hundir y si los llenas de aire podrás flotar mejor.

¿QUIERES SABER MÁS?

La densidad promedio de la masa del cuerpo sin grasa es de 1.1 kg/l (se hundirá en agua). La densidad promedio de la grasa es de 0.90 (flotará en agua). La densidad del músculo sin grasa es de aproximadamente 1.066 kg/l, mientras que la densidad del hueso es de 3.317 kg/l. Además hay que considerar que nuestro cuerpo contiene alrededor de 73 % de agua.

ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

La Tierra está compuesta por capas de distinta densidad. La más ligera es, por supuesto, la atmósfera; le sigue la hidrósfera (mares y océanos), y la más densa es la Tierra sólida. Cada una de estas capas también está estratificada por densidad. En la Tierra sólida el material más denso está en el núcleo; le sigue el manto, y la parte menos densa está en la corteza. Observa que hay dos tipos de corteza: la continental y la oceánica.



Experimento 2

EN EL MAR LA VIDA ES MÁS LIVIANA

¿Te has fijado que el peso y la densidad son cosas diferentes?

MATERIALES

2 vasos con agua
2 huevos o 2 ligas
sal

PROCEDIMIENTO

- 1** A uno de los vasos añádele sal hasta que no pueda disolverse más.
- 2** Introduce un huevo o una liga a cada vaso.

OBSERVA

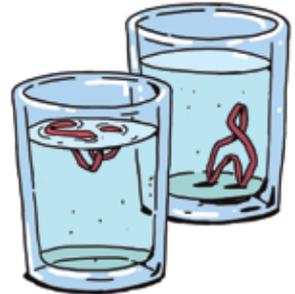
El huevo y las ligas flotan en el agua salada, mientras que se hunden en el vaso con agua simple.

EXPLÍCALO

La densidad de algunas ligas y del huevo es un poco mayor que la del agua pura. Cuando al agua se le añade sal, la densidad del líquido aumenta y se vuelve mayor que la del huevo.

LO QUE PUEDE FALLAR

La sal que se añadió al agua no fue suficiente como para hacer que la densidad del agua sea mayor que la de las ligas y el huevo.



APLÍCALO A TU VIDA

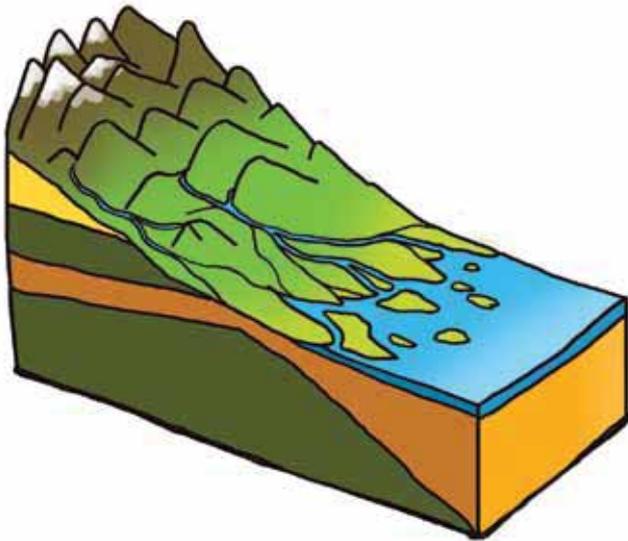
La densidad del cuerpo humano es un poco menor que la del agua (no es extraño, ya que el cuerpo contiene más del 70 % de agua); es por eso que podemos flotar en una alberca. Tú puedes modificar la densidad de tu cuerpo metiendo o sacando el aire de tus pulmones. Debido a que el agua marina es más densa, puedes flotar más fácilmente en el mar que en una alberca.

ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

La densidad del agua de los océanos depende de su temperatura y de la cantidad de sólidos (sales) disueltos en ella. La densidad del agua de mar es entre 1.025 kg/l a 1.028 kg/l (es igual a g/cm^3) y contiene cerca de 3.5 % de sales. En altas latitudes, cerca de los polos, la densidad es mayor que cerca del ecuador.

El agua tiene un comportamiento muy distinto en comparación con otros materiales: cuando baja la temperatura, aumenta su volumen. Sabemos que la densidad del agua cambia con la temperatura, la densidad máxima es a los 4 °C, en los que alcanza su valor característico de 1 kg/l a 1 atmósfera. Esta característica ha permitido la vida en los lagos de los países fríos: la temperatura del agua del lago disminuye a lo largo del invierno. Cuando llega a 4 °C, al alcanzar su máxima densidad, se hunde. Ascende el agua más caliente y menos densa del fondo. En contacto con el aire se enfría hasta 4 °C y vuelve a hundirse. Sólo hasta que toda el agua del lago esté a 4 °C, el agua de la superficie puede disminuir más su temperatura. Cuando llega a 0 °C se congela. Por debajo, el agua sigue líquida y llena de vida. Antes de que toda el agua alcance 0 °C y se congele por completo el lago, acabando con la vida, llega la primavera y con ella comienza el deshielo. La vida acuática del lago se ha preservado gracias a que la densidad del agua es máxima a 4 °C y no a cero.

Pero enfoquémonos en algo característico del mar: su salinidad. Se dice que el agua de los ríos es “dulce” mientras que la de los mares es “salada”. ¿De dónde viene esa diferencia? Cuando el agua de mar se evapora o se congela, lo hace sin las sales. El agua evaporada se precipita como lluvia en el mar y sobre los continentes; parte de esta agua corre por los ríos y parte se infiltra y forma los acuíferos. El agua que corre por los ríos lleva agua dulce y disuelve y acarrea sales (compuestos químicos que se disuelven fácilmente en el agua) de las rocas y suelos en su largo recorrido. La cantidad de sales que lleva el río en su recorrido es muy pequeña, por eso ha requerido millones de años concentrar las sales en el mar hasta hacer su agua salada. El cloruro de sodio (composición química de la sal de mesa) es el principal componente entre los sólidos disueltos en el agua de mar.



Experimento 3

NADA PERSISTE CONTRA EL FLUIR DEL DÍA

(José Emilio Pacheco)

MATERIALES

1 tabla de plástico o cartón
agua, aceite, miel, catsup, mayonesa.

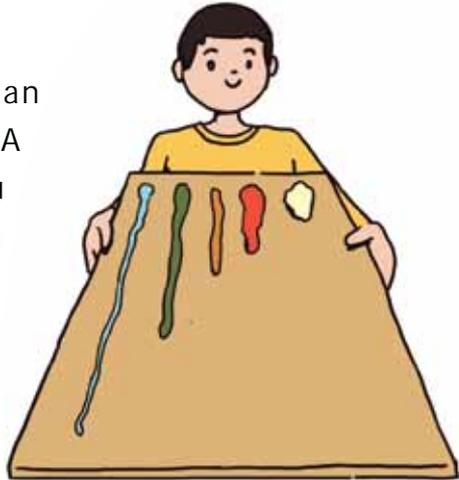


PROCEDIMIENTO

- 1 Coloca los materiales en un extremo de la tabla.
- 2 Inclina la tabla para que los materiales fluyan sobre ésta.
- 3 Anota el material que fluyó a mayor y menor velocidad.

OBSERVA

Los materiales se deslizan a distintas velocidades. A la propiedad que mide su resistencia a fluir se le llama viscosidad. Un fluido denso no necesariamente es más viscoso; por ejemplo, el aceite es menos denso, pero más viscoso que el agua.



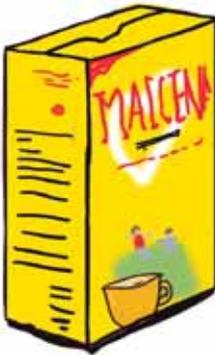
APLÍCALO A TU VIDA

En nuestra casa podemos encontrar diferentes líquidos que tienen distintas viscosidades; por ejemplo: el jabón líquido, la crema, la pasta de dientes, el champú, el gel para el pelo, la vaselina.

Observa que la velocidad a la que ascienden las burbujas de aire en una botella con champú y en una con agua es muy diferente. El líquido más viscoso no permite el movimiento rápido de las burbujas. O bien, fíjate que cuesta más trabajo sacar los materiales más viscosos de sus botellas: por ejemplo, es mucho más difícil sacar salsa de tomate (*catsup*) que vinagre.

VARIANTE

Puedes medir la viscosidad relativa de varios fluidos con jeringas o con embudos. Puedes también hacer un experimento donde la viscosidad cambia. En un recipiente, añade maizena y agua en una proporción de 2 a 1 y mézclalos. Si dejas reposar un tiempo la mezcla, la maizena se deposita en el fondo del recipiente, dejando encima una capa de agua. Si antes de que se separen el agua y la maizena golpeas con fuerza la superficie, verás que parece un sólido, pero si metes un dedo suavemente y lo mueves lentamente, parece un líquido. Si metes un dedo y tratas de sacarlo muy rápidamente, sentirás que tu dedo está atrapado.



En la mezcla de maizena y agua, la viscosidad varía dependiendo de qué tanta fuerza apliques para deformarla, mientras más fuerza más lenta será su deformación. Si dejas caer un objeto en agua salpicará, ¿qué pasará si dejas caer el objeto en la mezcla maizena-agua?



ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

Dentro de la Tierra, las capas están acomodadas por densidad, el núcleo es la capa más densa. Los sólidos también pueden fluir pero a una velocidad mucho más lenta. Las placas tectónicas ([también conocidas como litósfera](#)) pueden mover continentes porque debajo hay una capa plástica ([astenósfera](#)) que es más densa pero menos viscosa que ellas.

Experimento 4

NO ME PRESIONES

¿Te has fijado que si no permites la entrada del aire no sale el líquido de una lata, un refresco, un garrafón?

MATERIALES

1 botella de plástico

1 tachuela

1 armella

agua



PROCEDIMIENTO

- 1** Haz dos agujeros en la botella, primero con la tachuela y después con la armella. Un agujero en la parte baja y otro en la parte superior.
- 2** Llena la botella de agua. Pídele a un amigo que tape los agujeros.
- 3** Con la botella en posición vertical y dejando libres los agujeros, observa cuál chorro de agua llega más lejos.
- 4** Tapa la botella.



OBSERVA

El chorro de agua que sale del agujero del fondo sale con más presión que el del agujero de arriba.

Cuando tapas la botella deja de salir el agua.

EXPLÍCALO

La presión que ejerce una columna de material (sólido, líquido o gaseoso) actúa en todas direcciones y depende principalmente de la altura de la columna de ese material y de su densidad.

Puedes probar esto con dos botellas una más ancha que la otra, y en otro experimento con líquidos de distinta densidad. Se puede considerar que la velocidad de salida del líquido dependerá de su viscosidad.

APLÍCALO A TU VIDA

La presión dentro de nuestro cuerpo está equilibrada con el exterior. Puedes sentir un desajuste cuando subes a las montañas donde la presión atmosférica exterior es menor, o bien cuando te sumerges en una piscina y la presión del agua externa es mayor que la de tu cuerpo.



Experimento 5

LA BOTELLA QUE NO TIRA EL AGUA

¿Te has fijado que tu vaso con leche se vacía cuando lo volteas? ¿Qué estamos en el fondo de un mar de aire?

MATERIALES

- 1 botella
- 1 pedazo de papel
- 1 botella de plástico con agua



PROCEDIMIENTO

- 1** Tapa la botella con agua con un pedazo de papel más grande que su boca, procura que se moje el papel que está en contacto con ella.
- 2** Pon una mano sobre el papel y voltea la botella boca abajo; retira la mano que sostiene el papel pero sigue sosteniendo la botella.
- 3** De preferencia hazlo en el patio por si no funciona el experimento.
- 4** Experimenta con diversos tipos de papel, más delgado y más grueso, más grande y más pequeño.



OBSERVA

El agua no se cae aunque la botella esté boca abajo, aunque esté llena, aunque esté medio vacía. Tampoco si está de lado.

Este experimento puede fallar si le entra aire a la botella.

VARIANTE

Introduce un popote en un vaso con agua y tapa con tu dedo la parte superior. Saca el popote del agua y verás que el agua no se cae hasta que separas el dedo de la parte superior del popote.

EXPLÍCALO

La superficie de la Tierra tiene encima una capa de aire de varios kilómetros de altura a la que conocemos como atmósfera. El aire, como el agua, tiene masa y tiene peso. Mientras más cerca del nivel del mar, más alta es esa capa. Esa capa de aire empuja hacia todas direcciones, también hacia arriba, venciendo al peso del agua; es por esto que el aire atrapado en la botella no puede caer.

APLÍCALO A TU VIDA

Cuando el bebé toma del biberón, éste debe tener una entrada de aire para que pueda salir la leche cuando succiona el bebé.

A las latas que contienen líquidos se les debe hacer dos orificios para que la entrada de aire por uno permita la salida del líquido por el otro.

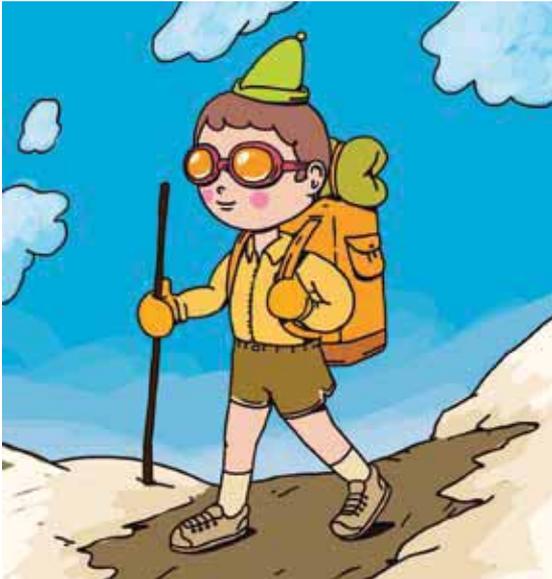


¿QUIERES SABER MÁS?

altura(m)		Presión (atmósferas)	Presión (milibares)
0	Nivel del mar	1	1013
1000			898.36
2000	Ciudad de Mexico	.78	794.8
3000	La Paz, Bolivia	.70	700.9
4000		.61	616.2
5000	Cima del Popocatepetl	.53	540
10 000	Altura de vuelos transatlánticos	.26	264.1
15 000		.12	120.3

Presión atmosférica

La atmósfera está compuesta por varias capas. El aire, al igual que todos los materiales, tiene un peso, poco pero pesa. El peso de la columna de aire que está sobre nosotros ejerce una presión en todas direcciones. La capa de la atmósfera más cercana a la superficie de la Tierra se llama tropósfera, alcanza 9 km en los polos y los 18 km en el ecuador. El peso de la columna de aire producirá una presión mucho mayor en el nivel del mar que arriba de las montañas.



Experimento 6

¿POR QUÉ FLOTAN LOS BARCOS?

¿Te has fijado que los barcos no se hunden aunque estén hechos de fierro ?

MATERIALES

1 botella de plástico transparente con agua

1 gotero (o un pedazo de popote transparente con plastilina)



PROCEDIMIENTO

1 Introduce el gotero en la botella y enrosca la tapa.

2 Presiona la botella y observa cómo al gotero se le mete agua y se hunde un poco. Si quieres que se hunda más, ponle agua hasta la mitad antes de meterlo en la botella.



OBSERVA

Cuando presionas la botella, el aire en su interior empuja el agua hacia adentro del gotero.

Si el gotero tiene agua, pesará más que cuando tiene aire, por lo que estará más vertical.

Cuando entra agua, el gotero podrá hundirse.

Si el gotero es de plástico no se hundirá, ya que la suma del peso del plástico+agua sigue siendo menor que el agua que ocupa ese mismo

volumen. Puedes hacer más pesado el gotero poniendo plastilina en la goma del gotero



EXPLÍCALO

Este experimento utiliza dos principios, el de Pascal: “Los líquidos transmiten presiones con la misma intensidad en todas las direcciones”; y el de Arquímedes: “Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado”.

Cuando presionas la botella, el aire en su interior empuja el agua hacia dentro del gotero. Cuando sueltas la botella, el aire se expande y el agua sale del gotero.

El gotero flota ya que contiene aire, que pesa casi mil veces menos que el agua. Mientras más aire tenga el gotero, será más ligero. Las cosas ligeras flotan más que las pesadas.

Si le añades plastilina al pedazo de popote y lo tapas con ella, aumentarás su densidad: podrás calibrar tu gotero-plastilina hasta que su densidad sea parecida a la del agua. En este caso, cuando presiones la botella podrás ver que se hunde tu gotero-plastilina. Saldrá mejor tu experimento si dejas poco aire en la botella, ya que el aire se comprime y puede inhibir la entrada del agua al popote.

APLÍCALO A TU VIDA

El freno hidráulico de los autos, el gato hidráulico y la prensa hidráulica son excelentes e importantísimas aplicaciones del Principio de Pascal.

Los barcos flotan, aunque sean de acero u otros materiales más densos que el agua, porque el espacio que ocupan dentro del agua contiene mucho aire, siguiendo el Principio de Arquímedes.

Experimento 7

¡BAJAN!

¿Te has fijado que en la escena transmitida desde la Luna por el Apolo 15 se ve que el astronauta arroja una pluma de ave y un martillo y caen al mismo tiempo? Prueba aquí en la Tierra que dos objetos de distinto peso pueden caer a la misma velocidad.

MATERIALES

2 botellas de plástico

Arena, frijoles o cualquier otro material que aumente el peso de la botella



PROCEDIMIENTO

- 1** Llena una de las botellas con arena u otro material y la otra déjala vacía.
- 2** Deja caer las dos botellas al mismo tiempo desde un segundo piso. Procura que la superficie donde caerán sea blanda (por ejemplo una caja) para que no se rompan las botellas y puedas utilizarlas varias veces con distintos pesos.

VARIANTE

Prueba que pasará si el objeto cae en un recipiente con agua y en una mezcla de maizena de agua como la variante del Experimento 3.

OBSERVA

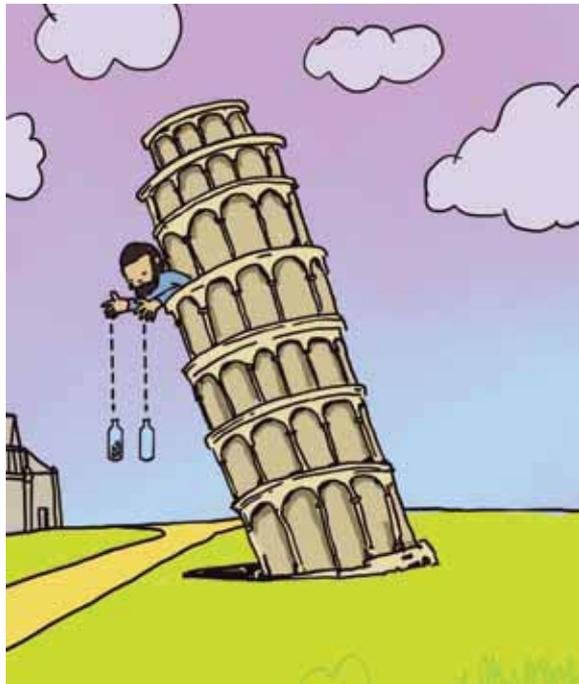
Las dos botellas aterrizan al mismo tiempo aunque tengan distinto peso.



Este experimento puede fallar si una de las botellas es demasiado ligera o su superficie es plana; también fallará si hay viento; la resistencia del aire puede disminuir la velocidad de su caída.

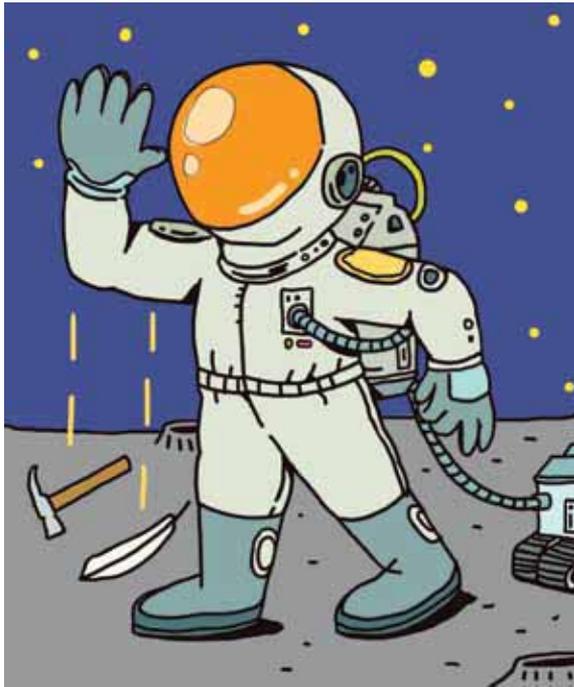
ESTE EXPERIMENTO EN LA HISTORIA

Hasta el siglo XVI se creía que los objetos más pesados caían más rápido que los ligeros tal como lo había dicho Aristóteles 19 siglos antes. Galileo Galilei, como profesor de Matemáticas en la Universidad de Pisa, cuestionó las creencias



de entonces. Arrojó dos objetos de diferente peso desde la torre inclinada de Pisa y mostró que caían al mismo tiempo. Este experimento fue elegido como el segundo más bello en la historia por un grupo de físicos, ya que un ejercicio muy simple demostró que la Naturaleza tiene la última palabra en cuestiones de ciencia.

En el Apolo 15 se reprodujo este experimento pero con una pluma de halcón y un martillo para hacerlo más dramático. En la Tierra, las plumas, al igual que las hojas de papel y los paracaídas, caen muy lentamente porque el aire de alguna manera los frena. Pero cuando arrojas dos objetos de la misma forma la resistencia del aire no afecta a uno más que al otro y es posible demostrar que el peso no afecta su caída.



**EXPERIMENTOS
RELACIONADOS
CON EL
SISTEMA SOLAR**

Experimento 8.

EL PÉNDULO DE FOUCAULT

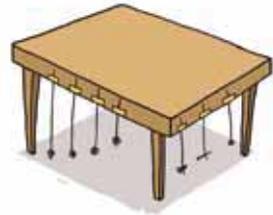
MATERIALES

- 1 tuerca o cualquier objeto pesado que puedas sujetar con un hilo
- hilos de varios tamaños: 10 cm, 30 cm, 120 cm
- reloj o cronómetro



PROCEDIMIENTO

- 1 Construye 3 péndulos de igual longitud sujetando un objeto con cierto peso en un extremo del hilo. Al primer péndulo ponle una tuerca, al segundo dos, al tercero tres tuercas.
- 2 Cuélgalos de una barra horizontal (por ejemplo una mesa).
- 3 Acciona los péndulos a la vez (puedes usar un lápiz). Todos con la misma amplitud y al mismo tiempo. Fíjate cuál tarda más tiempo en ir y venir, anota el resultado en una libreta.
- 4 Ahora construye 3 péndulos, pero con diferente largo del hilo. Al primero amarra un hilo de 10 cm, al segundo un hilo de 30 cm y al tercero un hilo de 120 cm.
- 5 Vuelve a activar los péndulos al mismo tiempo y con la misma amplitud. Observa cuál de los tres péndulos es más rápido.
- 6 Cambia la longitud del hilo hasta que logres hacer un vaivén en un segundo.



OBSERVA

Para cada péndulo, el tiempo de recorrido entre una y otra vuelta no varía con distintos pesos ni distintas amplitudes. El tiempo del vaivén solo varía con la longitud del hilo. Con una longitud de 50 cm el péndulo recorre cada vaivén en un segundo y medio aproximadamente. También notarás que con el paso del tiempo el péndulo se detiene, esto es por la resistencia del aire que va frenando poco a poco el movimiento del péndulo.

También observa que la dirección del movimiento del péndulo no cambia.

Un péndulo funciona mejor cuanto más largo y ligero sea el hilo, más pesada la masa y menor la amplitud de las oscilaciones.

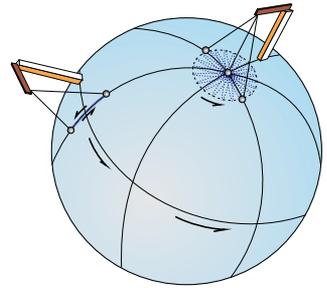
APLICACIONES A LA VIDA DIARIA

El péndulo más divertido es el columpio. Un péndulo sin movimiento es una plomada y sirve para indicar la vertical.



ESTE EXPERIMENTO EN LA HISTORIA

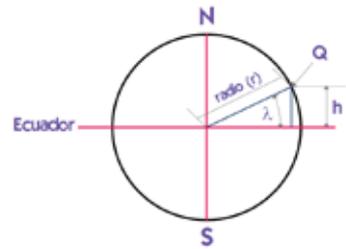
Considerando que el vaivén de un péndulo va en la misma dirección, a Jean Bernard León Foucault se le ocurrió que si se pusiera un péndulo en uno de los polos, en 24 horas el péndulo dejaría el trazo de líneas dando una vuelta completa en un día, mientras en el ecuador se mantendría siempre en la misma posición. Además, Foucault calculó cuánto tardaría el péndulo en dar una vuelta completa en cualquier latitud donde se encontrara. En el polo norte, la latitud es 90° y el tiempo que tarda en dar una vuelta completa es un día, en el Ecuador la latitud es 00° y el tiempo que tardaría sería infinito ya que siempre iría en la misma dirección. En el estado de Guanajuato la latitud es de 21° y tardaría 2.8 días*.



Para estimar el tiempo que tardaría un péndulo en dar una vuelta completa hay que hacer un dibujo a escala de la Tierra como este:

y hacer la división: r/h .

λ es la latitud de la ciudad donde vives, la puedes obtener de Google maps, o de Google Earth. Dibuja este ángulo a partir del Ecuador, y luego con una regla mide r y h . Haz la división y eso te dará el número de días que el péndulo se tardará, aproximadamente, en dar la vuelta completa.



*Si quieres saber más consulta "El clima pendiendo de un hilo"

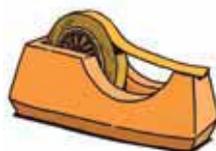
(http://terra.geociencias.unam.mx/geociencias/experimentos/serie/libro4_foucault.pdf)

Experimento 9

“...Y SIN EMBARGO SE MUEVEN”: identifica a Polaris

MATERIALES

Cinta adhesiva (masking tape)
una ventana que dé hacia el norte
una noche estrellada
un transportador

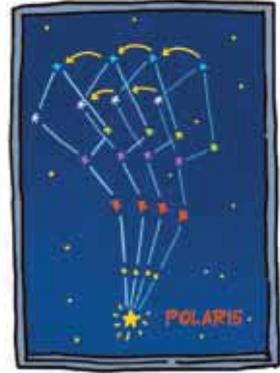


PROCEDIMIENTO

- 1** En una noche estrellada parate frente a la ventana.
- 2** Investiga la latitud de la ciudad donde vives.
- 3** Con una brújula apunta hacia el Norte.
- 4** Con un transportador marca desde la horizontal hacia arriba el ángulo de la latitud. También puedes hacerlo estimando que cada grado hacia el cielo corresponde al ancho de un dedo de tu mano con el brazo estirado; así, si la latitud de la ciudad donde vives es de 20° , puedes medir con tus manos 5 veces desde el horizonte (sin usar el pulgar).
- 5** Identifica la Osa Menor, la estrella polar “Polaris” es la punta de su cola.



6 Marca en el vidrio, con un pedazo de cinta adhesiva, la posición de las estrellas de la Osa Menor. Cada media hora aproximadamente (por ejemplo entre programas de televisión), desde exactamente el mismo lugar, vuelve a marcar la posición de las mismas estrellas, hazlo al menos cuatro veces para completar dos horas.

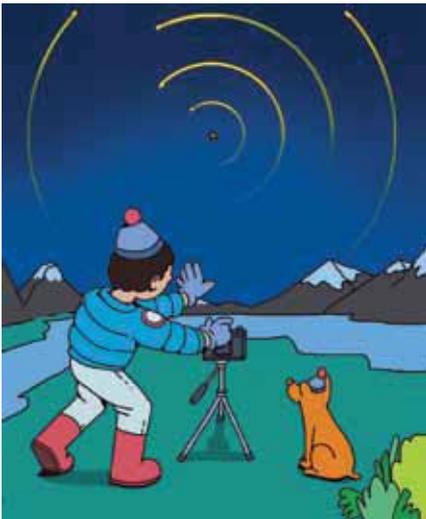


OBSERVA

Lo que tú estás haciendo es marcar la trayectoria de las estrellas, todas parecen moverse menos Polaris.

EXPLÍCALO

Lo que se mueve eres tú, o más bien la Tierra bajo tus pies, por la rotación de la Tierra. Este eje de rotación apunta hacia Polaris



y es por eso que no la vemos moverse. Si la noche siguiente, a la misma hora y en el mismo lugar, vuelves a revisar las marcas que dejaste, observarás que cubren a las mismas estrellas de la noche anterior. Esto se debe a que la Tierra tarda 23 horas y 56 minutos (prácticamente un día) en dar una vuelta completa sobre su eje de rotación.

¿La traslación es elíptica?

Experimento 10

¿CÓMO? ¿UNA ELIPSE?

Todos hemos escuchado que la trayectoria de la Tierra alrededor del sol es elíptica, pero ¿qué tan elíptica es?

MATERIALES

2 clavos

1 pluma

1 hilo de 24 cm de largo

1 cuaderno



PROCEDIMIENTO

1 Fija en el cuaderno los dos clavos, separados uno de otro.

2 Amarra entre sí los dos extremos del hilo.

3 Apoya el hilo en ambos clavos y con la punta de la pluma estíralo, para después deslizar la pluma sobre el cuaderno, recorriendo el contorno interior del hilo. Al

completar una vuelta notarás que dibujaste una elipse.



OBSERVA

Si la distancia entre los dos clavos (técnicamente conocidos como focos) es muy grande, la elipse estará muy alargada, llegando en el

caso extremo a ser una línea recta; en cambio, si la distancia entre los clavos es muy pequeña, el trazo será casi de un círculo.

Una forma de caracterizar a la elipse es mediante la relación entre su largo y su ancho. Si estas dos distancias son parecidas la elipse se parecerá más a un círculo, si son muy distintas, será más parecida a una recta.

Otra forma de caracterizar la elipse es dividir la distancia entre el centro y uno de los focos (c) entre la distancia entre el centro y el lado más largo de la elipse (a). A esta razón se le conoce como excentricidad de la elipse $e = c/a$.

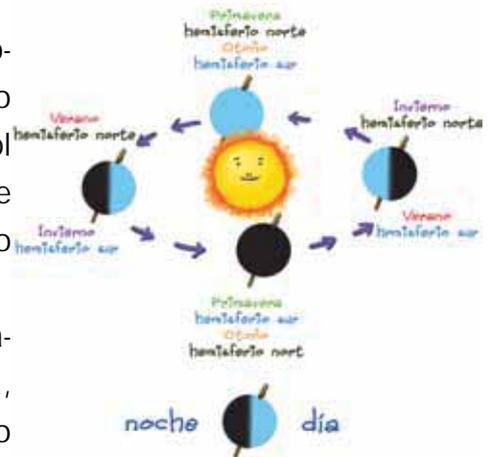
ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

La trayectoria que sigue la Tierra alrededor del sol es de una elipse, con una excentricidad $e = 0.0167$.

Para representar la trayectoria de la Tierra alrededor del sol, usaremos un hilo de 24 cm de longitud y los focos estarán separados 3.34 mm. Así, sin contar el nudo, el valor de $a = 10$ cm y $c = 0.16$ cm. Considera también que el sol está ubicado en uno de los focos de la elipse.

Como podrás ver la trayectoria es casi un círculo, y cuando la Tierra está más alejada del sol es verano en el hemisferio norte mientras que en el hemisferio sur es invierno.

Esto te demuestra que la trayectoria elíptica de la Tierra, que sugeriría que es invierno cuando la Tierra estuviera más alejada del sol, no es la causa de las estaciones.



Experimento 11

TIEMPO DE EXPOSICIÓN

MATERIALES

Un día de sol

camisas de varios colores incluyendo una negra y otra blanca.

PROCEDIMIENTO

Ponte una camisa negra y sal al sol cinco minutos, luego ponte la camisa blanca y ve al sol otros cinco minutos. Prueba con camisas de varios colores y materiales.



OBSERVA

Con la camisa negra se siente más calor que con la blanca.

EXPLÍCALO

El calor se transmite por radiación, conducción y convección. En la conducción el calor se transmite por el contacto (por ejemplo tocando una olla caliente), en la convección se transmite a través de un fluido en movimiento (el vapor que sale de la olla con agua hirviendo) y por radiación a través de ondas sin que intervenga un fluido en movimiento (al aproximarte a cualquier fuego sientes inmediatamente el calor). En este experimento intervienen los tres mecanismos: los rayos solares emiten luz y calor, el calor viaja por radiación atravesando la capa de aire de la atmósfera, cuando los rayos tocan la superficie la calientan y el aire que toca la superficie caliente se calienta por conducción, cuando el aire se calienta se expande y asciende por convección.

Los rayos solares se ponen en contacto con la camisa negra, el color negro absorbe casi todos los rayos y se calienta, mientras que la camisa blanca refleja casi todos los rayos.

APLÍCALO A TU VIDA

Los carros negros se calientan más que los de color claro. A medida que el carro se queda más tiempo expuesto al sol, más se calentará el aire en su interior.

En temporada de calor extremo puedes mejorar el clima de tu carro dejando un poco abierta la ventana. Mantén fresca tu recámara no dejando que entre el sol para que no se caliente el aire, puedes hacerlo manteniendo cerradas las cortinas.



ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

El estado del tiempo de una región depende, entre otras cosas, del tiempo de exposición a los rayos solares durante el día. En verano los días son más largos que en el invierno, mientras más dure el día más tiempo iluminará el sol y más se calentará el aire.

Como vimos con materiales de distinto color, hay colores que atrapan más radiación que otros, los oscuros más que los claros. Al porcentaje de radiación que reflejan los materiales, es decir la que no absorben, se le llama albedo (ver Tabla). Si consideramos que el aire se calienta al estar en contacto con el suelo, y viendo que las nubes reflejan gran parte de los rayos solares, entonces entendemos por qué en los días nublados hace mucho menos calor que en los días despejados. Los polos cubiertos de nieve casi no se calientan porque casi todos los rayos se reflejan y porque allí los rayos llegan muy inclinados. En los últimos años se ha derretido una parte importante del casquete polar del norte, los científicos están preocupados ya que esto indica que está subiendo la temperatura global de la Tierra. La Tierra puede absorber mayor cantidad de calor al convertirse la nieve en agua, ya que el albedo del agua es menor que el de la nieve.

	Albedo
Nieve reciente	86 %
Nubes muy brillantes	78 %
Nubes (promedio)	50 %
Desiertos terrestres	21 %
Suelo terrestre sin vegetación	13 %
Bosques (promedio)	8 %
Ceniza volcánica	7 %
Océanos	5 % a 10%

Experimento 12

EL EFECTO CORIOLIS

Posiblemente has escuchado que al vaciar el agua de un lavabo en el hemisferio norte, el agua gira en el sentido de las manecillas del reloj, mientras que cuando se hace en el hemisferio sur ocurre lo contrario. Se dice que esto es debido al efecto Coriolis. Antes que nada hay aclarar que es falso, porque la rotación no puede afectar masas tan pequeñas de agua, pero este mito ha permitido la popularización del efecto Coriolis.

El efecto Coriolis explica la desviación de la trayectoria de un cuerpo que se mueve sobre una superficie que rota. Como la Tierra tiene en su superficie aire y agua, la trayectoria del movimiento de estos fluidos se ve alterada por la rotación de la Tierra y se ha utilizado este efecto para explicar las direcciones de vientos y corrientes marinas. Para entender cómo funciona el efecto Coriolis experimentalo primero.



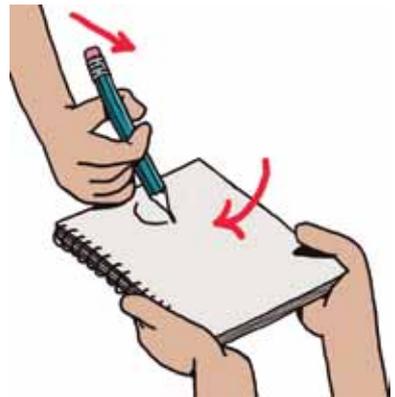
MATERIALES

Un disco giratorio, puede ser un carrusel o una hoja de papel que puedas girar con la mano. Una pelota o un lápiz.

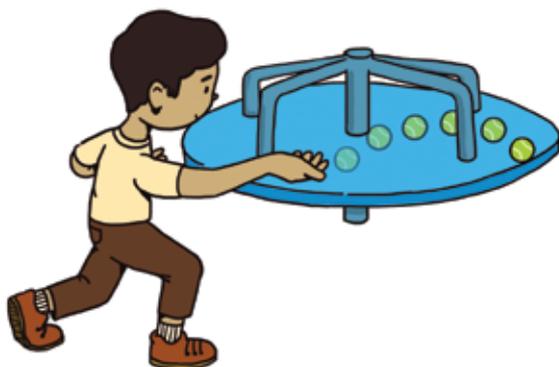


PROCEDIMIENTO

- 1** Rueda la pelota sobre el carrusel mientras éste está girando.
- 2** Primero hazlo del centro del carrusel hacia afuera y después de afuera hacia el centro. Haz girar el carrusel en sentido contrario a las manecillas del reloj.
- 3** Otra forma de hacer este experimento es tomando una hoja de



papel y pídele a alguien que dibuje una línea recta al mismo tiempo que tú giras la hoja. Prueba primero dibujando la línea de afuera hacia el centro y después del centro hacia fuera.



OBSERVA

Si aventamos la pelota (o dibujamos la línea) desde afuera hacia el centro, o desde el centro hacia afuera, las trayectorias serán curvadas en el sentido de las manecillas del reloj.

VARIANTE

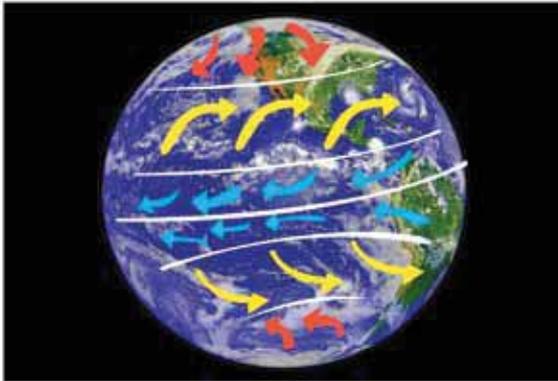
Si hacemos girar el disco en dirección en el sentido de las manecillas del reloj, las trayectorias serán en sentido contrario.

¿Cómo actúa el efecto Coriolis en la Tierra?

Nosotros giramos junto con la Tierra cuando estamos parados, pero los fluidos (aire y agua) se desplazan con distinta velocidad que la Tierra sólida.

En el ecuador los vientos y corrientes marinas se desplazan hacia el poniente. En el hemisferio norte los vientos predominantes que viajan hacia el Norte tienen una desviación hacia el Noreste, mientras que los que viajan hacia el sur se desvían hacia el Suroeste. Así, debido a la rotación de la Tierra, las corrientes y los vientos se mueven en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio norte, y al contrario en el hemisferio sur.

Si observas una imagen de satélite de la Tierra verás que los ciclones en el hemisferio norte giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. Una manera de explicar esto es que, siendo el ciclón una zona de baja presión, tiende a atraer el aire de alrededor, el cual, por el efecto Coriolis, se estaría moviendo en el sentido de las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Esto produce que la zona del centro, o sea la zona del ciclón, gire en sentido contrario como se ve en la figura. Lo mismo pasa cuando golpeas un disco giratorio con un movimiento de tu mano hacia la derecha y el disco se mueve en sentido contrario.



Experimento 13

MIDE LA CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA CON UN HILO Y UN TORNILLO

La circunferencia de la Tierra se midió por primera vez hace más de 2250 años. Eratóstenes, siendo director de la Biblioteca de Alejandría, lo hizo suponiendo dos cosas que resultaron ciertas: que los rayos del sol llegan paralelos a toda la Tierra debido a que se encuentra muy lejos y que la Tierra es redonda.



MATERIALES

1 palo recto (por ejemplo de escoba)

Aplicación Google Earth

1 plomada (1 hilo con una tuerca)

PROCEDIMIENTO

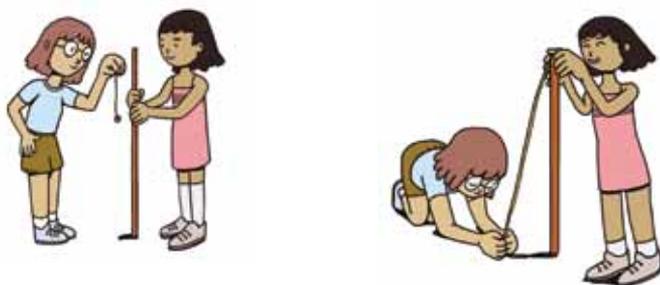
Para medir la circunferencia de la Tierra usaremos dos métodos, primero el método que utilizó Eratóstenes y otro con herramientas modernas.

Método de Eratóstenes

- 1** Se necesitan dos personas que vivan en dos ciudades distintas, una sobre el trópico de Cáncer, y la otra más o menos en distinta latitud pero sobre el mismo meridiano.
- 2** Este experimento debe de hacerse durante el solsticio de verano, un 21 de junio.
- 3** En tu ciudad, a la misma hora que el sol esté en el cenit en el trópico de Cáncer, tienes que medir el ángulo entre la dirección

de los rayos solares y el palo vertical. Para asegurar que está vertical utiliza una plomada. Por ejemplo cuelga una tuerca amarrada de un hilo.

- 4** Mide el ángulo β entre dos líneas: la primera la podrás hacer pegando un hilo en la parte más alta del palo y al final de la sombra. La segunda línea será el palo vertical. Este ángulo corresponderá al ángulo entre el trópico de Cáncer y la latitud del lugar donde harás tu medición (Figura 1). Anota el valor del ángulo β en una libreta.
- 5** Toma la medida más corta de la distancia (D) desde tu ubicación al trópico de Cáncer.
- 6** Divide 360° entre el ángulo que obtuviste. Este número (N) te dirá cuántas veces cabe el arco de tu ángulo en la circunferencia de la Tierra.
- 7** Por último, para obtener la circunferencia de la Tierra, multiplica (N) por la distancia (D) entre los dos puntos.

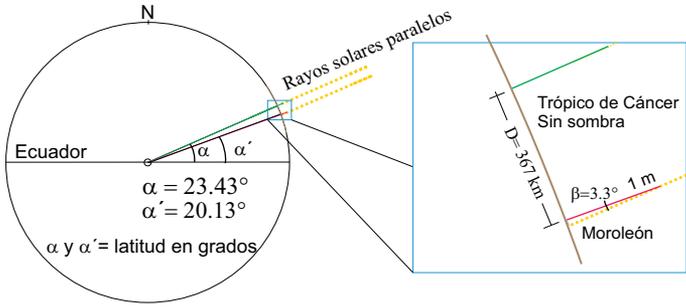


Método moderno

- 1** Ubica las coordenadas de tu ubicación. Puedes hacerlo con Google Earth, o con Google maps, o en un mapa.
- 2** Para calcular el ángulo β (punto 3 del método de Eratóstenes) resta la latitud de la ubicación de tu ciudad con la del trópico de Cáncer (23.43°). Considera que la latitud es el ángulo que hay entre dos líneas: la primera va desde

un punto de la superficie de la Tierra hacia el centro de la Tierra, y la segunda va desde el centro hasta el ecuador. Sigue los puntos 4, 5 y 6 del método de Eratóstenes. Como verás, el método es básicamente el mismo, solo que la medición del ángulo es diferente.

Puedes medir la Tierra con un método y comprobar si lo hiciste correctamente con el otro método.



EJEMPLO

En la ciudad de Moroleón, el día 21 de junio del 2019 medimos a las 13:50 (hora en que el sol está en el cenit en el trópico de Cáncer a esa latitud) la sombra de un palo vertical de 1 m de alto. La sombra midió 6.2 cm y el ángulo (entre la latitud del trópico de Cáncer y la latitud donde se ubica Moroleón) obtenido fue $\beta = 3.3^\circ$.

Si consideramos que la Tierra es una esfera y por eso tiene 360° , entonces 3.3° cabe 109 veces para dar la vuelta completa ($N=109$). Si sabemos que Moroleón está a 367 km del trópico de Cáncer, entonces 109×367 km nos dará que la circunferencia de la Tierra será de 40 003 km. Es bastante cercano al valor estimado actualmente de 40 075 km.

Nada mal, si se considera que se midió la sombra de un palo vertical de 1 m, conociendo el día del solsticio de verano, la hora en que el sol está en el cenit en el trópico de Cáncer y con la medida de la distancia (D) en Google Earth.

ESTE EXPERIMENTO EN LA HISTORIA

Desde el siglo V a. C. los griegos ya suponían que la Tierra era esférica por las siguientes razones: 1) por un principio estético, la Tierra tenía que ser perfecta; 2) puesto que todos los cuerpos que caen tienden a ir hacia el centro, con el tiempo todas las partículas se debieron de agregar en una esfera y 3) los eclipses de luna revelaban que la sombra de la Tierra sobre la luna era circular, y 4) la forma circular de la Luna.

Eratóstenes de Cirene nació en el año 276 antes de Cristo, y murió en Alejandría en el año 194 antes de Cristo. En su época se sabía que en la ciudad de Aswan, el día del solsticio de verano, los obeliscos no producían sombra al mediodía. Él, que se encontraba en la ciudad de Alejandría, notó que en esa misma fecha los obeliscos sí producían sombra a mediodía. Con esta información y midiendo la distancia entre las dos ciudades él pudo medir la circunferencia de la Tierra hace más de 2250 años.

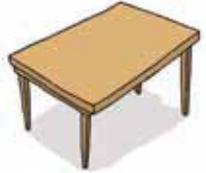


EXPERIMENTOS SOBRE FUERZA Y ENERGÍA

Experimento 14

EN LA RESBALADILLA

¿Te has fijado? Cuando bajas en una resbaladilla, mientras más inclinada y larga esté, más rápido bajarás.



MATERIALES

- 2 tubos PVC de 2 m de largo (C-PVC de 1/2")
- 5 canicas
- 1 regla
- 1 plumón
- 1 mesa
- 2 libros igual de gruesos o ladrillos



PROCEDIMIENTO

- 1 Coloca los libros (o ladrillos) bajo las patas de uno de los extremos de la mesa para inclinarla.
- 2 Pon los dos tubos unidos con tela adhesiva sobre la mesa, para que el canal formado por su unión sirva de riel a las canicas.
- 3 Marca uno de los tubos cada 30 cm.
- 4 Coloca una canica en la parte más alta de los tubos y suéltala, verifica que rueda hasta el piso.





- 5 Toma el tiempo (desde el inicio hasta cada marca) con el cronómetro y anótalo en una tabla parecida a la de la siguiente página.
- 6 Repite el procedimiento varias veces.

OBSERVA

A medida que rueda la canica hacia abajo, el tiempo que tarda entre cada marca es menor, es decir la canica avanza cada vez más rápido recorriendo la misma distancia en menos tiempo.

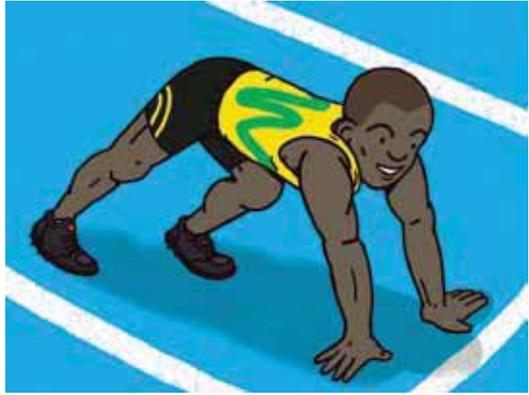
Al cambio de velocidad se le llama aceleración.

Tabla

	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	Diferencia de tiempo entre distancias consecutivas
30 cm						
60 cm						
90 cm						
120 cm						
150 cm						
180 cm						

APLÍCALO A TU VIDA DIARIA

La velocidad se define por la cantidad de distancia recorrida en una unidad de tiempo. Por ejemplo, Usain Bolt tiene el record mundial de carrera de 100 m al recorrerlos en tan solo 9.58 segundos. Su velocidad promedio es equivalente a 10.44 m/s, o bien a 38 km/h. Pero sabemos que Bolt inició la carrera desde una velocidad cero y fue aumentando su velocidad paulatinamente. Al cambio de velocidad se le conoce como “aceleración”. Se ha calculado que Bolt terminó su carrera de 100 m a una velocidad de 45 km/h, y que su aceleración máxima se dio en el primer segundo alcanzando un valor de 9.5 m/s^2 . Casi el mismo valor



que la aceleración de la gravedad que es de 9.8 m/s^2 . La diferencia es que la aceleración de la gravedad es constante, mientras que la de Bolt fue disminuyendo con el paso del tiempo. Considera que ambas aceleraciones están afectadas por la resistencia del aire.

Tú has sentido la aceleración cuando corres o cuando el camión acelera, lo sientes como un empujón hacia atrás. También hay aceleración al frenar. La aceleración de la gravedad la sientes cuando vas en bicicleta en una bajada, o cuando te echas un clavado.

ESTE EXPERIMENTO EN LA HISTORIA

Galileo estaba tratando de entender cómo se comportaban los cuerpos cuando caían, pero lo hacían muy rápido, más o menos un objeto tarda un segundo en caer de diez metros de altura. Por eso ideó un experimento: haría rodar una esfera en un plano inclinado, mientras menos inclinado estuviera, más tardaría en llegar abajo y podría tomar medidas del tiempo con mayor precisión.

Con un experimento parecido a este, Galileo descubrió que la velocidad de caída cambiaba con el tiempo y que la aceleración no tiene que ver con el peso del objeto que cae (ver experimento ¡Bajan!). Como él era muy listo lo puso en lenguaje matemático: la distancia que recorre un cuerpo que cae es proporcional al tiempo transcurrido elevado al cuadrado ($d=at^2$).

Gracias a Newton ahora conocemos que la fuerza de gravedad es igual a la masa por la aceleración de la gravedad, y que el valor de esta aceleración en caída libre en la Tierra, en ausencia de aire, tiene un valor cercano a 9.8 m/s^2 . Se puede visualizar notando que distancias iguales cada vez se recorren en menos tiempo o bien, que en el mismo tiempo se recorre cada vez más distancia.

Experimento 15

PRÉNDETE

La pila es una fuente de energía eléctrica, en ella se transforman reacciones químicas en energía eléctrica. Funciona cuando ciertos metales distintos entran en contacto con una solución ácida o salina. Puedes construir una pila con papas y otros materiales que se pueden conseguir en la tlapalería.

MATERIALES

Tres papas

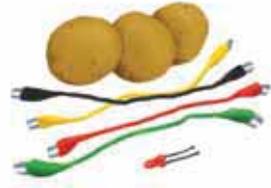
1 diodo emisor de luz (led)

3 tubos delgados (o alambres gruesos) de cobre

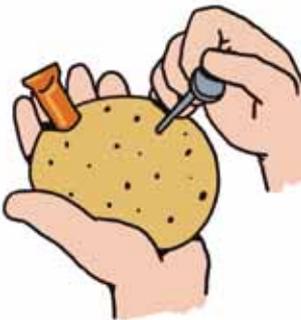
1 trozo de lija (para el tubo de cobre)

3 clavos medianos (o clips grandes) de fierro galvanizado

4 cables con caimanos



PROCEDIMIENTO



- 1** Introduce un clavo y un tubito de cobre en una papa para formar una pila, las terminales eléctricas son el clavo galvanizado (-) y el tubito de cobre (+).
- 2** Conecta el led a las terminales de tu papa usando los cables con caimanos, cuidando que la patita "+" del led vaya al tubito de cobre y la patita "-" al clavo. Nota que, aunque la conexión sea

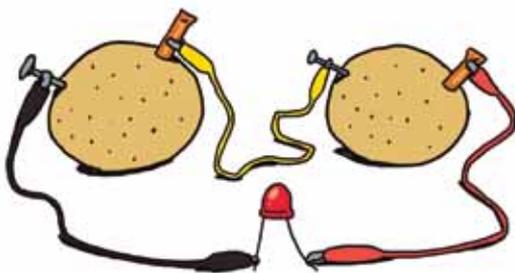




correcta, el led no encenderá porque se requieren al menos 1.5 volts y sólo obtienes aproximadamente 0.9 volts con una papa.

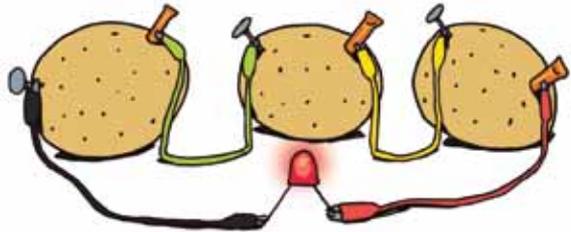
El led lo utilizarás como detector y medidor relativo del voltaje y de la potencia eléctrica de tu pila de papas, ya que es una especie de foquito que prende con muy poca energía eléctrica, pero sólo si se conecta adecuadamente. Debes identificar sus patitas como positiva (+) y negativa (-), observando al led con sus patitas hacia ti. La negativa es la más cercana a un lado plano en la base del led, mientras la positiva queda más cerca de la parte circular de dicha base. También debes tener en cuenta que el led enciende normalmente con 2 volts y 0.015 amperes de corriente, aunque puede encender tenuemente con 1.5 volts y menor corriente.

3 Para lograr encender el led necesitas al menos dos papas conectadas en serie, para que se sumen sus voltajes y obtengas el equivalente a una



pila de $0.9 + 0.9 = 1.8$ volts. Para la conexión en serie utiliza un cable con caimanes y une un tubito de cobre con el clavo de la otra papa (uniste "+" con "-"). Así, el clavo y tubito restantes en cada una de las papas corresponden a las terminales "-" y "+" de tu pila de 1.8 volts. Si ahora vuelves a conectar adecuadamente el led a tu pila de dos papas, notarás que éste enciende débilmente porque apenas has alcanzado el voltaje requerido.

4 Prueba encender el led conectándolo a tres papas en serie. Así tendrás una pila de 2.7 volts. Notarás que ahora el led enciende con más intensidad, pero no es la máxima, por lo que es recomendable oscurecer su entorno con tu mano o con un poco de cinta de aislar.



OBSERVA

La intensidad con que prende el led no sólo depende del voltaje aplicado (más papas en serie = más voltaje), sino que también depende de la corriente que hay en el circuito, la cual es suministrada por las papas según el área de contacto con los metales que introdujiste.

Con el led encendido por tu pila de tres papas, sumerge más los seis electrodos y después jala alguno(s) de ellos hasta que quede a punto de salir de la papa. Observa los cambios en la intensidad del led.

¿QUÉ PUEDE FALLAR?

Los tubitos de cobre pueden traer impurezas que afecten el funcionamiento de tu pila. Lija los tubos de cobre pero NO lijes los clavos, pues les quitarías el galvanizado que está hecho a base de zinc, el cual es el otro metal necesario para tu pila. Otra cosa que puede fallar es que la conexión esté al revés, es decir, que el positivo del led no coincida con el positivo (tubo de cobre) de tu pila de papas.

EXPLÍCALO

Cada papa es una pequeña pila eléctrica donde los metales son los electrodos y el ácido natural de su interior es el electrólito. El tubito de cobre desprende electrones, por lo que se le conoce como electrodo positivo, mientras que el clavo galvanizado atrapa electrones, por lo que se carga negativamente.

Para que prenda un led, un foco, o un aparato eléctrico, debe de haber un circuito cerrado de corriente eléctrica. El voltaje que se genera en la papa se debe a la reacción de los metales con el electrólito (ácido fosfórico); la disponibilidad de corriente depende tanto del área de las reacciones químicas (se nota al sumergir más los electrodos en las papas) como de qué tan fuertes sean dichas reacciones. En las pilas comerciales se usan ácidos agresivos que son peligrosos y contaminantes.



APLÍCALO A TU VIDA

Hay pilas pequeñas como las llamadas “de botón” que se usan en algunos relojes, calculadoras y linternas con leds. Otras son de tamaño AAA, AA, C, o D que se usan en linternas con focos incandescentes o en aparatos o juguetes que tienen motorcitos eléctricos. Todas estas pilas proporcionan 1.5 volts, pero su tamaño refleja la cantidad de corriente que pueden suministrar y el tiempo o duración que pueden mantener dicha corriente.

En toda fuente de energía eléctrica no sólo es importante el voltaje que proporciona, sino también la potencia de la misma. La potencia eléctrica se calcula multiplicando el voltaje por la corriente.

Experimento 16

CONDUCTORES

En este experimento verás que la electricidad se transforma en luz, calor y movimiento. Además, podrás distinguir los materiales que conducen electricidad de aquellos que no lo hacen porque son aislantes eléctricos. También podrás notar que hay materiales intermedios, es decir, que conducen la electricidad con cierto grado de dificultad, sin llegar a ser completamente conductores o aislantes.

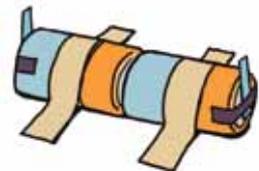
MATERIALES

- 2 pilas de 1.5 volts
- 1 led de alta brillantez (para 3.3 volts)
- 1 motor eléctrico de 3 volts c.d.
- 3 cables con caimanes
- 1 foquito de rosca de tipo incandescente (2.2 volts, 0.25 amperes)
- papel aluminio, moneda, papel, madera, plástico, cinta adhesiva.
- 1 lápiz del No. 2 o 2 1/2.



PROCEDIMIENTO

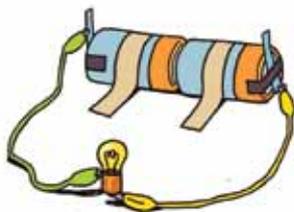
- 1 Del papel aluminio, corta dos cuadrados y enróllalos para formar dos segmentos conductores. Pega uno de ellos al polo "+" de una pila y el otro al polo "-" de la otra pila.
- 2 Pega las pilas a la mesa, una atrás de la otra, uniendo los polos que no tienen segmentos conductores de aluminio. Estos quedan en los extremos de la batería que formas con las dos pilas en serie, cuyo voltaje es de $2 \times 1.5 = 3$ volts.



3 Conecta un caimán con cable a cada polo de la batería, teniendo cuidado que los caimanes restantes de cada cable no se junten, ya que esto provocaría un corto-circuito y las pilas se descargarían rápidamente.



4 Para recrear una linterna antigua de dos pilas en serie, conecta con cuidado los caimanes libres al foquito incandescente. Un caimán debe tocar la rosca del foquito y el otro al polo central del casquillo. Observa que el foco prende y si lo mantienes así durante 1 ó 2 minutos, también notarás que se calienta un poco. La energía eléctrica se está transformando en luz y calor.



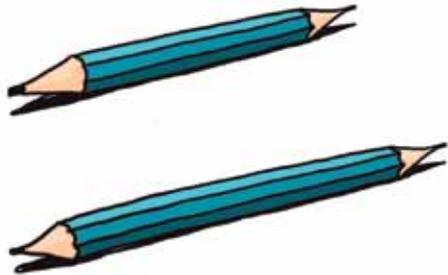
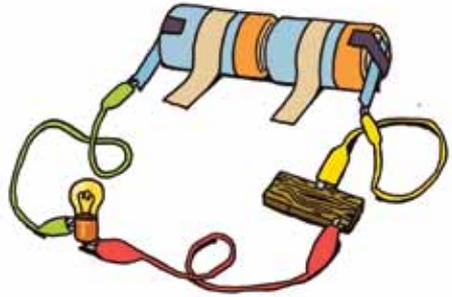
5 Para tener una linterna reciente, sólo reemplaza el foquito por el led de alta brillantez. El led tiene polaridad, según viste en el experimento anterior. Si no prende, invierte la conexión a sus patitas. Observa que su intensidad luminosa es similar a la del foquito, pero casi no se calienta, aunque lo mantengas mucho tiempo encendido.

6 Desconecta el led de alta brillantez y en su lugar conecta ahora el motor. Notarás que gira inmediatamente, pues la energía eléctrica que recibe la transforma en movimiento circular de su eje. Observa el sentido del giro y verifica que este se puede cambiar si inviertes la conexión a las terminales del motor.



Materiales conductores

7 Vuelve a usar el foquito (como en el paso 4), pero agrega otro cable con caimanes al circuito, para que puedas intercalar distintos materiales y ver si la corriente eléctrica pasa o no por cada uno de ellos. Prueba con trozos pequeños de plástico, papel aluminio, papel para escribir, metal (la moneda), cinta adhesiva, madera y grafito. Este último está en el lápiz y merece la atención especial que verás en el paso 8; es decir, déjalo para el final. Cada vez que intercales un material en



el circuito, anota si el foco prende normalmente o no. Si el foco prende, el material que pusiste es buen conductor eléctrico; en caso contrario (foco apagado), el material es aislante de la electricidad.

8 Por último, corta dos trozos del lápiz de aproximadamente 5 y 10 cm de longitud.

A cada uno de ellos sácale punta en ambos extremos, para dejar al descubierto el grafito, como si quisieras escribir con uno y otro extremo del lápiz. Así, tienes un lápiz pequeño y otro relativamente grande, cada uno de ellos con doble punta.

Toma primero el lápiz pequeño e intercálalo en el circuito anterior. Cuida que los caimanes muerdan directamente las puntas del lápiz (el grafito); es decir, que no se interponga la madera. Observa la intensidad con que prende el foquito, en comparación a cuando intercalaste un material conductor (la moneda o el papel aluminio). Repite lo anterior pero ahora con el lápiz grande y adicionalmente trata de distinguir con que lápiz prendió mejor el foquito.



EXPLÍCALO

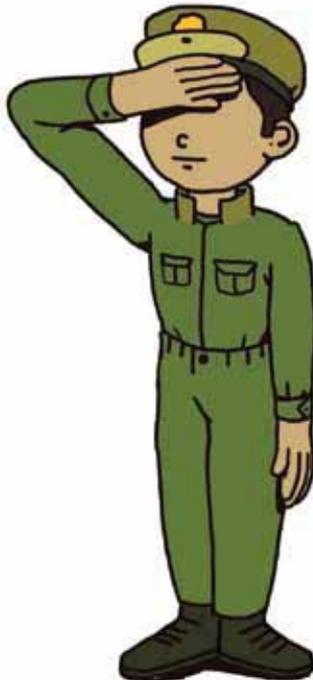
Cuando sólo hay cables en tu circuito cerrado, prácticamente no hay impedimento para que fluya toda la corriente que el foquito requiere (0.25 amperes), ya que los cables y caimanes metálicos son buenos conductores de la electricidad. Por ello el foquito prende a su máxima intensidad.

La madera (como la del lápiz) impide o se resiste al paso de corriente por ser un buen aislante eléctrico, aun cuando sea un pedazo pequeño. Cuando intercalaste la madera, es como si el circuito siempre estuviera abierto en esa parte, por eso el foquito no prendió.

En el lápiz, la madera sólo es un soporte o contenedor de una barra de grafito, que es lo que queda en el papel cuando escribes. El grafito es un material no completamente aislante de la electricidad y tampoco buen conductor de la misma. Presenta una oposición al paso de la corriente, llamada "resistividad eléctrica", la cual

es una propiedad de todos los materiales. Así, se puede decir que los materiales aislantes tienen una resistividad muy grande (prácticamente infinita), mientras que en los conductores la resistividad es muy pequeña (casi nula).

Al usar algún trozo de material (como el grafito del lápiz), además de su resistividad se involucra su largo y su espesor, formándose una “resistencia eléctrica” que aumenta con la longitud y disminuye con el espesor. En los dos trozos de lápiz analizados, el grafito tuvo el mismo espesor pero la longitud del trozo grande fue aproximadamente el doble de la del pequeño. Por ello el lápiz grande presentó el doble de la resistencia del lápiz pequeño, lo cual permitió más corriente a través de este último (el pequeño) y en consecuencia el foquito prendió con mayor intensidad que con el lápiz grande.



Experimento 17

HÁGASE LA ELECTRICIDAD

Algunos de los aparatos eléctricos más comunes que usamos o vemos en la vida diaria son la licuadora, aspiradora, computadora, radio, carro, lámpara, tostador, molino, ventilador, elevador, cafetera, horno de microondas, refrigerador, secadora de pelo, plancha de ropa, máquina de coser, calculadora, batería del carro, taladro, despertador, juguetes, calentador, estufa, reloj, plancha para tortas, batidora, cañón de proyección, sacapuntas eléctrico, y accesorios del coche (faros, limpiadores, motor de arranque). Podemos decir de esto que la electricidad nos ayuda a generar movimiento, luz, calor y sonido. En este experimento lo haremos al revés, de un motor generaremos electricidad.

MATERIALES

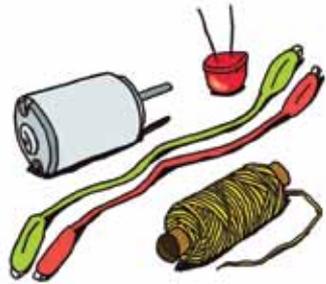
1 Motor eléctrico de 3 V a 6 V de corriente directa

2 cables-caimán de colores diferentes

1 led

hilo

cinta adhesiva



PROCEDIMIENTO

- 1 Identifica todas las partes del motor: eje, carcasa y terminales eléctricas.
- 2 Conecta a cada terminal del motor un cable con caimán y un led en el otro extremo, sin importar de momento la polaridad del led, pero anota como lo conectaste (por ejemplo: la patita más larga del led al cable rojo y la más corta al cable negro). Los motores de corriente directa



están polarizados según el sentido en que giran, así como el led tiene polaridad de encendido. Este experimento también te servirá para conocer dichas polaridades.

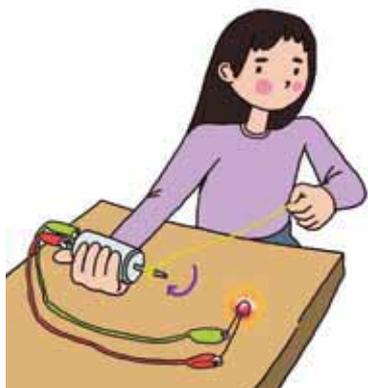
- 3 Enrolla un hilo en el eje del motor. Pon atención en que sentido enrollaste el hilo.
- 4 Haz girar el eje a una gran velocidad jalando el hilo rápidamente.



OBSERVA

El led encenderá momentáneamente, si la conexión del led correspondió al sentido en que hiciste girar el eje del motor. Si el

led no encendió, prueba nuevamente, pero ya sea enrollando el hilo en sentido contrario, o intercambiando las conexiones del led. Sólo haz uno de dos aspectos, porque si haces ambos mantienes la polaridad original.



EXPLÍCALO

Para entender como se genera la electricidad debes de conocer la ley de la conservación de la energía: "La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma". En un motor eléctrico se transforma la energía eléctrica en energía cinética (o sea relacionada al movimiento). En este experimento estamos transformando la energía cinética en energía eléctrica.



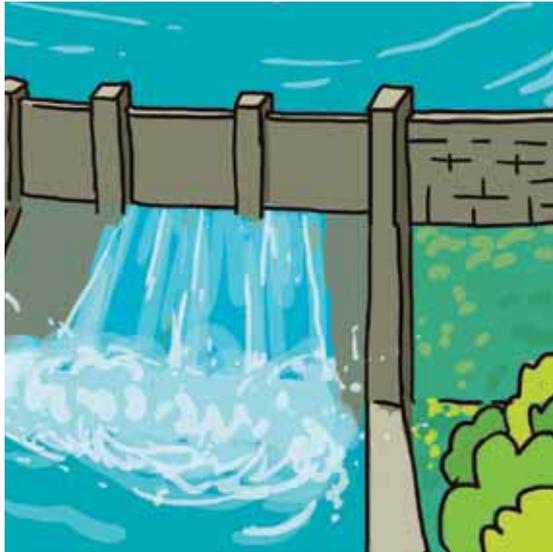
¿QUÉ PUEDE FALLAR?

Si el eje del motor no gira lo suficientemente rápido el led no se prenderá. El hilo puede resbalarse, si esto sucede pega un pedazo de cinta adhesiva al eje antes de enrollar el hilo.

Si alguien cortó previamente las patitas del led, también puedes averiguar la polaridad de este mirando su interior a contra luz. Notarás un electrodo con mayor área y volumen, mientras que el otro electrodo es más pequeño. Este último corresponde a la terminal positiva (+) y el de mayor área es el polo negativo (-).

APLÍCALO A TU VIDA DIARIA

Gran parte de la energía eléctrica que se utiliza en las ciudades se genera con este mismo principio. Es necesario que haya una fuerza sobre una turbina (máquina que tiene paletas o hélices) para que haga girar un eje; y, éste a su vez, haga girar un generador eléctrico (en este caso, el motorcito usado al revés). Para hacer girar la turbina se puede utilizar una caída de agua, como en una presa; o bien, se puede calentar agua para que genere vapor y la presión del vapor pueda hacer girar una turbina.



AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a los Dres. Achim M. Loske Mehling, Angel F. Figueroa Soto, Manuel Lozano Leyva, Marina Manea, Vlad Manea, Fernando García y Miguel de Icaza quienes revisaron la parte técnica del trabajo. También le agradecemos a Jorge Escalante González, Paola A. Botero Santa, Alexis del Pilar Martínez, Patricia Alaniz, Fabricio Sánchez "Faboc", Evangelina Rice, Adriana Myers, Juan Carlos Mesino y Janet Sánchez quienes se aseguraron que los experimentos pudieran reproducirse con las explicaciones del texto. Elizabeth Rangel y Angélica Díaz Bahena revisaron la versión final de este libro.

Acerca de los autores

Susana A. Alaniz Álvarez

Estudió la carrera de Ingeniería Geológica y obtuvo su doctorado en Ciencias de la Tierra en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es Investigadora Titular "C" en el Centro de Geociencias, y es profesora del Posgrado y de la licenciatura de Ciencias de la Tierra en el campus Juriquilla de la UNAM. Es autora de 77 publicaciones científicas. Pertenece a la Academia Mexicana de Ciencias, es nivel III del Sistema Nacional de Investigadores y es Académica de número de la Academia de Ingeniería.

Ángel Francisco Nieto Samaniego

Obtuvo su doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con especialidad en Tectónica. Investigador Titular "C" y profesor de Posgrado en el Centro de Geociencias de la UNAM. Fue presidente de la Sociedad Geológica Mexicana y editor del Volumen Conmemorativo del Centenario de dicha sociedad. Es nivel III del Sistema Nacional de Investigadores, miembro de la Academia Mexicana de Ciencias y pertenece a comités editoriales de revistas científicas nacionales y extranjeras. Ha publicado 80 trabajos científicos y 12 de divulgación.

Francisco Fernández Escobar

Físico egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM y obtuvo su Maestría en Ciencias (Física) en la misma institución. Como Físico experimental ha laborado en la UNAM desde 1976 a la fecha, dedicado a la tecnología científica y a la docencia. Ha estado adscrito a la Facultad de Ciencias (1976-1986) y al Instituto de Física (1986-2001), en Cd. Universitaria, con actividades primordiales en instrumentación electrónica. En los últimos 18 años se ha dedicado a la experimentación con ondas de choque, en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada de la UNAM, campus Juriquilla Qro., donde también es profesor del Posgrado en Ciencia e Ingeniería de Materiales.

Luis David Morán

Nació en el Distrito Federal (ahora Cd. de México) en 1984. Estudió diseño gráfico y se graduó en 2009 de la Universidad del Valle de México. Ha colaborado con la UNAM, así como para distintos proyectos museográficos y de cultura para el Gobierno del Estado de Querétaro. Ha participado en exposiciones colectivas en México y Suecia. En 2012 realizó una residencia artística en la Cité des Arts en París Francia. Actualmente trabaja como pintor e ilustrador independiente en la ciudad de Querétaro.

Bibliografía

Alaniz-Álvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., 2012, Experimentos simples para entender una Tierra complicada: 1: La presión atmosférica y la caída de los cuerpos, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 20 p. 2ª. edición, ISBN: 978-607-02-3189-6.

Alaniz-Álvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., 2008, Experimentos simples para entender una Tierra complicada: 3: ¡Eureka! los continentes y los océanos flotan, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 28 p., ISBN: 978-970-32-5410-1.

Alaniz-Álvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., de Icaza-Herrera, M., 2008, Experimentos simples para entender una Tierra complicada: 4: El clima pendiente de un hilo, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 30p. ISBN: 978-970-32-5420-0.

Boorstin, D., 1997, Los descubridores. 1.ª edición. Barcelona: Editorial Grijalbo Mondadori.

Cerca, M. Carreón-Freyre, D., 2008, Experimentos simples para entender una Tierra complicada: 6: La medición de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 30 p. ISBN: 978-607-02-0662-7.

Fernández-Escobar, F., y Alaniz-Alvarez, S.A., 2015, Experimentos simples para entender una Tierra complicada: ¡A la Carga! Experimentos sobre electricidad y magnetismo, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 20p. 2ª. edición: 15600 ejemplares), 40 p., ISBN: 978-607-02-7242-4.

Gómez, J. H., Marquina, V., & Gómez, R. W., 2013, On the performance of Usain Bolt in the 100 m sprint. *European journal of physics*, 34(5), 1227.

Prior, B. M., Modlesky, C. M., Evans, E. M., Sloniger, M. A., Saunders, M. J., Lewis, R. D., & Cureton, K. J., 2001. Muscularity and the density of the fat-free mass in athletes. *Journal of Applied Physiology*, 90(4), 1523-1531.



La impresión de este libro fue financiada por la Secretaría de Educación de Guanajuato



En este libro encontrarás 17 experimentos de la serie “Experimentos simples para entender una Tierra complicada” que pretenden apoyar el aprendizaje de temas relevantes de Primaria. Con los experimentos de este libro podrás aprovechar al máximo cosas que se consideraban, hasta antes de hoy, plásticos de un solo uso. Qué mejor manera que reciclar que usar los materiales de uso cotidiano y reciclables como material de laboratorio científico. Aquí aprenderás a medir el diámetro de la Tierra con un palo de escoba; a demostrar la rotación de la Tierra con un hilo y una tuerca sin mirar los astros y también como hacerlo viendo los astros; y, con dos botellas de plástico entenderás por qué los objetos se aceleran durante su caída. Con materiales un poco más sofisticados podrás hacer experimentos para transformar la electricidad en movimiento y el movimiento en electricidad.

