

EXPERIMENTOS SIMPLES PARA ENTENDER UNA TIERRA COMPLICADA



CIENCIAS DE LA TIERRA PARA PRIMARIA II

SUSANA A. ALANIZ ÁLVAREZ
ÁNGEL F. NIETO SAMANIEGO
JUAN MARTÍN GÓMEZ GONZÁLEZ

ILUSTRACIÓN: CECILIA NIETO SAMANIEGO

Universidad Nacional Autónoma de México

Enrique Luis Graue Wiechers
Rector

Leonardo Lomeli 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
Juan Martín Gómez González
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

II

Susana A. Alaniz Álvarez

Ángel F. Nieto Samaniego

Juan Martín Gómez González

Ilustración: Cecilia Nieto Samaniego

ÍNDICE

Introducción	5
--------------------	---

EL AIRE COMO GAS Y MATERIA

Experimento 1. Cómo atravesar un globo sin que se reviente	7
Experimento 2. El vaso que no tira el agua	10
Experimento 3. Bajo el agua y sin mojarse	12
Experimento 4. Cambiando de aire	16
Experimento 5. Ondas que viajan en el aire: El sonido	20

LOS CUERPOS CELESTES Y EL CIELO OBSERVABLE

Experimento 6. ... y sin embargo se mueve	24
--	----

EL CALOR COMO ENERGÍA

Experimento 7. Tiempo de exposición al sol	27
Experimento 8. ¿Cuánta energía se requiere para cambiar tu temperatura? ..	28

LA GRAVEDAD COMO FUERZA

Experimento 9. ¡¡¡Bajan!!!	34
Experimento 10. ¿Cuál cae primero?	36

Experimento 11.	
Viaje al centro de la Tierra	39
Experimento 12.	
¿Qué pesa más?	42

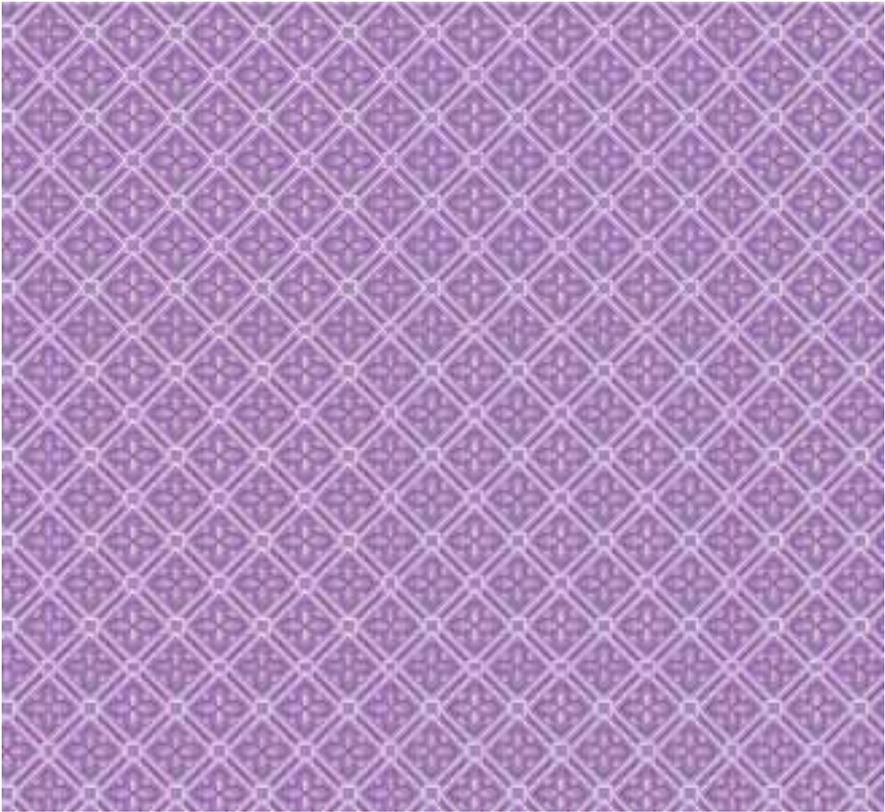
LA ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO COMO FUERZAS

Experimento 13.	
Con la carga a cuestas	49
Experimento 14.	
¿Cuál es el norte de un imán?	53
Experimento 15.	
Cambiando el curso	57
Experimento 16.	
Experimento de las gotas de aceite de Millikan	58

Bibliografía	61
------------------------	----

Agradecimientos	61
---------------------------	----

Acerca de los autores.	62
--------------------------------	----



Introducción

En esta segunda contribución se pretende enseñar cómo se comporta el aire como gas y materia; de dónde proviene el calor que calienta el día y cómo lo hace; cómo se transmite el calor que proviene de varias fuentes; qué ha hecho que la Tierra esté en capas, cómo se modifica el peso de un cuerpo sin cambiar la masa; y algunos ejemplos de cómo se utiliza el electromagnetismo para mover objetos. En cada experimento se muestra un ejemplo de estos fenómenos en la vida cotidiana y dónde lo podemos observar en la naturaleza.

**EL AIRE
COMO GAS
Y MATERIA**

1. Cómo atravesar un globo sin que se reviente

MATERIALES

- 1 alfiler o palillo con punta
- 2 globos
- cinta adhesiva



PROCEDIMIENTO

- 1** Infla los globos.
- 2** Pica con el alfiler uno de los globos en la parte media.
- 3** Ahora pica el otro globo en cualquiera de las dos puntas.
- 4** Prueba este experimento con una liga y unas tijeras.



OBSERVA

Cuando picas el globo por la mitad se revienta. Cuando lo picas por los extremos, aparentemente no pasa nada. Si te acercas, verás que el aire está escapando suavemente por el agujero que hiciste con el alfiler.

VARIACIÓN

- Pega una cinta adhesiva a la mitad del globo y pícalo, ¿se rompe?



Si el globo está muy inflado, se romperá sin importar donde lo piques, si está poco inflado, puede que no estalle aunque lo perfores por la mitad.

EXPLÍCALO

El aire que introduces con tu boca en el globo hace que sus paredes se estiren en unos lugares más que en otros. El aire que está dentro del globo ejerce presión igual en todas direcciones; mientras más aire tiene el globo, éste estará sujeto a mayor presión. El material que está a la mitad del globo está estiradísimo, cerca de su límite de ruptura, lo que facilita su ruptura; mientras que en los extremos el material todavía es muy fuerte para romperse. Si refuerzas el globo con la cinta adhesiva no explota.



El aire, como cualquier fluido, siempre fluye del sitio donde hay mayor presión al de menor presión. Observa cómo sale el aire del globo por el agujerito que hiciste en las puntas.

APLÍCALO A TU VIDA

Cuando un material se estira y vuelve a su estado original sin cambiar de forma, se le conoce como deformación elástica, como ocurre con una liga. Las pelotas rebotan porque cuando pegan en el suelo se deforman, cuando están recuperando su forma hay un empuje en el sentido contrario.

ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

Cuando ocurre un sismo, la superficie de la Tierra se deforma elásticamente. El movimiento que sientes es debido a un cambio de forma momentáneo debido al paso de las ondas sísmicas.

LA DENSIDAD DEL AIRE

En la atmósfera, la presión, temperatura y densidad del aire son inversamente proporcionales a la altura. A mayor altura, menor presión, menor temperatura y menor densidad. Dentro de la corteza terrestre, la presión, temperatura y densidad de las rocas son directamente proporcionales a la profundidad. A mayor profundidad, la temperatura, presión y densidad serán mayores.

Con este experimento se puede ver que con la misma cantidad de aire los globos pueden inflarse más o menos dependiendo de la resistencia del material. El aire tendrá una densidad (masa entre volumen) mayor dentro de un globo muy resistente. Dentro del globo la presión del aire será igual en todas las direcciones y estará a temperatura constante.

Ley de Boyle

«A temperatura constante, los volúmenes ocupados por un gas son inversamente proporcionales a las presiones a las que está sometido».

2. El vaso 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 vaso con agua

1 pedazo de papel

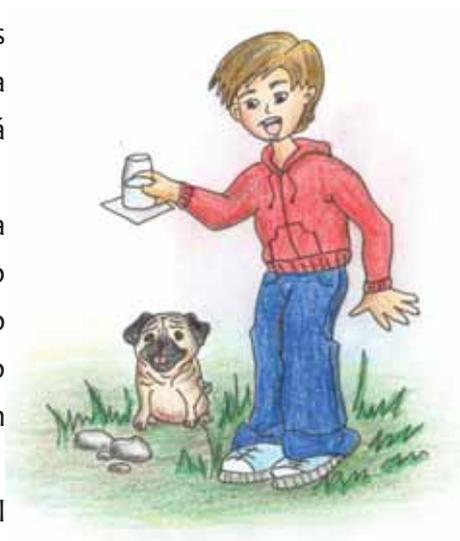


PROCEDIMIENTO

1 Tapa el vaso con agua con un pedazo de papel más grande que su boca, procura que se moje el papel que está en contacto con el vaso.

2 Pon una mano bien extendida sobre el papel y voltéalo boca abajo; retira la mano que sostiene el papel pero sigue sosteniendo el vaso sin presionarlo.

3 De preferencia hazlo en el patio por si no funciona el experimento.



OBSERVA

El agua no se cae aunque el vaso esté boca abajo, aunque esté lleno, aunque esté medio vacío.

Este experimento puede fallar si entra aire al vaso.

EXPLÍCALO

Se puede decir que el agua del vaso no se tira por dos motivos: por la presión del aire de la atmósfera, y por la tensión superficial. Evaluemos las dos causas.

La tensión superficial es la fuerza que ocurre entre las moléculas de un fluido en el contacto con un gas (por ejemplo agua y aire); las moléculas que están en la superficie no tienen más remedio que unirse con otras, lo que hace que se forme una capa más fuerte.

La presión atmosférica es el peso del aire por unidad de área. La tensión superficial es relativamente muy pequeña comparada con la presión atmosférica. A nivel del mar si estiras tu mano cargará aproximadamente 25 kilos de aire; está en todas partes, no puedes huir de ella. La tensión superficial del agua es mucho más pequeña, una gota es un ejemplo de tensión superficial y la puedes romper con un dedo.

Para evaluar cuál de las dos causas es más importante puedes hacerle un agujerito a tu vaso y notarás que cuando el aire del vaso se pone en contacto con el aire de afuera se cae el agua. La tensión superficial no es suficiente para sostener el agua del vasito pero ayuda a que no se meta el aire.

APLÍCALO A TU VIDA

¿Has escuchado a la gente decir “... eso fue la gota que derramó el vaso”? ¿Sabes que significa?

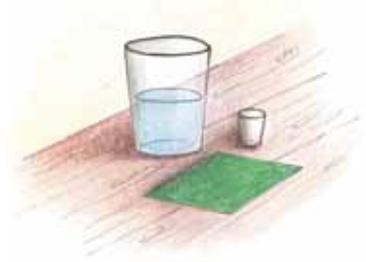
Lo puedes experimentar en carne propia llenando un vaso poco a poco, gota a gota, notarás que el agua podrá sobrepasar el borde del vaso y de repente, con una gota más, el agua que está sobre el borde se derramará.

3. Bajo el agua y sin mojarse

El aire siempre trata de escapar hacia arriba mientras que el agua fluye hacia abajo.

MATERIALES

- 1 cubeta o un vaso grande con agua
- 1 vaso pequeño
- 1 pedazo de papel



PROCEDIMIENTO

- 1** Mete el pedazo de papel en el vaso pequeño arrugándolo y apretándolo en el fondo.
- 2** Sumerge el vaso (con el papel) boca abajo dentro de la cubeta con agua hasta que quede completamente sumergido.
- 3** Saca el vaso del agua.



Si el vaso no entra de manera vertical al agua, el aire podrá salir del vaso y el agua mojará el papel. El vaso se puede voltear fácilmente si no se sujeta firmemente.

OBSERVA

El papel sale completamente seco.

EXPLÍCALO

El aire que está dentro del vaso se sumerge en el agua junto con el papel, intenta salir por arriba pero la base del vaso pequeño se lo impide. El aire se comprime contra el fondo del vaso e impide que el agua suba y moje el papel.

La presión dentro de un líquido actúa con la misma intensidad en todas direcciones y en todos los puntos; el aire asciende porque, al ser mucho menos denso que el agua, tiende a flotar sobre ella, es decir, se moverá hacia arriba.

Los materiales ascienden o se hunden a distintas velocidades. Hemos escuchado que la velocidad de caída de un cuerpo en el vacío es independiente de su peso, forma y densidad. Tal vez lo hayas visto cuando en la luna, que prácticamente no tiene atmósfera, el astronauta dejó caer un martillo y una pluma y cayeron al mismo tiempo. Sin embargo, en un fluido como el aire o el agua, la velocidad de caída depende del contraste de densidades entre el cuerpo y el fluido, de la forma del objeto y de la viscosidad del fluido. Prueba dejar caer aquí en la Tierra un papel arrugado y un papel estirado al mismo tiempo.

La viscosidad es una medida de la resistencia de un fluido para moverse. Un fluido denso no necesariamente es más viscoso; por ejemplo, el aceite es menos denso pero más viscoso que el agua.

El lugar que ocupe un material sólido, líquido o gaseoso dentro de un fluido depende de un balance de fuerzas. Imagina que empujas una pelota al fondo de una alberca. Sabes que la pelota tiene peso porque es atraído a la Tierra, “cae” cuando está fuera del agua;

sin embargo, en la alberca podrás sentir que hay una fuerza que la empuja hacia arriba, es la flotabilidad y depende de la diferencia de densidades. Ahora, imagina que la sumerges en aceite de coche; en ese caso, también sube, pero la velocidad de ascenso no será tan rápida como en el agua, debido a que la viscosidad del aceite es mayor y ejerce una fuerza de resistencia al movimiento.

APLÍCALO A TU VIDA

Observa que la velocidad a la que se mueven 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.

ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

En la capa más externa de la Tierra principalmente hay roca; mediante el estudio de la velocidad y trayectoria de las ondas generadas al interior de la Tierra por los sismos, se han identificado zonas donde la roca está fundida. En la parte superior del manto, entre los 100 y 200 km de profundidad, la roca está cerca de su punto de fusión. En los pocos lugares donde la roca está fundida (generalmente por descompresión) y dentro de la Tierra la llamamos magma, y cuando el magma sale a la superficie lo llamamos lava. Hemos observado lava saliendo de un volcán, pero también salen gases. La mayoría de los gases que están dentro de la Tierra se encuentran en las cámaras magmáticas y se liberan por 1) la descompresión de un magma (imagina cómo se desgasifica

un refresco cuando se destapa), 2) la interacción del magma con un acuífero (imagina roca caliente en contacto con agua), o 3) por reacción entre dos magmas de distinta composición. Las erupciones explosivas, es decir, con muchos gases, son mucho más peligrosas que las erupciones de lava. En México han ocurrido erupciones explosivas en el volcán Chichón, el Nevado de Toluca, el volcán de Fuego en Colima, el Pico de Orizaba y el Popocatépetl.



4. Cambiando de aire

Seguramente has escuchado que muchos atletas se entrenan en las montañas, ¿sabes por qué?

MATERIALES

- 1 palo de madera
- hilo
- 2 globos
- cinta adhesiva



PROCEDIMIENTO

- 1 Construye una balanza pegando, con una cinta, el hilo en medio del palo.
- 2 En los extremos del palo cuelga los globos con la cinta adhesiva de tal manera que esté equilibrada tu balanza.
- 3 Cambia uno de los globos desinflados por uno inflado.



OBSERVA

La balanza se inclina hacia donde está el globo inflado indicando que éste pesa más que el desinflado.

VARIANTE

Nivela la balanza con un globo inflado y el otro desinflado. Pica con un palillo, o un alfiler o una aguja, una de las puntas del globo inflado como en el experimento 1. Observa que a medida que sale el aire del globo inflado se desnivela la balanza.

EXPLÍCALO

Aunque los dos globos contienen aire y están “sumergidos” en el aire, para inflar el globo hay que vencer la resistencia del hule a estirarse. Lo que haces al inflarlo es ir aumentando la cantidad de aire para que su presión logre vencer la resistencia del hule del globo. A medida que aumentamos la cantidad de aire dentro del globo aumentamos su peso. Por eso la balanza que estaba inicialmente nivelada se inclina hacia uno de los lados. También puedes ver que al aumentar el contenido de aire dentro del globo aumenta su densidad con respecto a la densidad del aire de afuera. Como el globo ofrece cierta resistencia a aumentar su volumen, esto permite aumentar mayor cantidad de aire de la que hay afuera.

El aire de la atmósfera está compuesto por nitrógeno, oxígeno y, en cantidad menor, por vapor de agua y otros gases. Cada uno de estos componentes está compuesto por materia, por lo que tiene masa y por lo tanto peso.

A la concentración de materia en un mismo volumen se le conoce como densidad. En los gases, la densidad aumenta con la presión, ya que al comprimirse el gas, aumenta la cantidad de materia por unidad de volumen. Con la temperatura pasa lo contrario: a mayor temperatura las moléculas se separan y hay menos materia por

unidad de volumen. Los líquidos son incompresibles, únicamente cambian su densidad con el cambio de la temperatura; mientras que los sólidos, con el aumento de presión, pueden eliminar los huecos o incluso cambiar su estructura molecular y convertirse en otro cuerpo sólido con otras propiedades; por ejemplo el diamante y el grafito, son ambos compuestos de carbono.

APLÍCALO A TU VIDA

Tal vez habrás oído que a la gente le da “mal de montaña”. Esto sucede porque el cuerpo está acostumbrado a capturar una cierta cantidad de oxígeno en cada inhalación. Cuando sube a una montaña, donde el aire tiene menos cantidad de oxígeno, el cuerpo reacciona de distintas maneras: malestar general, dolor de cabeza, problemas al respirar, etc. Los atletas que entrenan en las montañas acondicionan su cuerpo para trabajar con poco oxígeno; entonces tendrán oxígeno de sobra cuando compiten en zonas bajas con mayor densidad de aire y su rendimiento aumentará.



ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

La densidad del aire de la atmósfera depende de la temperatura y de la presión. La temperatura a nivel del suelo es más alta, ya que los rayos del sol atraviesan el aire transparente y lo que calientan es el suelo y éste el aire; así, la temperatura va decreciendo desde el nivel del mar hacia arriba. La temperatura es de aproximadamente $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a la altura en la que vuelan los aviones. La presión atmosférica en una zona es debida al peso de la columna de aire que soporta. A mayor altura, por ejemplo en las montañas, dicha columna es menor, por lo que el peso es menor y la presión atmosférica también.

5. Ondas que viajan en el aire: El sonido

MATERIALES

2 vasos de plástico

hilo de más de 5 metros

1 aguja



PROCEDIMIENTO

- 1.** Haz un agujero pequeño en el fondo de los vasos, introduce el hilo y haz un nudo en cada uno de los extremos del hilo.
- 2.** Pídele a un amigo que sujete uno de los vasos y sepárense para que el hilo esté lo mas tenso posible.
- 3.** Ahora susurra algunas palabras en el vaso.



¿QUÉ PASÓ?

Te darás cuenta que, aun cuando lo hayas dicho muy quedito, tu amigo lo escuchará.

EXPLÍCALO

Un cuerpo emite un sonido cuando hace vibrar el aire, el cual estimula el sentido del oído. Cuando hablas dentro del vaso, las ondas acústicas, producidas por tu voz, se transmiten a través de la cuerda haciéndola vibrar, como si estuvieras jugando con un muelle (juguete parecido a un resorte muy largo y flexible). Las ondas viajan por toda la cuerda y al llegar al vaso del otro extremo pasan nuevamente al aire como ondas acústicas. Cuando las ondas llegan al tímpano, éste comienza a vibrar y comunica dichas vibraciones a través de un conjunto de huesos que chocan entre sí en las ramificaciones del nervio auditivo.

El sonido no sólo se transmite en el aire, sino en cualquier otro material, ya sea gas, líquido o sólido; el único medio en el que no se puede propagar las ondas acústicas es en el vacío. La velocidad promedio del sonido en el aire es de 331 m/s , en el agua de mar es de 1435 m/s , mientras que en sólidos, como el acero, es de 5000 m/s . La velocidad con que se propaga el sonido depende del material que sirve como medio de transporte.

APLÍCALO A TU VIDA

Si vives o vas al campo puedes verificar intuitivamente que la velocidad del sonido es inferior a la de la luz. Para apreciar la diferencia de velocidad relativa entre la luz y el sonido puedes usar una lámpara y un amigo. Sepárense varias decenas de metros y grita en el momento en que enciendas la lámpara, él verá inmediatamente la luz, mientras que tu grito llegará unos instantes después. Un experimento similar lo realizó Galileo buscando determinar la velocidad de la luz, sin embargo, sólo pudo concluir que la velocidad del sonido es inferior a la de la luz.

Cuando vayas a un evento donde hay fuegos artificiales, fíjate que a los pocos segundos de haber sido lanzado un cohete percibes la luz del estallido, pero el sonido del mismo llega unos segundos después.

Cuando hay una tormenta eléctrica, observa que cuando un rayo surca el cielo, el trueno llega varios segundos después. Incluso, puedes calcular la distancia a la que cae un rayo. Cuenta los segundos que hay entre el momento que ves la luz y en el que escuchas el trueno: por cada tres segundos la distancia será de un kilómetro aproximadamente. Esto se debe a que la luz viaja casi a 300 000 kilómetros por segundo (km/s); esa es la razón por la que llega casi instantáneamente a tus ojos, mientras que el sonido viaja mucho más lento, a 0.331 km/s.

**LOS CUERPOS
CELESTES
Y EL
CIELO OBSERVABLE**

6. ... Y sin embargo se mueve

MATERIALES

cinta adhesiva (*masking tape*)
una ventana
una noche estrellada

PROCEDIMIENTO

- 1** En una noche estrellada , marca una X en el piso, con un gis o con cinta, en un sitio donde puedas ver las estrellas por una ventana.
- 2** Asómate a la ventana de tu cuarto y marca en el vidrio, con un pedazo de cinta, la posición de al menos tres estrellas.
- 3** 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

Las estrellas parecen moverse y lo que tú haces es marcar su trayectoria. Nota que algunas recorren más distancia que otras. 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 en dar una vuelta completa sobre su eje de rotación.

EXPLÍCALO

Lo que se mueve eres tú, o más bien la Tierra bajo tus pies, por la rotación de la Tierra. Las estrellas más lejanas se mueven más lentamente que los planetas y la luna, que están más cercanos a nosotros. En este experimento las diferentes distancias marcadas en la ventana no dependen de la distancia a las estrellas, sino de su posición con respecto del Norte. Si marcas en la ventana la posición de la estrella polar, ésta es la única que no se moverá.

OBSÉVALO EN TU VIDA COTIDIANA

Cuando vas avanzando en un coche o camión en la carretera, los árboles cercanos parecen pasar más rápido que los árboles más alejados.



Trayectoria de las estrellas alrededor de la estrella polar en un cielo visto en el hemisferio norte.

EL CALOR COMO ENERGÍA

7. Tiempo de exposición al sol

MATERIALES

un día de sol
camisas de varios colores
incluyendo una negra y otra
blanca



PROCEDIMIENTO

1. Ponte una camisa negra y sal al sol cinco minutos.
2. Luego ponte la camisa blanca y sal al sol otros cinco minutos.

OBSERVA

Con la camisa negra sientes más calor que con la camisa blanca.

EXPLÍCALO

En este experimento intervienen tres mecanismos de transferencia de calor: 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.



Cuando los rayos solares llegan a la camisa negra, el color negro absorbe casi todos los rayos y se calienta, mientras que la camisa blanca refleja casi todos los rayos.

OBSÉRVALO EN TU VIDA COTIDIANA

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.

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 llegan muy inclinados y porque allí se reflejan casi todos.

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 aumentando 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%



8. ¿Cuánta energía se requiere para cambiar tu temperatura?

MATERIALES

3 vasos de plástico
agua, suelo, monedas

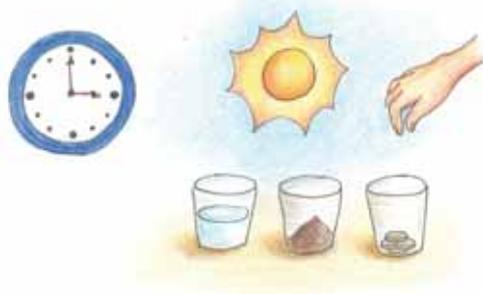


PROCEDIMIENTO

1 Llena un vaso con agua, otro con suelo y el tercero con monedas.

2 Mete al refrigerador los tres vasos, sácalos a los diez minutos y tócalos con la frente, compáralos para saber cuál está más frío.

3 Por otro lado, en un día soleado, saca al patio un vaso con agua, otro con las monedas y el otro con suelo. Déjalos ahí entre 5 y 15 minutos (dependerá qué tan soleado esté el día) y compara nuevamente la temperatura de los tres vasos.



OBSERVA

Cuando sacas los vasos del refrigerador podrás percibir que el vaso que contiene las monedas es el que más rápido se enfría, mientras que el que contiene agua es el que menos se enfría. Igual pasa con los vasos que sacaste al sol. El metal cambia su temperatura más rápido, mientras el agua es la que la cambia más lento.

EXPLÍCALO

El agua, el metal y el suelo tienen distintos valores de calor específico, siendo éste una medida de cuánta energía se necesita para cambiar de temperatura un material. El agua necesita cuatro veces más energía para cambiar su temperatura 1°C que el aire o el suelo, y más de diez veces que muchos metales; por eso el vaso que tiene agua se enfría más lentamente. Lo mismo pasa cuando los pones al sol, la energía que viene del sol, que es la misma para todos, calienta más rápido las monedas que el suelo y que el agua.

APLÍCALO A TU VIDA

El cuerpo humano, al igual que la Tierra, tiene un elevado porcentaje de agua y puede regular su temperatura fácilmente gracias a su alto calor específico.

Se sabe que todos los objetos tienden a tener la misma temperatura, esto quiere decir que si pasa un tiempo considerable sin exponer los objetos a una fuente de calor tenderán a equilibrarse con la temperatura ambiente.

El tiempo que tardan en adquirir esta temperatura depende de su calor específico y de la cantidad del material. Mientras más material más tiempo tardarán en equilibrar su temperatura con la del medio ambiente.

Por otro lado, aunque tengan la misma temperatura, muchas veces nos parece que unos son más fríos que otros. Esto se debe a que nuestra piel no se comporta como un termómetro. Lo que nosotros sentimos es la transmisión del calor. Recuerda que nuestra temperatura está cercana a los 36.5 °C mientras el medio ambiente casi siempre está más frío. Así, los metales los sentimos más fríos al transmitir nuestro calor rápidamente; mientras que los plásticos los sentimos tibios o calientes.

¿COMO AFECTA AL CLIMA?

Aunque el océano absorbe casi todo el calor proveniente del sol (tiene un bajo albedo), su temperatura casi no cambia por su gran calor específico. Si el planeta no estuviera cubierto por agua en un 75%, las noches serían muy frías. En cambio, los lugares cercanos a un lago o un océano tienen un clima mucho más agradable que los desiertos, donde los cambios de temperatura son muy extremos entre el día y la noche.

LA GRAVEDAD COMO FUERZA

9. ¡¡¡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 halcón 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, agua o cualquier otro material que aumente el peso de una de las botellas.



PROCEDIMIENTO

1 Llena una de las botellas con arena, o con agua, y la otra déjala vacía.

2 Deja caer las dos botellas al mismo tiempo desde un segundo piso.

*Procura que la superficie de caída sea blanda (por ejemplo una caja) para que no se rompan las botellas y puedas utilizarlas varias veces con distintos materiales.



¿QUE PASÓ?

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

Puede fallar si una de las botellas es demasiado ligera o su superficie es plana; la resistencia del aire puede disminuir o modificar la velocidad de su caída.



ESTE EXPERIMENTO EN LA HISTORIA

Hasta el siglo XVI se creía que el peso de los objetos afectaba la velocidad de caída, 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 prácticamente al mismo tiempo.

Otro experimento, que se dice hizo Galileo, para demostrar que el peso no determinaba la velocidad de caída de los objetos fue dejar caer el objeto más ligero encima del más pesado. Prueba este experimento con un libro y encima un papel.



10. ¿Cuál cae primero?

¿Te has fijado que parece que hubiera una fuerza de atracción oculta adentro de la Tierra que hace que todo tienda a caer hacia el suelo? Por más alto que saltes, siempre vuelves a la Tierra. Esa fuerza es conocida como gravedad.

MATERIALES

2 canicas, limones o pelotas del tamaño de un limón.

Los dos deben de tener la misma forma y el mismo peso.



PROCEDIMIENTO

1 Sujeta los dos objetos esféricos con una mano entre el dedo índice y el pulgar, cuidando que tu palma esté hacia abajo.

2 Con la otra mano dale un golpe fuerte a uno de ellos; tiene que ser horizontal, de tal manera que salga disparado hacia el frente.



¿QUE PASÓ?

En el momento en que separas las dos esferas, una de ellas cae al suelo verticalmente y la otra sale hacia el frente.

Las dos caerán al mismo tiempo a pesar de que una de ellas recorre una distancia mayor.



Este experimento fallará si una de las esferas no sale de manera horizontal.

EXPLÍCALO

Hay dos fuerzas que controlan el tiempo de caída de los cuerpos: la de la gravedad y la resistencia del aire. Si tus dos objetos son iguales y la resistencia del aire es despreciable, entonces sólo la fuerza de gravedad influye en el tiempo que tardan en llegar al suelo, aunque uno de ellos viaje un largo tramo horizontalmente.

APLÍCALO A TU VIDA

La gravedad es una fuerza muy importante en la vida cotidiana, estamos pegados al suelo gracias a ella. La línea vertical es aquella perpendicular a la superficie de la Tierra en ese pequeño lugar en el que estás parado. Por eso, no importa que estés en el hemisferio norte o sur, en los polos o en el Ecuador, el cielo siempre estará arriba de ti cuando estás parado.

¿QUIERES SABER MÁS?

La ley de gravedad

La gravedad es la fuerza de atracción que experimentan los objetos. La fuerza de atracción entre dos objetos de masa M_1 y M_2 es directamente proporcional al producto de las masas de cada uno, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (R) que los separa.

La fuerza de gravedad, a la cual nosotros le llamamos “peso”, está presente en nuestra experiencia cotidiana ya que es la que nos mantiene unidos a la Tierra. Nota que la masa del planeta es muchísimo más grande que la de cualquier objeto a nuestro alrededor y que la distancia al centro de la Tierra de cualquier objeto es esencialmente la misma. Así, la gravedad es máxima en la superficie. Disminuye, naturalmente, al alejarse del planeta porque aumenta la distancia entre las masas implicadas. Sin embargo, también disminuye al adentrarse en el interior de la Tierra, ya que cada vez una porción mayor de planeta queda por «encima», y cada vez es menos la masa que queda por «debajo».

En el centro de la Tierra, hay una enorme presión por el peso de todo el planeta, pero la gravedad es nula.

11. Viaje al centro de la Tierra

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

agua, alcohol, aceite, miel, piedra, madera, hielo, plata (o cualquier metal), corcho, plástico.



PROCEDIMIENTO

- 1** Introduce en el vaso lentamente, en el siguiente orden, la miel, el agua, el aceite y el alcohol, cuidando que no se mezclen.
- 2** Mete con cuidado los materiales sólidos (piedra, madera, etc.) que has juntado.
- 3** Prueba con otros materiales e intenta adivinar, antes de introducirlos, si flotarán y en cuál líquido lo harán.
- 4** A un vaso que contenga únicamente agua mete los materiales sólidos.



OBSERVA

Algunos materiales se hunden mientras que otros flotan en ciertos líquidos. Si nada más utilizas agua, podrás observar también que unos materiales se hunden más rápido que otros.

Si los líquidos se mezclan, no podrás observar cuál es más denso ya que, en algunos casos, se formará un líquido diferente.

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 bola de madera de 10 cm de diámetro pesa menos que la bola de agua de 10 cm de diámetro, que es la cantidad de agua que desaloja cuando aquella se sumerge. Una bola de plomo de 10 cm de diámetro pesa más: la madera flota y el plomo se hunde. El peso es la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo y depende de su masa y de la aceleración de la gravedad; mientras que la densidad depende tanto de su masa como de su tamaño. Considera un envase de un litro: si lo llenas de agua pesará 1 kg fuerza; si lo llenas de piedras pesará cerca del doble; si lo llenas de oro pesará cerca de 20 veces más, pero si tiene solamente aire pesará 1000 veces menos que el agua (Tabla 1). La densidad se mide en g/cm^3 , kg/m^3 y en kg/l . La densidad promedio de toda la Tierra es de 5.5 g/cm^3 .

Volviendo al caso de los astronautas, los técnicos simulan la no gravedad haciendo que el módulo espacial y los astronautas con el equipo tengan una densidad igual que la del agua; de esa manera, el efecto de la gravedad será anulado por el soporte del agua.

APLÍCALO A TU VIDA

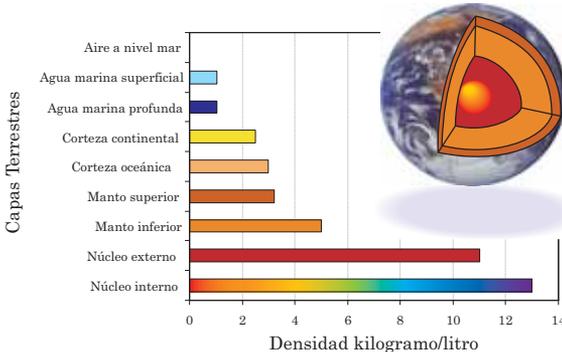
Las capas separadas por densidades las puedes observar fácilmente tanto en líquidos como en gases; por ejemplo, en un caldo de pollo, habrá verduras que floten mientras que el pollo se hunde y el vapor asciende. Conocer la densidad de los gases es importante para saber, en el caso de una fuga, si se acumulará en el piso o en

el techo. Por ejemplo, el gas natural es más ligero que el aire y ascenderá, mientras que el gas Licuado de Petróleo (LP) es más pesado que el aire y se asentará cerca del suelo.

Puedes hacer tu propia columna de densidades y compararla con la Tabla 1.

Tabla 1. Densidad de materiales comunes

Sustancia	Densidad media [g/cm ³ ó kg/litro]	Sustancia	Densidad media [g/cm ³ ó kg/litro]
Platino	21.4	Sangre	1.6
Oro	19.3	Miel	1.42
Mercurio	13.6	PVC	1.3
Plomo	11.3	Agua de mar	1.03
Plata	10.5	Agua	1
Acero	7.85	Caucho	0.95
Hierro	7.8	Cuerpo humano	0.95
Tierra (planeta)	5.5	Aceite	0.92
Diamante	3.5	Hielo	0.92
Basalto	3	Madera	0.9
Aluminio	2.7	Alcohol	0.78
Granito	2.7	Piedra pómez	0.7
Hormigón armado	2.5	Gasolina	0.68
Vidrio	2.5	Poliuretano	0.04
Carbono	2.26	Aire	0.0013
Grafito	2.2		



12. ¿Qué pesa más?

¿Un kilo de oro o un kilo de plata? y ¿bajo el agua?

MATERIALES

1 gancho

1 resorte

hilo.

cinta adhesiva

2 collares de distinto material (plata, cuentas de vidrio, perlas, conchas, etc.), los puedes elaborar tú, pero que pesen lo mismo. Para lograr esto puedes aumentar o disminuir el número de cuentas.

2 recipientes grandes con agua.



PROCEDIMIENTO

1 Pega con la cinta un collar en cada lado del gancho; el gancho (o el resorte) te servirán como una balanza. Tiene que estar nivelada.

2 Coloca los dos recipientes con agua bajo los collares de tal manera que queden suspendidos.



OBSERVA

La balanza se inclinará hacia el objeto más denso.



EXPLÍCALO

Los objetos bajo el agua disminuyen su peso en una cantidad igual al peso del agua desplazada. Recuerda que un litro de agua pesa un kilo*. De esta manera, si tenemos dos materiales con distinta

densidad pero igual peso, el más denso tendrá menos volumen y desplazará menos cantidad de agua y la balanza indicará que bajo el agua pesa más. Si por ejemplo, ponemos en nuestra balanza casera un collar de 2 g de oro que ocupa muy poco espacio, y del otro lado un collar hecho de cuentas huecas, es fácil imaginar que este último flotará y, por lo tanto, nuestra balanza se inclinará hacia el collar de oro.

¿QUIERES SABER MÁS?

Cuenta la historia que en Siracusa, Sicilia, en el año 250 a. C., Hierón, gobernador de Siracusa, le pidió a su primo Arquímedes, el sabio del pueblo, que le dijera si su orfebre lo había estafado en la corona que le pidió hacer. El rey le había entregado unas monedas de oro y la corona pesaba eso mismo, pero el rey dudaba, ¿cómo probarlo? Arquímedes estaba pensando en el asunto, asumió que parte del oro podía estar sustituido con algo de plata. Un día, cuando entró a la bañera, se le ocurrió que su cuerpo pesaba menos bajo el agua y que el nivel de ésta subía una cantidad igual a su volumen. Siendo el oro tan denso, debería de ocupar la mitad del volumen que la plata. No podía medir la diferencia de peso pero sí el volumen del agua desplazada; así que, con una balanza parecida a tu gancho, puso de un lado la misma cantidad de oro que la corona debía de tener y, del otro, la corona. Si la balanza bajo el agua quedaba nivelada, la corona era de oro puro; si se inclinaba del lado de las monedas habían estafado al rey. Afortunadamente para el orfebre la balanza se mantuvo equilibrada.

Desde entonces se ha reconocido el principio de Arquímedes: “Cuando un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en el fluido que le rodea, una fuerza de empuje actúa sobre el cuerpo. Dicha fuerza tiene dirección hacia arriba y su magnitud es igual al peso del fluido que ha sido desalojado por el cuerpo”.

Con esto Arquímedes demostró que un kilo de oro y de plata no pesan lo mismo bajo el agua: bajo el agua ese oro pesará 0.948 kilos* mientras que la plata pesará 0.9047 kilos.

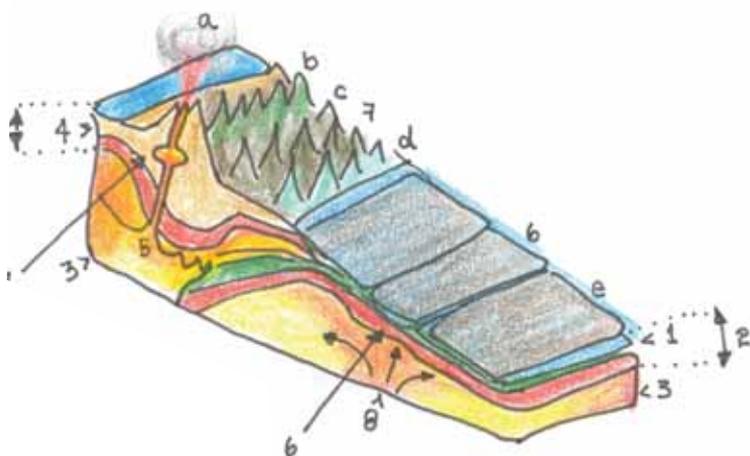
*Nota: En nuestro lenguaje cotidiano al peso lo medimos en “kilos” y está dado por el número que marca la báscula, aunque en realidad lo que mide es la masa. En lenguaje técnico, el peso debe estar en unidades de fuerza (kilogramo fuerza o gramo fuerza).

ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

CAPAS DE LA TIERRA

Nuestro planeta se ha dividido en capas de dos maneras. Por composición: corteza, manto, núcleo; y por comportamiento mecánico: litósfera (incluye corteza y parte del manto superior), astenósfera (manto superior), manto inferior, núcleo líquido, núcleo sólido. La segunda clasificación ha sido muy útil para explicar las observaciones de los movimientos de placas rígidas (litósfera) sobre una capa “plástica” (astenósfera).

La corteza oceánica está formada por material del manto que sale a la superficie, mientras que la continental también está formada por rocas del manto pero que han sufrido varios procesos geológicos como vulcanismo, intrusión, metamorfismo, erosión, consolidación de partículas, etc. Estos procesos han hecho que las rocas de la corteza continental sean más ligeras. Así, la corteza continental es menos densa que la oceánica (ver Tabla 1) y su espesor (entre 35 km y 45 km) es mucho más grande. El hecho de que la corteza oceánica esté hundida en promedio 3800 metros bajo el nivel del mar, y que la corteza continental esté emergida en promedio 850 metros sobre este nivel, se ha explicado por un fenómeno conocido como isostasia, basado en el principio de Arquímedes.



- | | |
|---|---------------------------------|
| 1_ Corteza Océánica | a_ Golfo de México |
| 2_ Litósfera | b_ Sierra Madre Oriental |
| 3_ Astenósfera | c_ Faja Volcánica Transmexicana |
| 4_ Corteza Continental | d_ Sierra Madre del Sur |
| 5_ Zona de generación de magma | e_ Océano Pacífico |
| 6_ Placa de Cocos | |
| 7_ Placa Norteamericana | |
| 8_ Zona de generación de corteza oceánica | |

CALOR INTERNO DE LA TIERRA

Sabemos que cada sustancia tiene una temperatura a la cual cambia de estado, de sólido a líquido y de líquido a gas, y que ese valor depende de la presión: a mayor presión, necesita más temperatura para cambiar de estado. El ejemplo más conocido es que el agua hierve a mayor temperatura a nivel del mar que en la ciudad de México. Por eso el café y la sopa en Puerto Vallarta (nivel del mar) son más calientes que en Toluca (2680 metros sobre el nivel del mar). En el interior de la Tierra pasa algo semejante.

La corteza terrestre está bastante más caliente de lo que la calienta el sol, esto lo sabemos por la temperatura que hay dentro de las minas profundas, por las fumarolas, las aguas termales y la roca fundida que sale de los volcanes. La temperatura dentro de

la corteza se incrementa a razón de un promedio aproximado de 30 °C por cada kilómetro de profundidad; dentro de una mina la temperatura puede alcanzar los 50 °C. La presión también aumenta al ser directamente proporcional con la profundidad.

El calor exterior de la Tierra proviene de la radiación solar y el calor interior es debido a varias causas. En sus orígenes, el calor de la Tierra se incrementó a medida que se acumulaba y juntaba el material que flotaba en el espacio; posteriormente, por el impacto de grandes meteoritos, y actualmente se genera calor por la descomposición de isótopos radiactivos. Si bien el enfriamiento de la Tierra al contacto con el frío del espacio exterior es inevitable, dentro de ella también hay transferencia de calor hacia su superficie, lo cual ocurre por conducción, pero principalmente por convección.

EFFECTOS DEL CALOR INTERNO EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

En la astenósfera, la roca ya no se comporta como un sólido sino como un fluido de alta viscosidad y alta densidad; esto es debido a las presiones y temperaturas a las que se encuentra. La viscosidad de la astenósfera es menor que la de la corteza, de tal manera que permite el movimiento, pero en periodos de tiempo de miles o millones de años. La isostasia es el estado de equilibrio gravitacional en el cual la litósfera está flotando sobre la astenósfera, de acuerdo con el principio de Arquímedes. Cuando se incrementa el peso en el continente por acumulación de sedimentos o hielo, la litósfera se hunde, y si disminuye el peso, por deshielo o erosión, la litósfera se eleva.

La litósfera está constituida por una serie de placas rígidas. La astenósfera, como la atmósfera y la hidrósfera, permite la transmisión del calor a través de un “fluido”, generando corrientes de convección. Debido a la alta viscosidad del material de la

astenósfera, el movimiento es muy lento, de algunos centímetros por año. Este movimiento de convección en la astenósfera explica muchos fenómenos de la tectónica de placas. En México, el movimiento hacia el noreste de la placa de Cocos, localizada en la costa suroeste, la hace hundirse bajo la placa de Norteamérica en un proceso conocido como subducción. En el golfo de California, una corriente ascendente y un debilitamiento de la litósfera permiten la salida del manto en forma de magma, generando corteza oceánica nueva y la expansión del fondo oceánico bajo el mar de Cortés. Más al norte de la península de Baja California hay un movimiento lateral entre dos placas a lo largo de la falla de San Andrés.



Arquímedes,

con su descubrimiento en la bañera, ha ayudado a explicar numerosos fenómenos que ocurren en la Tierra, como el clima (vientos y corrientes marinas), el ascenso magmático (volcanismo) y la tectónica de placas (convección térmica en la astenósfera), entre otros.

**LA
ELECTRICIDAD
Y MAGNETISMO
COMO FUERZAS**

13. Con la carga a cuestras

¿Puedo mover algo sin tocarlo? Para mover o detener un cuerpo es necesario aplicar una fuerza, aquí te mostramos cómo mover un objeto sin tocarlo.

MATERIALES

- 2 globos
- 1 plumón
- hilo
- una camiseta de algodón
- 1 hoja de papel



PROCEDIMIENTO

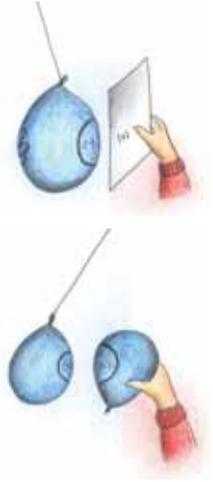
- 1** Infla y anuda dos globos. Con el plumón pinta en los globos tu mano y, del otro lado, un círculo.
- 2** Amarra un globo con el hilo y cuélgalo de una mesa para formar un péndulo.
- 3** Sujeta el globo por donde marcaste tu mano y frota la región del círculo con la camiseta por diez segundos. Con esta acción cargarás eléctricamente el globo únicamente en la zona del círculo.
- 4** Deja nuevamente el globo colgado, en forma suave, tratando de que quede quieto.
- 5** Espera a que el globo colgado no tenga movimiento.
- 6** Muy despacio acerca al globo primero tu mano y después la hoja de papel.
- 7** Acerca el segundo globo cargado eléctricamente.



OBSERVA

Notarás que al colgar de un hilo el globo se mueve con facilidad. Puedes ver que el globo gira y se acerca a la mano y al papel, pero se aleja del segundo globo frotado.

Si el acercamiento entre los globos es rápido pero sin llegar al contacto, verás que el globo del péndulo es desplazado y gira hasta que su zona frotada queda lo más alejada del globo que tienes en la mano. También se puede observar que con el segundo globo los efectos de repulsión son relativamente más fuertes que los de atracción en el caso anterior.



LO QUE PUEDE FALLAR

Si la zona del globo cargada eléctricamente estuvo en contacto con otro objeto (como tu mano o la hoja de papel) perderá la carga. Si el clima es muy húmedo es más difícil cargar eléctricamente el globo u otros objetos aislantes. Si hay corrientes de aire, se puede mover el globo aunque no tenga carga eléctrica.

EXPLÍCALO

Lo que observaste se debe a la fuerza que surge entre cargas eléctricas. Tal fuerza es de **atracción** si las cargas son de **signos diferentes** y es de **rechazo** si las cargas son del **mismo signo**.

En la naturaleza existen dos tipos de cargas eléctricas, llamadas positiva (+) y negativa (-). Generalmente se encuentran en equilibrio, sólo cuando se altera este equilibrio se pueden notar los efectos eléctricos.

Toda la materia está constituida por átomos y éstos a su vez están formados por partículas más diminutas llamadas electrones, protones y neutrones. Los electrones poseen la mínima cantidad de carga

eléctrica negativa conocida (1.6×10^{-19} coulombs) y giran alrededor de un núcleo en el que se encuentran los protones, que tienen la misma cantidad de carga que los electrones pero es positiva. Los neutrones también están en el núcleo y no tienen carga eléctrica.

Cuando se hace el frotamiento, la fricción desprende muchos electrones superficiales del algodón, que pasan a la superficie del globo y permanecen ahí porque el globo no permite que los electrones se muevan libremente en él; es decir, no es conductor de cargas eléctricas; también se dice que es un buen aislante eléctrico. Así, tanto el globo del péndulo como el otro, después de ser frotados contra la tela, quedaron con un exceso de electrones, es decir, cargados negativamente en sus zonas de frotamiento. Cómo los dos tienen cargas del mismo signo, se repelen.

APLICADO EN TU VIDA

Ya podrás explicar por qué a veces sentimos toques cuando intentamos agarrar algún objeto metálico, como la perilla de una puerta. La ropa hecha con fibras sintéticas es buen aislante eléctrico, como el globo, por lo que al traerla puesta es muy probable que acumulemos cargas eléctricas por el roce con otras personas u objetos, e inclusive con el viento, ya que sus moléculas friccionan nuestra ropa provocando acumulación paulatina de carga aislada en la misma. Si usas ropa de poliéster o de nylon, trata de tocar frecuentemente objetos metálicos para que no acumules demasiada carga. Es mejor usar ropa de algodón ya que, aunque puede ceder fácilmente electrones por fricción, se neutraliza muy rápidamente por el simple contacto con otros objetos.

ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

Los rayos se forman por la fricción que hay entre los cristales de hielo y el granizo que están en las nubes. Al estar en continuo choque, los electrones del hielo se desprenden y los captura el granizo, cargándose negativamente. Generalmente cuando hay mucha carga del mismo signo acumulada en la parte baja de la nube, la descarga eléctrica viaja hacia el suelo y se forma el rayo. También hay rayos entre nubes y entre las partes alta y baja de la nube. Los rayos también se forman durante las erupciones volcánicas en las nubes de ceniza arrojadas por los volcanes.



14. ¿Cuál es el norte de un imán?

HAGAMOS UNA BRÚJULA

Puedes construir una brújula utilizando materiales simples, con la cual podrás orientarte y experimentar con otros imanes.

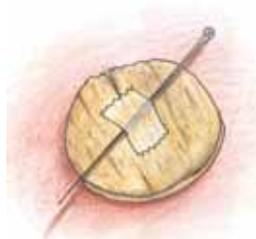
MATERIALES

- 1 imán
- 1 trozo de corcho
- agua
- 1 recipiente
- 1 aguja delgada para coser



PROCEDIMIENTO

- 1** Magnetiza la aguja frotándola con el imán durante unos segundos.
- 2** Pega la aguja sobre el trozo de corcho cuidando que la parte media de la aguja coincida con la del corcho.
- 3** Añade agua en el recipiente de tal manera que el corcho pueda flotar y girar fácilmente. Con esto habrás completado el montaje de tu brújula.
- 4** Comprueba con una brújula comercial que dirección, norte o sur, indica el ojo de la aguja.
- 5** Gira manualmente tu brújula o cámbiala de lugar y observa que pasa.
- 6** Acerca el imán acostado a tu brújula, poco a poco, y a la misma altura del nivel del agua (utiliza un soporte improvisado de ser necesario).



OBSERVA

Notarás que al mover la brújula la aguja mantiene su orientación. Cuando acerques el imán a tu brújula notarás una desviación de la aguja. Podrás observar que hay diferencias significativas en la forma en que gira la aguja dependiendo de que lado del imán está apuntado.



LO QUE PUEDE FALLAR

Si alguna vez usas una brújula con el fin de orientarte, evita la cercanía de imanes y de objetos magnetizables (como algunos metales), para evitar lecturas erróneas o tomar un rumbo equivocado.

Si no magnetizas la aguja suficientemente tal vez no puedas lograr que se oriente fácilmente. La presencia del viento también puede impedir que se oriente la aguja.

EXPLÍCALO

Los imanes siempre presentan dos polos magnéticos llamados actualmente norte y sur. En el siglo XIX de nuestra era, se descubrió que la Tierra es un gigantesco imán natural, cuyos polos magnéticos son muy cercanos a los polos geográficos norte y sur. Similarmente a las cargas eléctricas aisladas (donde signos contrarios se atraen y signos iguales se repelen), entre dos imanes también hay fuerzas de atracción y de repulsión, dependiendo de la cercanía de polos opuestos o polos iguales de ambos imanes. Es decir, el polo norte de un imán atrae al polo sur de otro imán y repele a otro polo norte. De igual forma, el polo sur del primer imán atrae al polo norte del segundo imán y repele al polo sur de este último.

La aguja magnetizada de tu brújula es un imán pequeñito, con un polo norte y un polo sur, que está inmerso en el campo magnético de nuestro planeta. En el experimento, fíjate si el ojo de la aguja señala hacia el norte de la Tierra, si pasa eso quiere decir que el ojo es el polo magnético sur de la aguja.

Nuestro planeta, como gran imán natural, presenta una enorme distancia entre sus polos, por lo que la intensidad de su magnetismo es muy débil. Sólo los objetos magnetizados, livianos y suspendidos de forma que puedan girar libremente (como la aguja de tu brújula), son los que pueden detectar el campo magnético terrestre. Cuando acercas otro imán a tu brújula, ésta pierde su orientación con el magnetismo terrestre, ya que predomina el campo magnético del otro imán, aun cuando éste sea pequeño.

Podrás identificar los polos magnéticos de cualquier imán con sólo acercarlo a la brújula y notar qué lado del imán produce la mayor desviación de la aguja y su orientación.

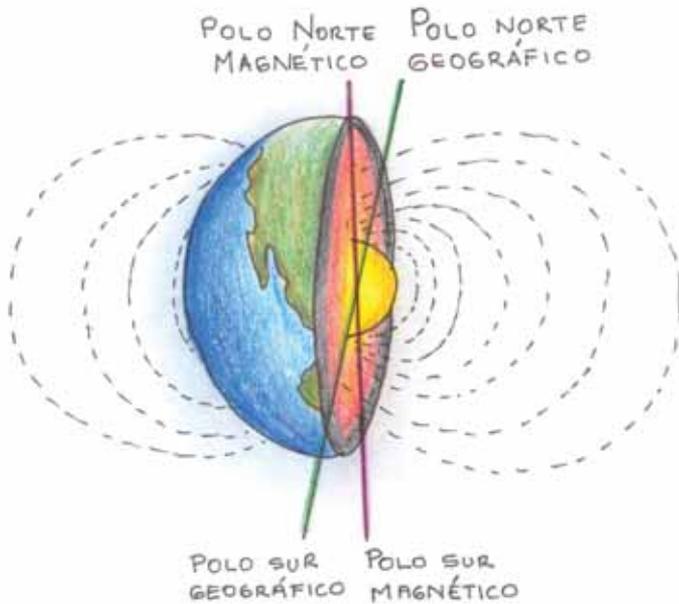
ENCUÉNTRALO EN LA NATURALEZA

La Tierra tiene un campo magnético natural porque su núcleo externo está formado en gran parte por hierro fundido en continuo movimiento. Se sabe que los polos del campo magnético de la Tierra han cambiado muchas veces a lo largo del tiempo; esto se sabe porque las rocas volcánicas, al enfriarse, han dejado registrada la orientación del campo magnético en el tiempo de su formación.

¿QUIERES SABER MÁS?

Los primeros conocimientos del magnetismo se atribuyen a los griegos antiguos, ya que por el año 600 a. C. se encontraron por primera vez, en la región de Magnesia, ciertas piedras que tenían la propiedad de atraer pequeños pedazos de hierro. Tales piedras contenían un mineral que se llamó magnetita, que en lenguaje común es la piedra imán, o imán natural.

Entre las primeras aplicaciones del magnetismo, aparte de rituales mágicos, está la invención de la brújula alrededor del siglo IX de nuestra era. En las brújulas recientes se usa una flechita o disco imantado que gira. También se incluye la rosa de los vientos, que sirve de guía para identificar direcciones.



15. Cambiando el curso

MATERIALES

- 1 globo grande
- agua
- 2 hojas blancas tamaño carta
- cinta adhesiva



PROCEDIMIENTO

- 1** Haz un cono de papel con la hoja y la cinta adhesiva.
- 2** Llena el cono con agua y deja caer gotas en el otro papel.
- 3** Carga el globo frotándolo en tu cabello o con una camiseta de algodón.
- 4** Pon el globo con la zona cargada cerca de la trayectoria donde soltarás nuevamente las gotas.



OBSERVA

Las gotas de agua se desvían de la trayectoria original aunque el globo no entre en contacto con el agua.



EXPLÍCALO

Las gotas de agua se cargan eléctricamente (por inducción) al pasar cerca de la zona cargada del globo. Por lo tanto, las gotas son atraídas hacia el globo y eso hace que se desvíe su trayectoria. Las gotas caen por la gravedad, si en vez de un globo lateral pones arriba un material con mucho mayor carga eléctrica, podrías reducir la velocidad de caída de las gotas, y si la carga eléctrica fuera grandísima, incluso podrías hacerlas subir.

¡Obten la carga de un electrón!

16. Experimento de las gotas de aceite de Millikan

La carga eléctrica más pequeña que puede existir es la de un electrón. En el siguiente experimento te decimos cómo Robert Millikan obtuvo el valor de esta unidad fundamental.

MATERIALES

Aceite

atomizador de perfume

microscopio

2 placas metálicas

1 generador eléctrico de varios miles de volts

1 contenedor cerrado

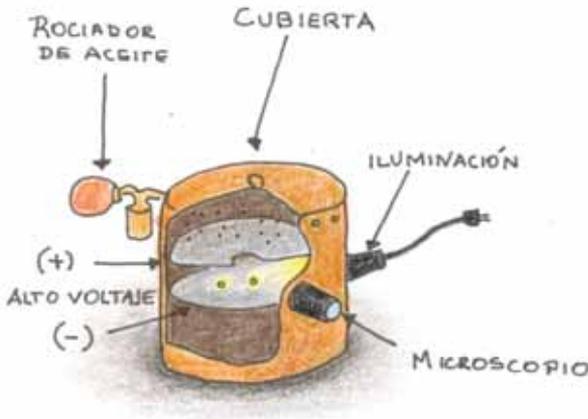
PROCEDIMIENTO QUE SIGUIÓ MILLIKAN

- 1** Hizo tres agujeros en las paredes del contenedor para la iluminación, el microscopio, y el atomizador.
- 2** Colocó las dos placas metálicas horizontalmente en el contenedor; a la placa superior le hizo previamente un agujerito, para que cayeran las gotitas de aceite que vienen del atomizador.
- 3** Cargó las placas a miles de volts.
- 4** Con el atomizador roció en el contenedor gotitas de aceite y a través del microscopio las miró caer.
- 5** Ajustó el voltaje hasta que las gotitas de aceite empezaran a quedar suspendidas entre las dos placas.

Este experimento es el único de este libro que no puede hacerse en casa, sólo puede llevarse a cabo en un laboratorio de física experimental académico o profesional.

OBSERVÓ

Por el microscopio Millikan pudo ver las gotitas de aceite caer entre las dos placas; controlando el voltaje (y consecuentemente el campo eléctrico) pudo lograr que quedara una sola gota en equilibrio entre las dos placas.



CÓMO MILLIKAN CALCULÓ LA CARGA DEL ELECTRÓN

La suspensión de la gota de aceite se logró ya que entre las dos placas ocurrió lo siguiente:

- Las gotitas cayeron por gravedad.
- Las gotitas se cargaron eléctricamente por fricción al salir del atomizador; mientras más pequeñas eran las gotas, mejor funcionó el experimento.

Su caída estuvo frenada por la viscosidad del aire que hay dentro del contenedor. Su caída también se frenó por la intensidad de la fuerza eléctrica que se generó entre las dos placas metálicas.

La carga del electrón se calculó igualando las sumas de las fuerzas que actuaron sobre la gota de aceite: la de gravedad (dirigida hacia abajo) con las fuerzas de fricción y eléctrica (dirigidas hacia arriba).

La fuerza eléctrica (F_e) está determinada por la carga eléctrica (q) de la gota de aceite y el campo eléctrico (E) entre las placas. La ecuación que usó Millikan fue $F_e=qE$. Lo que estaba buscando era justamente q : la carga eléctrica. El campo eléctrico se obtiene conociendo el voltaje y la distancia entre las placas.

Lo que Robert Millikan descubrió fue que todas las cargas calculadas eran múltiplos de un solo valor muy pequeño. Buscó el número más pequeño del que todos los valores obtenidos de que eran múltiplos. Este valor debería ser la carga eléctrica de un electrón.

El valor de la carga que Millikan obtuvo fue muy parecido al que actualmente conocemos, que es de $1.602176487 \times 10^{-19}$ coulombs, también se puede escribir como:

0.000 000 000 000 000 1602 C.

Si deseas conocer más sobre este tema te invitamos a visitar la página www.geociencias.unam.mx/geociencias/experimentos/serie/brujula_completo_impreso.pdf.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer a los doctores Manuel Lozano Leyva, Teresa Orozco, Marina Manea y Vlad Manea, quienes revisaron el aspecto técnico del manuscrito; a Francisco Fernández, Evangelina Rice, Elizabeth Rangel, Alberto Vasquez y Adriana Myers, que verificaron que los experimentos pudieran reproducirse fácilmente, y a Janet Sánchez y Juan Carlos Mesino quienes nos apoyaron en la parte de formación y edición técnica.

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.
- 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.
- 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, 32 p.
- Fernández-Escobar, F., y Alaniz-Álvarez, 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, 40 p.
- Gómez-González Juan Martín, Alaniz-Álvarez, S. A., 2008, Experimentos simples para entender una Tierra complicada: 5: La Tierra y sus ondas, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias, 32 p.

Acerca de los autores

SUSANA A. ALANIZ ÁLVAREZ

Investigadora Titular “C” del Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Obtuvo el doctorado en Ciencias de la Tierra en 1996. Pertenece a la Academia Mexicana de Ciencias y es académico de número de la Academia de Ingeniería. Ha escrito más de 77 artículos científicos sobre la deformación de la corteza superior y su relación con el vulcanismo. Es nivel III del Sistema Nacional de Investigadores. Ofrece el curso de Geología Estructural en el posgrado y en la licenciatura de Ciencias de la Tierra de la UNAM y fue editora en jefe de la Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. En 2004 recibió el premio Juana Ramírez de Asbaje otorgado por la UNAM.

ÁNGEL F. NIETO SAMANIEGO

Doctor en Geofísica por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es profesor de posgrado y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Fue presidente de la Sociedad Geológica México, editor del volumen conmemorativo del centenario de dicha sociedad y pertenece a comités de varias revistas nacionales y extranjeras. Ha publicado más de 85 artículos sobre la teoría del fallamiento y sobre la deformación cenozoica de México. En la actualidad es investigador titular “C” del Centro de Geociencias de la UNAM en Juriquilla, Querétaro.

JUAN MARTÍN GÓMEZ GONZÁLEZ

Es investigador titular del Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Juriquilla, Querétaro. Obtuvo su doctorado en Sismología en la Universidad Paris VII, en Francia. Es egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en donde obtuvo la licenciatura. Actualmente es profesor en el Posgrado en Ciencias de la Tierra en la UNAM. Ha publicado varios artículos sobre modelado de ondas sísmicas y generación y evolución de la fuente sísmica. También realiza monitoreo sísmico en la Mesa y el Altiplano Central para localizar y entender el origen de la sismicidad en esas regiones del país.

CECILIA NIETO SAMANIEGO

Se graduó como Profesora en Artes Plásticas por la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Ha participado en cerca de 30 exposiciones colectivas de pintura y escultura en cerámica. Ha tomado cursos de pintura y dibujo con maestros de la talla de Roberto Parodi y Enrique Estrada. Actualmente trabaja en su taller particular y ocasionalmente imparte clases de pintura infantil.

“Experimentos simples para entender una Tierra complicada, Ciencias de la Tierra para Primaria II”, editado por el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, se terminó de imprimir el 04 de octubre de 2019. El tiraje consta de 2000 ejemplares, se realizó mediante offset en papel couche de 100 g/cm². Las fuentes utilizadas fueron Candara en el cuerpo del texto, y Carlisle en la portada. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Mariana Larrañaga.



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



La mayoría de los experimentos de esta contribución han sido implementados en aulas a docentes y alumnos de escuelas públicas de educación básica, bajo un esquema de talleres de iniciación a la ciencia. Reproducimos aquí algunos de los comentarios que hemos recibido de manera oral y escrita después del taller.

“Por fin tengo la explicación de algo que me he preguntado desde que tenía diez años”

Laura, maestra de 5to grado de primaria del estado de Querétaro

“Este ha sido el día más feliz de mi vida”

Pepe, alumno de 4to año de primaria de una escuela de San Miguel de Allende, Guanajuato

“Yo pensaba que la ciencia me gustaba, pero hasta ahora sé lo que es la ciencia”

Isaac, alumno de 5to grado de una escuela de Irapuato

“Estos fascículos (se refiere a la serie “Experimentos simples para entender una Tierra complicada”) deberían de ser libros de texto.

Luis, docente de 6to año del estado de Guanajuato



Secretaría
de Educación
de Guanajuato