



Un viaje por la física



» Principio
de Bernoulli
» Ingravidez
» Lata electrostática
y mucho más...

**ALFREDO
PINÓN GUZMÁN**

» Moralia, Michoacán

» Ganador del 6° Concurso
de Cuadernos de Experimentos

Categoría: Secundaria



**Para crecer
hay que saber...
Física**

Índice

» Presentación	02
» Introducción	03
» Principio de Bernoulli	04
» Ingravidez	06
» Mecánica de Newton	08
» La aguja invisible	10
» Lata electrostática	12
» Globos escapistas	14
» Motor eléctrico	16
» Ecos	18
» Energía	20
» Agua hirviendo en un cono de papel	22



» Jurado

Dr. Luis Manuel Montaña

» Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN

Dr. Roberto Hidalgo Rivas

» Coordinación de Divulgación Científica, UPAEP

Dr. Ángel López y Mota

» Universidad Pedagógica Nacional

» Directorio



Cuaderno de Experimentos para secundaria
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

» Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor
México, D. F. 03940

» Edición: Dirección de Comunicación Social, Conacyt

» Diseño: DE Diseño y Consultoría Gráfica

» Ilustración: Oldemar González

» Impresión: Impresora y Encuadernadora Progreso

» ISBN: 968-823-271-8

© Derechos reservados / Se prohíbe la reproducción total o parcial de los materiales sin autorización escrita.

» A los futuros físicos

Hace 126 años, el 14 de marzo de 1879, nació —en un lugar de Alemania llamado Ulm— un niño curioso e inteligente **que** cambió la historia de la física y, con ello, la forma en que vemos el mundo. Él fue un chico tímido y retraído; de **joven**, como tú, sentía una gran curiosidad por entender y descubrir cómo funciona el universo. Su nombre era Albert Einstein.

El joven Albert Einstein terminó sus estudios de física a los **21** años, y a los 23, mientras trabajaba en una oficina de patentes en Suiza, pudo dividir su tiempo entre el trabajo y sus **investigaciones**; así, en 1905, a los 26 años, dio a conocer parte de su **trabajo**: tres documentos que revolucionarían el mundo de la **física**.

Este año celebramos el centenario de la publicación de esos tres documentos y, en honor a Albert Einstein, este es el Año Internacional de la Física.

En este cuaderno de experimentos hablamos de física, y el **objetivo** de hacerlo es acercar a ti, estudiante de secundaria, algunos conceptos físicos de manera sencilla y divertida, mediante la realización de experimentos interesantes. En él hacemos un recorrido por varios parajes de esta fantástica ciencia.

Mediante diversos experimentos confirmaremos que la física está en todas partes, tanto en una nave espacial como en la posibilidad de hervir agua en un vaso de papel; en el vuelo de un cohete y en una aguja que se torna invisible. Comprobaremos que las máquinas que estamos acostumbrados a ver funcionando se basan en leyes y principios físicos, ya que la física está en todas partes y es fascinante!

Espero que después de leer este cuaderno te resulte más emocionante y divertido el estudio de la física y, sobre todo, te motive a seguir buscando preguntas y respuestas acerca del funcionamiento del mundo que nos rodea, pues como decía Einstein:

“Lo importante es no dejar de hacerse preguntas”



Un viaje por la física:

Aquel viernes por la tarde, Rafa caminaba rumbo a su casa después de realizar un trabajo de investigación junto con un compañero de escuela. Era tan agradable la tarde que Rafa deseaba prolongar la caminata lo más posible. Mientras disminuía, paso a paso, la distancia entre él y su casa, su cabeza giraba alrededor de ideas y preguntas sobre casi cualquier cosa. Rafa levantaba la cabeza de vez en cuando para mirar la luz que se colaba entre las hojas de los árboles. ¡Qué espectáculo! Pensaba: "como si muchas estrellas colgaran de las ramas del árbol. ¿Qué será la luz?", se preguntaba.

A sus 14 años era un joven que se interesaba por intentar responder la mayor parte de las preguntas que se formulaba. Iba tan absorto pensando en la naturaleza de la luz, que una cuadra antes de llegar a su casa casi lo atropella una bicicleta. Por fin llegó a su casa, dejó sus cosas en una silla y fue a avisar a su madre que había llegado. La encontró tejiendo en un sillón de la sala:

—¡Hola, mamá!, ya llegué.

—¿Cómo te fue?

—Bien, ya terminamos la tarea para el lunes.

—¡Oye!, vino tu tío Ángel y dejó un libro en tu cuarto, dijo que te iba a gustar mucho.

Rafa se emocionó al escuchar esto, pues todos los libros que su tío Ángel le había prestado anteriormente le habían resultado muy interesantes. Mascullando algo apenas entendible, corrió a su cuarto dispuesto a sumergirse de inmediato en la lectura del libro.

Subió por las escaleras lo más rápido que pudo y al entrar a su cuarto, sobre su cama encontró un libro con pastas brillantes, como de metal, y a un costado una nota que decía:

Rafa:

Te dejo un libro muy especial; es de física y estoy seguro de que te interesará mucho. Lee el índice y decide cuáles son los 10 temas que más te interesan. Una vez que lo abras no puedes cerrarlo hasta terminar de leerlos todos.

Te llevarás una sorpresa cuando empieces a leerlo (aunque leerlo es un decir). No tengas miedo y disfrútalo. Vengo mañana en la tarde por él.

P. D. Por cierto, yo mismo lo construí. Cuidalo mucho. Ángel

Rafa levantó la tapa del libro, aunque decir libro no es del todo correcto; más bien parecía una caja de metal. Dentro había muchos botones y al lado de cada botón una frase pequeña en letras manuscritas.

Intrigado, presionó un botón que al lado decía *Principio de Bernoulli* y al hacerlo escuchó una voz grave proveniente del libro que decía "te quedan 9 opciones". Rafa estaba muy emocionado. "Esta cosa habla", pensó. Sin embargo, lo mejor estaba por venir.

Leyó varias veces el índice del libro; prácticamente todo le interesaba. Seleccionó con mucho cuidado los temas que le parecieron más atractivos y, cuando terminó de hacer la selección, el libro se abrió por la mitad mostrando un pequeño cilindro tapado con un cristal y en el interior de éste algo que parecía un foco azul.

Unos segundos después, el foco se encendió, mientras se formaba un cono de luz azul muy grande, y dentro de éste apareció una figura humana: un hombre con barba que vestía un traje muy extraño, como si viniera del futuro.

"¡Un libro virtual!", pensó Rafa.

El hombre miró al chico y le dijo: —Buen día, mi nombre es Alberto Sage y seré tu guía en este recorrido por el fascinante mundo de la física, ¿estás listo?

Rafa estaba boquiabierto y sin pensarlo mucho dijo: —sí, estoy listo.

—Comencemos entonces —le respondió Alberto Sage—.

Haremos este viaje a través de experimentos, los temas que has seleccionado son:

Exp. 01

Principio de Bernoulli

—Disculpa mi falta de cortesía; no he preguntado tu nombre— dijo Alberto Sage.
—Me llamo Rafa.
—Muy bien Rafa, has elegido comenzar este recorrido por la física con algo que se conoce como Principio de Bernoulli.

Bernoulli es el apellido de uno de los personajes más destacados en la historia de la física, su nombre completo fue Daniel Bernoulli y fue un científico suizo que nació el 8 de febrero de 1700 y murió el 17 de marzo de 1782.

Realizó su trabajo más importante en hidrodinámica, que es la parte de la física abocada al estudio de los fluidos como aire y agua en movimiento. ¿Has visto esas enormes máquinas voladoras que son los aviones?

—Sí, las he visto.

—Es sorprendente que algo tan pesado pueda volar, ¿verdad? Pero el Principio de Bernoulli nos ayuda a entender cómo lo hacen. ¿Qué te parece si hacemos un experimento para frustrar el Principio de Bernoulli?

—¡Me encantaría!



Necesitarás el siguiente material:

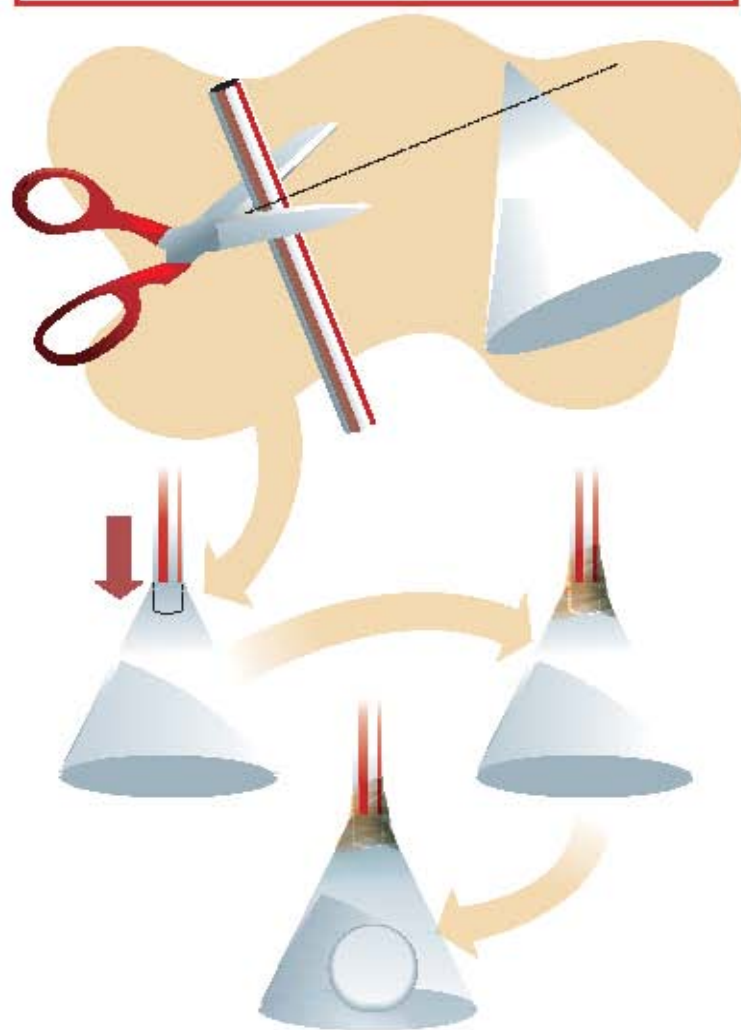
- »Un popote
- »Un cono de papel (para tomar agua)
- »Tijeras y cinta adhesiva
- »Una pelota de unicel, de 3 cm de diámetro

Actividad 1

Rafa salió corriendo, y al poco tiempo volvió con todo el material.

—A este experimento me gusta llamarlo la *pelota antigravedad*. Empecemos haciendo lo siguiente:

Corta el popote por la mitad, toma el cono de papel y con las tijeras haz un pequeño corte en el vértice, de tal manera que el popote pueda pasar a través de él un poco apretado.



Pasa el popote por el orificio que acabas de hacer de tal manera que dentro del cono sólo quede medio centímetro del popote.

Pega el popote al cono con cinta adhesiva. Ahora, toma la pelota y colócala dentro del cono. Después, voltea esta estructura. ¿Qué pasa con la pelota?

—Se cae.

—Bien, la fuerza de gravedad hace su trabajo. Pero... ¿Qué pasa si soplas a través del popote y sueltas la pelota?

—La pelota se cae con más razón, pues el aire que sopla la empujará hacia abajo.

—¿Estás seguro? Hagamos el experimento.

—¡No cae la pelota!

—¡Sorprendente! ¿Verdad?

—Pero... ¿por qué no cae si estoy soplando aire?, debería empujarla hacia el piso.

—Aquí es donde entra el Principio de Bernoulli; como te dije anteriormente, esto está relacionado con fluidos en movimiento; en nuestro experimento se trata de aire en movimiento.

Verás, estamos rodeados de algo que no podemos ver: el aire, el cual nos está apretando y muy fuerte; este fenómeno se conoce como *presión atmosférica*. Bernoulli se preguntó cómo será la presión del aire cuando aumenta o disminuye su velocidad, es decir, que tan fuerte nos oprime el aire al cambiar su velocidad. Encontró que cuando la velocidad del aire es grande la presión es pequeña o sea que el aire veloz aprieta con poquita fuerza. ¿Qué pasará con la presión del aire cuando su velocidad es pequeña?

—¡Hmmm! Creo que ocurre lo contrario. El aire lento aprieta con mucha más fuerza que el aire veloz.

—¡Exactamente, Rafa! Cuando la velocidad del aire es pequeña la presión aumenta, en otras palabras, **el aire lento aprieta con más fuerza**.

—¡Creo que puedo explicar por qué no cae la pelota cuando soplo aire por el popote! El aire que yo soplo pasa por arriba y por los lados de la pelota a mayor velocidad que el aire que está justo abajo. Entonces... ¡es el aire lento debajo de la pelota el que no deja que ésta se caiga!

—Así es, Rafa, según el Principio de Bernoulli el aire veloz que tú soplas aprieta la pelota con menos fuerza que el aire lento debajo de ella, o sea, la presión del aire veloz sobre la pelota es menor que la presión del aire lento debajo de ella, esto genera una fuerza que sostiene la pelota, evitando que se caiga.



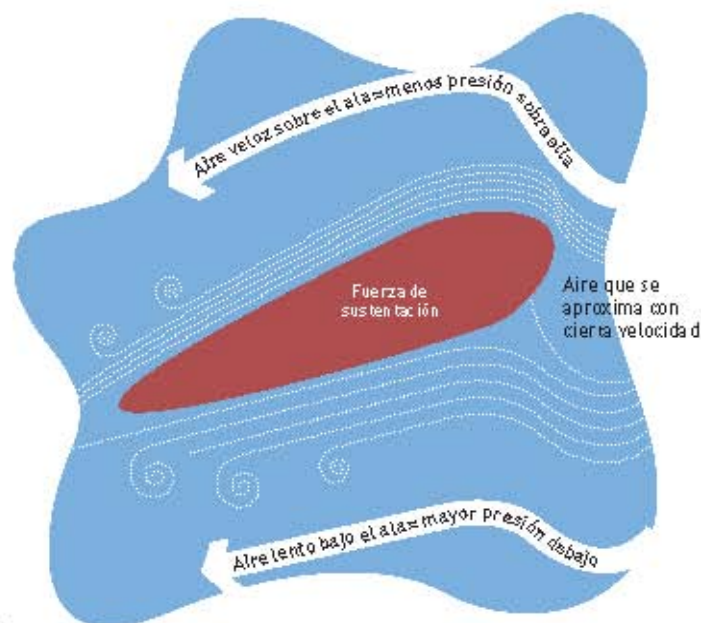
¿Qué pasa si dejo de soplar?

—La pelota se cae... ¡Ya sé! Al dejar de soplar, el aire sobre la pelota tiene la misma velocidad que el aire de abajo; las presiones son las mismas y la gravedad jala hacia abajo la pelota.

—¡Muy bien, Rafa! Ahora podemos explicar por qué vuelan los aviones. ¿Has visto la forma de las alas de los aviones? El perfil es algo parecido a esto:



Su forma se conoce como perfil aerodinámico y se llama así porque este diseño permite a las alas aprovechar al máximo las fuerzas que se originan cuando se mueven en el aire, y en todos los perfiles aerodinámicos el aire que pasa por debajo del ala pasa más lento que el que circula por arriba.



Aquí el principio de Bernoulli nos dice que el aire veloz que pasa por arriba del ala, la empuja hacia abajo con una determinada fuerza, pero, el aire lento que pasa por debajo empuja el ala hacia arriba con mucha más fuerza que el veloz. A esta diferencia de fuerzas se le conoce como *fuerza de sustentación*, y es la responsable de que un avión se eleve, pues los pilotos lo consiguen subiendo o bajando la posición de las alas; esta colocación de las alas se conoce como *ángulo de ataque*.

Exp. 02

»» Ingravidez

—Alberto, he visto por la televisión a los astronautas flotando dentro de las naves espaciales, y siempre me he preguntado qué se sentiría si no hubiera gravedad ¡Qué lástima que no se pueda desconectar la gravedad!



—Sí, Rafa, no se puede desconectar, pero... ¿estás seguro de que no podemos sentir en nuestro planeta los efectos de la ingravidez?

—¿Ingravidez?

—Sí, ingravidez es la aparente pérdida de peso que experimentan los astronautas en las naves espaciales, pero antes de hablar de ella, hablemos un poco de la gravedad. La primera teoría de gravitación fue propuesta por un físico

y matemático inglés de nombre Isaac Newton; esta ley dice que todos los objetos del universo ejercen una fuerza de atracción sobre todos los demás objetos que en él se encuentran, y que esta fuerza depende tanto de la masa de los objetos mismos como de la distancia a la que estén unos de otros. Entonces *gravedad es la fuerza de atracción que se presenta entre todos los cuerpos que tienen masa*. Mientras más grande sea la masa, mayor es la fuerza de atracción y, si la distancia entre los objetos es grande, la fuerza será pequeña.

Hagamos un experimento sobre ingravidez.

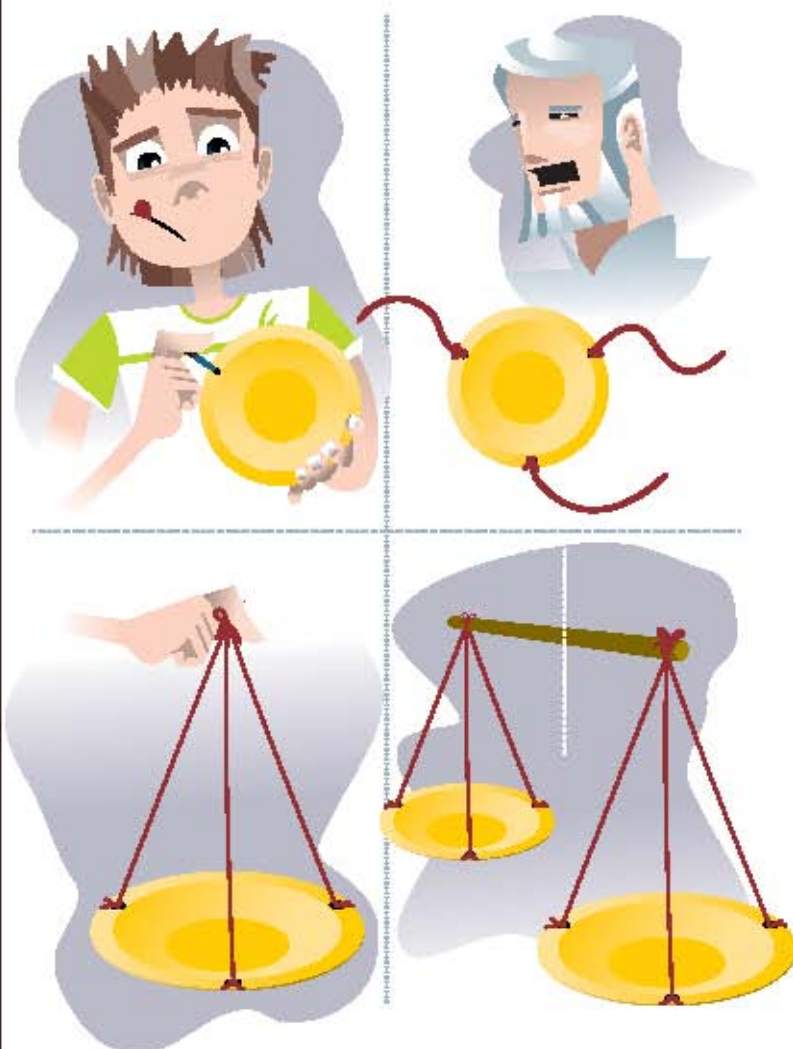
Material:

- »Un exprimidor de limones de metal
- »3 m de estambre
- »50 cm de hilo
- »Un palito de madera de aproximadamente 50 cm
- »Dos platillos desechables extendidos
- »Un clavo pequeño
- »Varias monedas
- »Cerillos

Actividad 1

Lo primero es construir una balanza. Toma el clavo y con él haz tres perforaciones en las orillas de cada platillo; sólo cuida que éstas queden a la misma distancia entre sí.

Corta seis trozos de estambre de 50 cm cada uno y amarra uno de sus extremos a cada perforación de los platos.

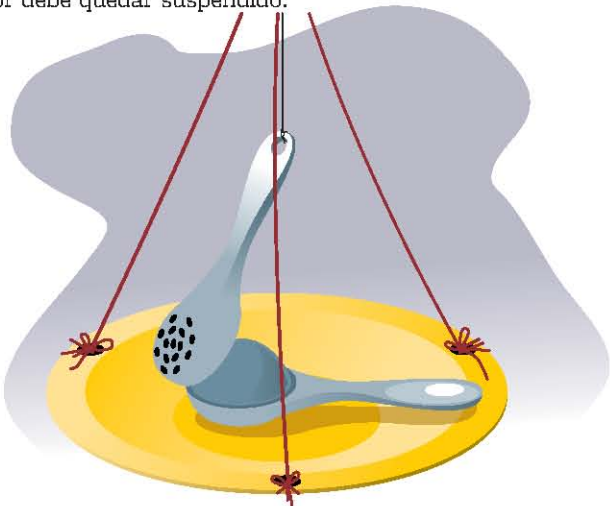


Anuda entre sí los extremos libres de los estambres de cada plato, ya tenemos los platillos de la balanza. Sujeta con un pedazo de estambre cada platillo de la balanza a los extremos del palito.

Ahora, equilibra la balanza en uno de tus dedos, una vez que encuentres el punto de equilibrio (casi siempre es a la mitad del palito), amarra un estambre en ese lugar y cuelga la balanza.

Viene lo más interesante:

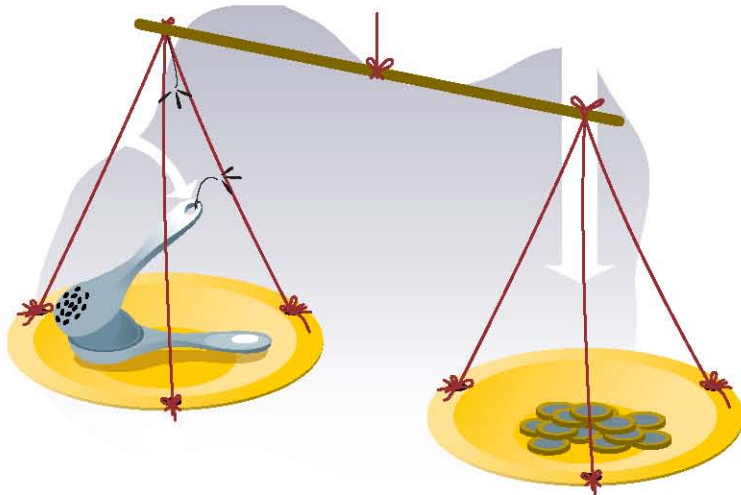
En uno de los platillos de la balanza pon el exprimidor de tal forma que uno de sus brazos quede sobre el platillo, mientras que el otro brazo se amarra con el estambre, y se sujeta al extremo de la balanza. Es decir, uno de los brazos del exprimidor debe quedar suspendido.



Ahora equilibra la balanza poniendo monedas en el otro platillo.

—¿Se desequilibrará la balanza si cortamos el estambre del brazo suspendido?

—No creo; el peso del objeto es el mismo.



—Para comprobarlo, enciende un cerillo y quema el estambre que mantiene suspendido el brazo del exprimidor. ¿Qué sucede en la balanza?

—Mientras el brazo del exprimidor va cayendo, la balanza se desequilibra... ¡El platillo con el exprimidor sube!

—Pero, Alberto... el peso del cuerpo no ha cambiado, entonces ¿por qué sube la balanza? Se supone que los cuerpos que caen pesan menos, pero ¿por qué?

—Bueno, el peso de un cuerpo es la fuerza con la que éste es atraído por la Tierra. Si un cuerpo está colgado de algún punto, su peso es la fuerza con la que está jalando ese punto del que pende, y si ese cuerpo se encuentra sobre una superficie, su peso corresponderá a la fuerza con la que presiona el lugar sobre el que está apoyado. Entonces un cuerpo que cae ni jala ni presiona nada.

Mientras cae, el brazo del exprimidor presiona la balanza con menos fuerza que cuando estaba sujeto, y es por esto que la balanza se desequilibra. ¿Alguna vez te has subido a un elevador?

—Sí. Cuando empieza a bajar, me siento un poco extraño, como si me volviera un poco más ligero.

—¡Exacto! Esta es justamente la sensación de ingravidez.

Cuando el elevador empieza a bajar, nosotros aún no tenemos una velocidad igual a la suya y nuestro cuerpo apenas presiona sobre el piso del elevador; entonces, por un segundo, sentimos que nuestro peso disminuye. Cuando pasa ese instante nuestro cuerpo adquiere la misma velocidad del elevador y vuelve a presionar el piso con la misma fuerza que antes; es decir, nuestro cuerpo recupera su peso normal.

—Entonces... ¿los astronautas flotan en las naves espaciales porque no pesan?

—En realidad, el peso del astronauta en una nave espacial es sólo 10% menor de lo normal en tierra, y disminuye porque la gravedad de nuestro planeta disminuye a medida que aumenta la altura.

—¿Entonces por qué flotan?

—Si los pudiéramos ver desde la Tierra, comprobaríamos que están en caída libre hacia el centro de ésta, pero permanecen a esa altura porque existe una fuerza que los mantiene dando vueltas alrededor de la Tierra.

—Entonces... ¡Los clavadistas que se lanzan desde un trampolín también sienten como si su peso disminuyera!

—Así es. Si nos echamos un clavado descendemos en caída libre mientras estamos en el aire; como no existe una superficie que estemos presionando sentimos los efectos de la ingravidez. ¿Sabías que a los astronautas los entrenan para acostumbrarse a la ingravidez de una nave espacial, usando aviones?

—¿Aviones?

—Al llegar a una cierta altura, los aviones se tiraban en caída libre siguiendo una trayectoria que los físicos llaman parabólica; cuando iban cayendo, las personas y los objetos dentro del avión flotaban libremente en estado de ingravidez; sin embargo, el peso de los pasajeros en caída libre cambia muy poco, es la falta de una superficie que presionar mientras caen.

La verdadera ingravidez o ausencia total de peso sólo puede obtenerse en lo profundo del espacio, lejos de cualquier estrella o planeta, donde los astronautas flotarían libremente en una nave espacial con los motores apagados.

Exp. 03

Mecánica de Newton

—Oye Alberto, ¿lo que viene a continuación tiene que ver con las leyes de Newton?

—Sí, hablaremos de una parte de la física que se conoce como mecánica clásica, en la cual se estudian las tres leyes de Newton.



—¿Y para qué nos sirven?

—Para entender el movimiento de los cuerpos; por ejemplo: ¿sabes por qué vuela un cohete? o ¿por qué se inventaron los cinturones de seguridad?

—¡A poco eso tiene que ver con las leyes de Newton!

—Por supuesto. Verás, la primera, conocida como Ley de la inercia dice que un objeto en movimiento seguirá moviéndose o un cuerpo en reposo seguirá en reposo, a menos que una fuerza actúe sobre él. A esta propiedad de los cuerpos de estar en reposo o en movimiento a menos que sobre ellos actúe una fuerza, se llama inercia. ¿Qué te parece si hacemos un experimento?

Material:

- »Un carrito de juguete con llantas que giren bien
- »El tubo de plástico de un lapicero
- »Un globo
- »Una hoja de papel tamaño carta
- »Un palito delgado de 40 cm de largo
- »Una barrita de plastilina
- »Cinta adhesiva
- »Pegamento blanco
- »10 cm de alambre delgado

Actividad 1

Coloca el tubo de plástico del lapicero arriba del carrito; éste deberá estar en una superficie lisa, puede ser el piso de tu casa. Con tu mano impulsa el coche, dirigiéndolo hacia una pared. ¿Qué pasa con el tubo del lapicero cuando el coche choca?



—En el momento que choca el tubo del lapicero se va hacia adelante. —¡Ah, ya sé! Es por la inercia que el tubo se sigue moviendo en la misma dirección en la que se movía con el carrito.

—Entonces cuando viajamos en un coche y...

—Sí el coche frena repentinamente, nuestro cuerpo se va hacia adelante! Es decir, tiende a seguir en movimiento. Por esa razón se inventaron los cinturones de seguridad.

—Así es Rafa. ¡Muy bien!

—Me dijiste que el vuelo de los cohetes se explica con las leyes de Newton ¿pero cómo?

—Con la tercera ley, también llamada ley de la acción y reacción, que es quizá la más difícil de comprender. Dice que **para toda fuerza de acción existe una fuerza de reacción con la misma intensidad, pero con dirección contraria.**

Sin embargo... hay un pequeño detalle que muchas veces se escapa cuando se estudia.



Para explicarla continuaremos con el experimento, en una segunda parte. Toma el tubo del lapicero, asegúrate que esté destapado de ambos extremos, ahora introduce tres cuartas partes del tubo por la boca del globo y pégalo muy bien con cinta adhesiva.

Haz la siguiente figura con el alambre, tuerce el resto del alambre, de tal manera que el círculo pase apenas por el tubo del lapicero. Ahora pega el alambre al coche con un poco de plastilina



Infla el globo, tapa la salida de aire con un trozo de cinta adhesiva y pégalo arriba del coche, también con cinta y cuida que no se salga el aire. Pasa el tubo del lapicero por el anillo de alambre y pégalo con cinta.

Ahora deja salir el aire del globo. ¿Qué pasa con el coche?

—El coche se mueve!



—Así es Rafa. El globo está empujando el aire que tenía hacia afuera con mucha fuerza; esta es la fuerza de acción, pero la tercera ley dice que para esta fuerza existe una fuerza de reacción. Aquí la reacción es la fuerza que el aire aplica sobre el globo en dirección contraria y es esta fuerza de reacción la que mueve al globo con todo y coche. Además, la tercera ley también dice que las dos fuerzas son iguales y de dirección contraria.

—Pero... si las dos fuerzas son iguales y de dirección contraria ¿Por qué se mueve el coche? Es como si algunos niños jugaran a jalar la cuerda, si los niños que están de un lado jalan con la misma fuerza que los niños que están del otro lado, la cuerda no se mueve. En este caso las fuerzas son iguales y de dirección contraria.

—Tienes razón, pero no estamos considerando un detalle de la tercera ley de Newton, sigamos con el experimento. Usa el pegamento blanco para pegar la hoja a lo largo en el palito.

Cuando seque el pegamento, une con un poco de plastilina la base del palito en la parte de atrás del coche, a la altura del tubo de plástico para que todo el aire que sale del globo choque con la hoja.

Vuelve a inflar el globo y deja escapar el aire ¿Qué pasa?



—¡El coche no se mueve! Pero...

—Veo que te sorprendió; sin embargo, la respuesta es sencilla: la tercera ley de Newton dice que la fuerza de acción y la fuerza de reacción se aplican sobre objetos diferentes; en este caso la fuerza de reacción, que es la causante del movimiento del coche, se cancela con la fuerza con la que el aire empuja hacia atrás la hoja, pues las dos se aplican sobre el mismo objeto y son iguales, sólo que una está dirigida hacia atrás y otra hacia adelante.

Y ahora ya podemos explicar por qué vuelan los cohetes: dentro de ellos el combustible se quema, produciendo un gas que sale a gran velocidad...

—¡Ya sé!, yo puedo explicarlo. Cuando sale el gas, el cohete aplica una fuerza sobre él hacia abajo —esta es la acción—, a la vez, el gas aplica una fuerza igual sobre el cohete, sólo que dirigida hacia arriba —esta es la reacción—, pero como la acción y la reacción se aplican sobre cuerpos diferentes el cohete se mueve.

—Exacto Rafa, por esa razón vuelan los cohetes. ¿Sabes...?, esta ley nos dice algo más.

—¿Ah, sí?

—Nos dice que una fuerza nunca existe sola. Es imposible ejercer una fuerza sin que exista su reacción.

—¿Entonces las fuerzas siempre aparecen en pares?

—Así es, imagínate el juego de jalar la cuerda con una sola persona de un lado, ¡es imposible! Siempre que en algún lugar se ejerce una fuerza, aparece otra de igual magnitud, pero con dirección contraria. ¡Así es nuestro universo!

Exp. 04

» La aguja invisible

—Bien Rafa, ahora volveremos invisible una aguja.

—¿En realidad es posible desaparecerla?

—Bueno, no se trata de un truco de magia, sino de un fenómeno óptico.



—Entonces, ¿el experimento tiene que ver con la luz?

—Así es, ¿has oído hablar de la reflexión y la refracción de la luz?

—La reflexión se da cuando la luz, al chocar con los objetos, rebota en ellos. Pero... nunca había escuchado hablar de la refracción.

—La refracción es un cambio de dirección de la luz que ocurre cuando pasa de un medio a otro; es decir, desvía su camino. Por ejemplo, cuando pasa del aire al agua (y viceversa), la luz se desvía. Aprovechemos un fenómeno conocido como reflexión total para hacer la aguja invisible.

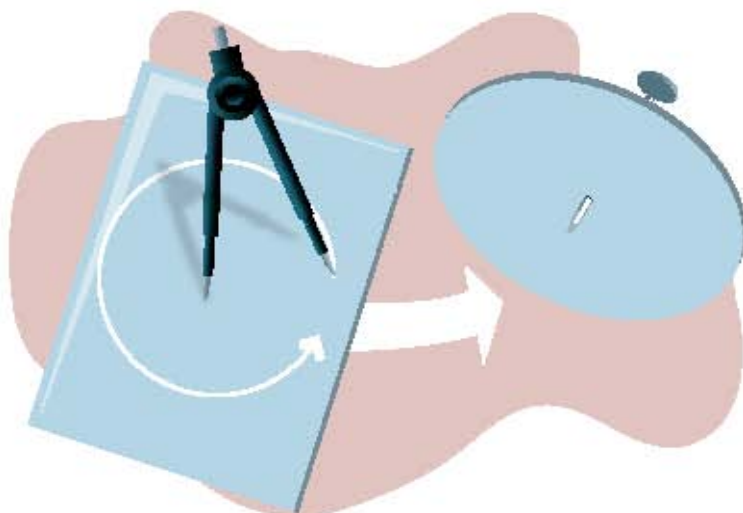
Material:

- »Un alfiler
- »Una hoja de plástico tamaño carta
- »Una ensaladera de vidrio
- »Agua
- »Tijeras
- »Un compás
- »Una regla



Actividad 1

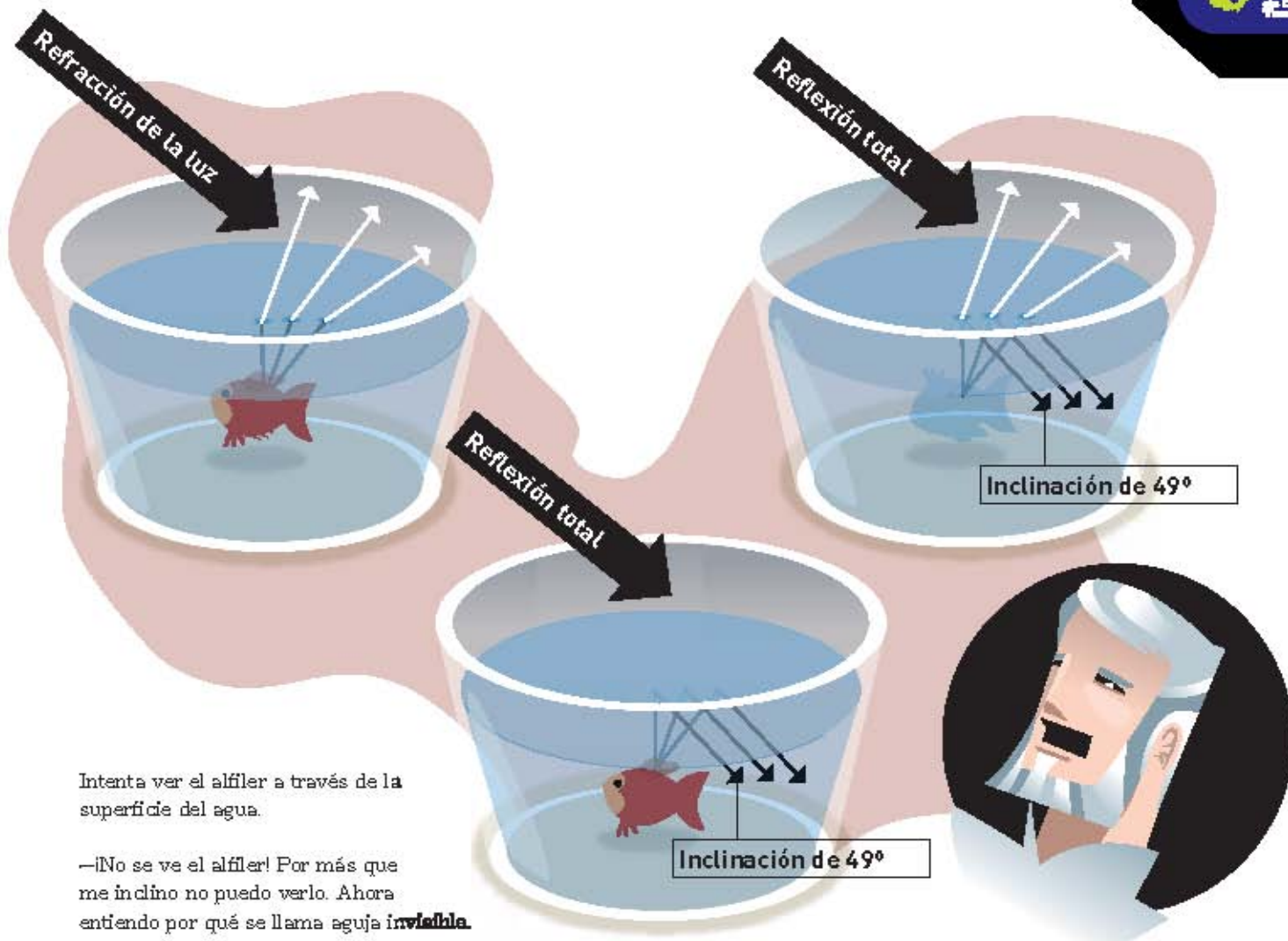
Mide la longitud del alfiler con la regla; después, con el compás, dibuja en la hoja de plástico un círculo cuyo radio mida 1.2 veces la longitud del alfiler, por ejemplo si tu alfiler mide 3 cm, el radio del círculo debe ser de $1.2 \times 3 \text{ cm} = 3.6 \text{ cm}$. Marca el centro del círculo con el lado puntiagudo del compás.



Ahora, con mucho cuidado, clava el alfiler en el centro del círculo.



Pon agua en la ensaladera y coloca el círculo con el alfiler hacia abajo sobre la superficie del agua.



Intenta ver el alfiler a través de la superficie del agua.

—¡No se ve el alfiler! Por más que me inclino no puedo verlo. Ahora entiendo por qué se llama aguja **invisible**.

—Cuando miras un objeto, ¿qué es lo que ves?

—Siempre que miro un objeto en realidad veo la luz que se refleja en él hasta que llega a mis ojos.

—¡Exacto, Rafa! La aguja en realidad no se ha hecho invisible, lo que ocurre es un fenómeno conocido como reflexión total.

En nuestro experimento, la luz pasa del agua al aire, y al hacerlo cambia bruscamente su dirección en la superficie, a esto se llama refracción de la luz. La refracción ocurre siempre que la luz pasa de un medio a otro diferente.

Sin embargo, si los rayos de luz llegan a la superficie del agua con una inclinación mayor a 49° se reflejan en la superficie; es decir, rebotan y se regresan al agua; los físicos llaman a esto reflexión total, pues todos los rayos de luz con una inclinación mayor a 49° se reflejan totalmente, o sea que no se refractan; no salen del agua.

—Entonces no vemos el alfiler porque la luz que rebota en él no sale del agua; en cambio se refleja en la superficie como si fuera un espejo.

—Perfecto, Rafa.

—Entonces los peces de una pecera verán el mundo fuera del agua de una forma muy rara ¿verdad?

—Sí Rafa, debido a la reflexión total dentro del agua los peces tienen una visión del mundo externo bastante reducida; además, después del ángulo de 49° verán el fondo de la pecera reflejado en la superficie interior del agua.

—¡Vaya!

Exp. 05

» Lata electrostática

—A veces, cuando toco la manija de la puerta, siento un chispazo en la mano ¿Eso que se siente es electricidad?

—Sí, es un tipo de electricidad que se conoce como electricidad estática; y justamente el próximo experimento tiene que ver con ella.

Este fenómeno fue conocido desde la época de los griegos, cuando Tales de Mileto frotó algunos trozos de ámbar con piel de conejo y descubrió que atraía objetos livianos como plumas, pedacitos de papel, etc. Veamos... ¿podrías mover una lata de refresco vacía usando un globo, pero sin que éste toque la lata?

—Sueno un poco difícil, podría inflar el globo y empujar la lata, pero si el globo no debe tocarla... quizá se pueda impulsar con la electricidad estática, pero, ¿cómo?

—Bueno, empecemos el experimento.



Materiales:

- »Una lata vacía de refresco
- »Un globo
- »Un trapo de lana o franela



Actividad 1

Coloca la lata en una superficie lisa horizontal, puede ser sobre una mesa.



—¿De qué están hechas todas las cosas Rafa?

—De átomos.

—Así es, pero cada átomo está formado de partículas más pequeñas que se llaman protones que tienen carga positiva, electrones que tienen carga negativa y neutrones que no tienen carga. Los protones y neutrones se encuentran en el centro del átomo, o sea el núcleo, mientras los electrones giran alrededor.

Normalmente, los átomos de todas las cosas tienen la misma cantidad de electrones que de protones. Pero cuando frotamos dos cuerpos (en este caso el globo y el trapo de lana) algunos electrones del trapo pasan al globo; este hecho se conoce como *electrización por fricción*.

Ahora, temporalmente el globo tiene más electrones de los que es normal y decimos que está cargado negativamente; en cambio, el trapo de lana, al pasar algunos de sus electrones, tiene más protones que electrones y decimos que está cargado positivamente.

Infla el globo...



Acerca el globo a la lata sin tocarla y observa qué ocurre.



...y después frótalo unos 20 segundos con el trapo, o bien, simplemente con tu cabello.

¡El globo está jalando la lata! Está rodando sobre la mesa como si hubiera un lazo invisible.

—Entonces al frotar el globo con el trapo se carga negativamente pero ¿Por qué atrae a la lata?

—Bueno, esto lo explica la *Ley de Coulomb*, la cual dice que las cargas iguales se rechazan, en tanto que las cargas diferentes se atraen. Cuando acercamos el globo cargado negativamente a la lata, las cargas negativas o electrones en la lata son rechazados por las cargas eléctricas del globo y se ponen en la parte de adentro de la lata, quedando en la parte de afuera únicamente las cargas positivas, las cuales se atraen con las cargas del globo con la fuerza suficiente para moverla. Esta fuerza de atracción o rechazo entre cargas eléctricas se conoce como *fuerza electrostática*.

—Los rayos se forman por electricidad estática, lo leí en un libro.
 —Cierto Rafa, en la atmósfera existen muchas cargas eléctricas; además, esta clase de electricidad se genera por la fricción entre el aire y los pedacitos de hielo o gotitas de agua que hay en las nubes, pues casi siempre las cargas positivas se ubican en la parte alta de la nube y las negativas en la parte baja. Cuando las nubes tienen mucha carga eléctrica, ésta es atraída por algún edificio, el suelo u otra nube con carga diferente; cuando esto ocurre, las cargas eléctricas pasan en forma de rayos entre las nubes o hacia el suelo.

—Casi siempre vemos que los rayos caen de las nubes a la tierra, pero una vez vi un rayo que subía hacia la nube.

—Eso es cierto Rafa,

Los físicos clasifican los rayos en dos tipos: los que van de la nube a la tierra, y son aproximadamente 80% del total; el restante 20% está constituido por rayos que pasan de la tierra a las nubes, de una nube a otra o bien dentro de una misma nube.

—Entonces el chispazo que siento al tocar un metal se debe a que algunas cargas eléctricas pasan de mi mano al metal como rayos, pero en pequeño!

—Exactamente Rafa, nosotros mismos podemos acumular cargas eléctricas debido a la fricción con diferentes materiales; por ejemplo, la fricción que tenemos con la ropa y, al tocar a otra persona o algún objeto metálico, las cargas eléctricas pasan como una chispa de corriente que nos asusta un poquito. Las nubes crean esta chispa pero a escala gigante.

Exp. 06

» Globos escapistas

—El siguiente experimento se llama globos escapistas —dijo Alberto—.

—¡Yo he visto globos escapistas!, son los que venden en las plazas o en los parques; si los sueltas empiezan a subir, se escapan, de veras... ¿por qué suben?

—¿Has visto los globos aerostáticos que pueden llevar gente de un lugar a otro?

—Sí, los he visto.

—Pues los globos del parque suben por la misma razón que un globo aerostático y esto lo explica el Principio de Arquímedes, el cual se incluye en una de las ramas de la física que se llama hidrostática y estudia los fluidos como el aire y el agua en reposo.

En fin, vamos a construir un globo aerostático.

Materiales:

- » 12 pliegos de papel china de diferentes colores
- » Pegamento blanco
- » Engrapadora
- » Plumón
- » Regla
- » Tijeras
- » 4 trozos de hilo de 2 m
- » Una secadora de cabello



Actividad 1:

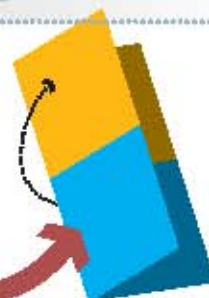
Toma dos pliegos de papel china y pégalos por el lado más corto, a medio centímetro del borde, para que te quede una hoja grande.



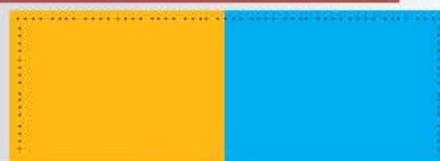
Haz lo mismo con los otros diez pliegos para obtener en total seis hojas grandes.



Ahora dobla todas las hojas por la mitad a lo largo y después mételas unas dentro de otras haciendo coincidir las esquinas.



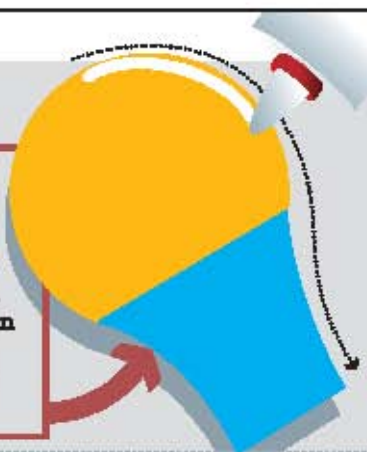
Cuando tengas todas las hojas juntas y los bordes coincidan, engrápalas.



Con el plumón dibuja una figura como la siguiente y recórtala.



Separa las figuras que recortaste. Estas formarán el cuerpo de nuestro globo. Ahora coloca pegamento blanco en el contorno de una de las figuras, pero sólo en la mitad.



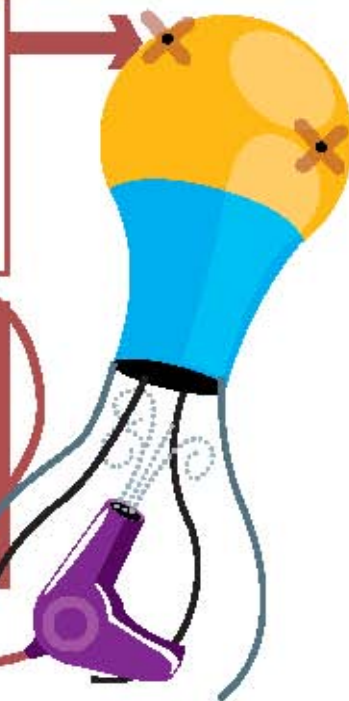
Toma otra figura y pega la mitad de su contorno con el borde de la figura a la que pusiste pegamento.



Pega la tercera de la misma forma que en el paso anterior a una de las dos figuras que acabamos de pegar. Repite el proceso hasta que termines de pegar todas las hojas y déjalas secar por lo menos dos horas.

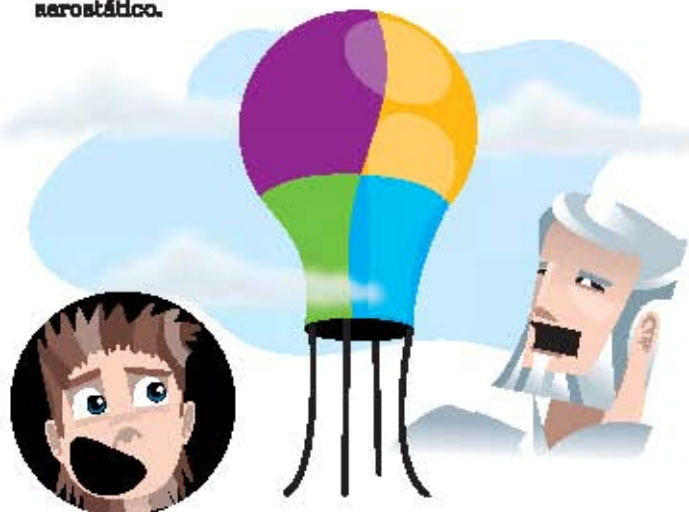


Procura no dejar agujeros en el cuerpo del globo, pues al inflarlo, el aire caliente puede escaparse.



Por último, pega las tiras de hilo en la boca del globo. Ahora, toma la secadora y calienta el aire del interior del globo (no la pongas muy adentro, se puede quemar el papel).

— Cuando el aire dentro del globo se calienta...
— ¡El globo sube! Igual que un globo aerostático.



— El Principio de Arquímedes dice que todo cuerpo dentro de un fluido está siendo empujado hacia arriba, con una fuerza igual al peso del fluido desalojado.

— ¿Cómo es eso?

— Mira, si lleno un vaso con agua y después pongo algún objeto dentro del vaso...

— ¡El agua se derrama!

— Así es, Rafa. Si yo junto toda el agua que se derrama y mido cuanto pesa, ese peso es la fuerza con la que el agua empuja hacia arriba al objeto sumergido dentro de ella.

— Ya entendí, pero... si yo pongo una moneda en un vaso con agua se hunde y si pongo un pedazo de madera flota.

— Siempre que un cuerpo está dentro de un fluido, sobre él se aplican por lo menos dos fuerzas: el peso del cuerpo hacia abajo y el empuje del fluido hacia arriba.

¿Qué pasa si el peso del cuerpo es más grande que el empuje ascendente del fluido?

— Hmm... El cuerpo se hunde, pues está siendo jalado por su peso con más fuerza.

— ¿Y si el empuje hacia arriba es más grande que el peso del cuerpo?

— El cuerpo flota, se mueve hacia arriba. Entonces... ¡Un globo aerostático sube porque el empuje del aire hacia arriba es mayor que el peso del globo!

— Exactamente Rafa, nosotros también estamos dentro de un fluido: el aire, que nos está empujando hacia arriba, sólo que otra fuerza nos atrae hacia abajo, la gravedad, que nos mantiene en la superficie valiéndose de nuestro peso.

Exp. 07

» Motor eléctrico

- Rafa, ¿qué te parece si ahora construimos un motor eléctrico?
- Pero necesitaremos muchos materiales.
- Sólo ocuparemos dos imanes.
- ¿Nada más?
- Bueno, uno de ellos lo vamos a construir.
- ¡Construir un imán! ¿Cómo?
- Los que construiremos no son imanes para siempre, y se llaman electroimanes.
- ¡Electroimanes!, ¿funcionan con electricidad?
- Sí, vamos a construir el motor.



Materiales:

- »Una pila tamaño D
- »Dos clips metálicos
- »Un imán grande
- »Alambre de cobre del número 27 para embobinar
- »Un pedazo de lija
- »Cinta adhesiva

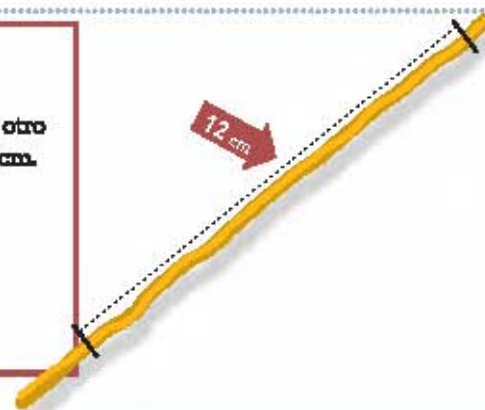


Actividad 1

Toma el alambre por un extremo, deja unos 12 cm y comienza a enrollarlo en la pila, dando cinco vueltas alrededor, cuando termines corta el alambre del otro extremo.



Deja también otro pedazo de 12 cm.



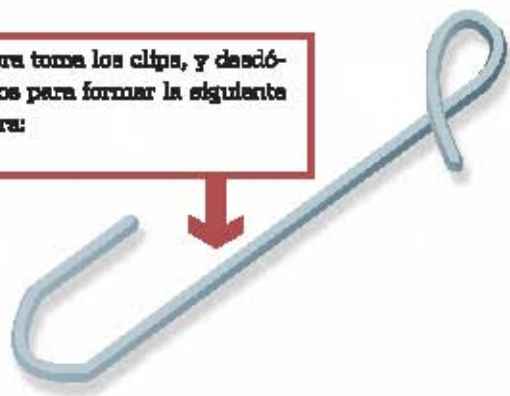
A continuación, saca el alambre de la pila y, para evitar que se desbarate la figura, dale tres vueltas sobre sí misma con los pedazos de alambre que dejaste libres; debe quedarte una figura como la siguiente:



Toma la lija y raspa los dos extremos sueltos de alambre para quitarles todo el aislante.



Ahora toma los clips, y desdóblalos para formar la siguiente figura:



Pega los clips que desdoblaste en cada polo con cinta adhesiva.



Toma la figura de cobre que hiciste y mete los extremos a los que quitaste el aislante, uno en cada clip.



¡Hagamos funcionar el motor! Toma la pila y acerca el alambre de cobre al imán; busca la posición adecuada. Si no funciona, quizá le haga falta un empujoncito al círculo de cobre.



¡El alambre da vueltas al acercar al imán!

Siempre que una corriente eléctrica

pasa por un conductor –por ejemplo un alambre de metal– éste se comporta como si fuera un imán. Este tipo de imanes son llamados artificiales, pues cuando la corriente eléctrica deja de pasar por el alambre cesa su comportamiento de imán; los físicos los llaman electroimanes.

—Entonces el alambre de cobre es un electroimán... Al pasar la corriente eléctrica por el alambre éste se comporta como un imán cuyos polos se rechazan o atraen con el imán que se encuentra abajo. ¡Por eso da muchas vueltas!

—Exacto Rafa, cuando acercamos dos imanes los polos iguales se rechazan y los polos diferentes se atraen, ésta es la Ley de Atracción o Repulsión Magnética. Un motor eléctrico es un aparato que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, con esto un motor es capaz de mover las ruedas de un automóvil, por ejemplo. Básicamente constan de dos partes: una fija que se llama estator, y otra móvil llamada rotor.

—¿Y en dónde se usan los motores eléctricos?

—Todo lo que se mueve utiliza un motor eléctrico para realizar el movimiento.

—Entonces hay motores en todas partes, pues todos los aparatos eléctricos tienen uno; por ejemplo, el refrigerador, la licuadora, la lavadora, la secadora ¡hasta mis juguetes!



—Si Rafa, en la vida moderna nos encontramos motores eléctricos en todas partes: el transporte, el hogar, etc. Para cualquier lado que volteemos podemos encontrar una máquina que funcione con un motor y en nuestra vida diaria los motores eléctricos son de gran utilidad.

Exp. 08

» Ecos

—Una vez escuché que los murciélagos pueden volar de noche a pesar de que casi no hay luz porque usan los ecos para guiarse, pero ¿qué son los ecos?

—El eco es un fenómeno que se presenta cuando el sonido choca con un objeto y se refleja.

—¿El sonido se refleja así como la luz?

—Sí, y este fenómeno se usa en muchos aparatos, por ejemplo, el sonar de los barcos que sirve para medir la profundidad en el mar. Bueno, pero dejemos de hablar tanto y hagamos un experimento sobre la reflexión del sonido. ¿De acuerdo?



Materiales:

- »Un reloj en el que se escuche el tic - tac
- »Tres tubos de cartón de unos 40 cm de largo y 10 cm de diámetro.
- »Cinta adhesiva
- »Dos libros gruesos
- »Una mesa
- »Un transportador
- »Dos hojas de papel
- »Una regla de 30 cm y un lápiz



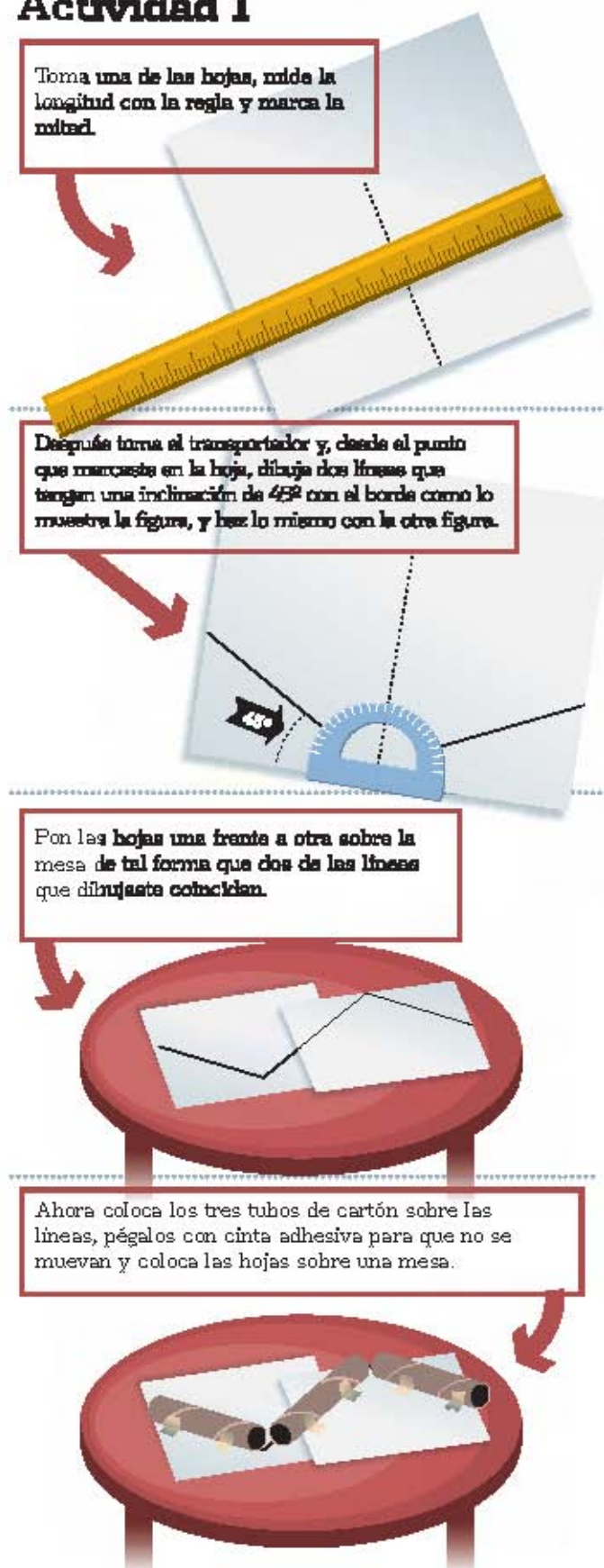
Actividad 1

Toma una de las hojas, mide la longitud con la regla y marca la mitad.

Después toma el transportador y, desde el punto que marcaste en la hoja, dibuja dos líneas que tengan una inclinación de 45° con el borde como lo muestra la figura, y haz lo mismo con la otra figura.

Pon las hojas una frente a otra sobre la mesa de tal forma que dos de las líneas que dibujaste coincidan.

Ahora coloca los tres tubos de cartón sobre las líneas, pégalos con cinta adhesiva para que no se muevan y coloca las hojas sobre una mesa.



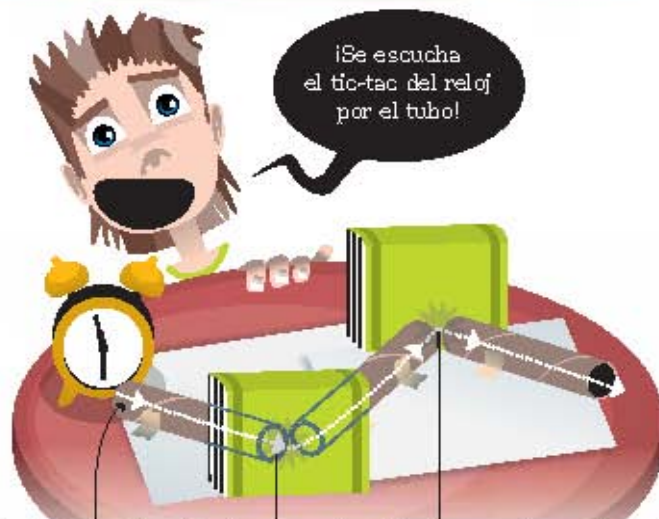
Coloca los libros verticalmente (con el lomo hacia arriba) detrás de la unión de cada par de tubos. Estas serán las superficies donde se reflejará el sonido.

Superficies donde se reflejará el sonido

Toma el reloj y colócalo en uno de los extremos de un tubo. Ahora acerca tu oído al tubo en el extremo opuesto.



¡Se escucha el tic-tac del reloj por el tubo!



El sonido del reloj viaja por el aire del tubo...

...choca con el libro y continúa por el otro tubo...

...choca con el segundo libro y pasa por el último tubo hasta llegar a mi oído.

—Así es Rafa, siempre que el sonido choca contra algún objeto —al igual que la luz— rebota, es decir se refleja.



La reflexión del sonido sigue algunas

reglas, pues la inclinación con la que choca un sonido es la misma con la que se refleja; por esa razón pegamos los tubos en las hojas con el mismo ángulo. Cuando el sonido del reloj pasa por el tubo, llega al libro y se refleja en él, con el mismo ángulo con el que chocó, pasa por el otro tubo de cartón y se vuelve a reflejar hasta que el sonido llega a tu oído.

—Entonces los murciélagos emiten sonidos que al chocar con los objetos cercanos se reflejan y regresan a ellos.



—Sí Rafa, así como nosotros usamos una linterna para ver en la oscuridad, un murciélago envía sonidos y encuentra las cosas gracias a los ecos. La *ecolocalización* es un sistema con el que algunos animales se orientan, detectan obstáculos,

se comunican entre sí y encuentran comida. Durante la ecolocalización, un animal emite una serie de sonidos cortos que viajan por el aire y luego rebotan sobre objetos y superficies en su camino, formándose un eco que regresa al animal, entra en sus oídos y con él se forma un mapa del lugar donde se encuentra. Las ballenas y los delfines usan este mismo método para alimentarse y guiarse dentro del agua.

—Por cierto, el otro día vi en un hospital que realizaban ecografías ¿tienen que ver con el eco?

—Así es, la ecografía o ultrasonido es un método utilizado por los médicos para investigar casi cualquier parte del cuerpo mediante un aparato que se pone en contacto con el cuerpo de la persona, el cual emite sonidos que no podemos escuchar —se llaman ultrasonidos—, los que al chocar con algunas partes dentro del cuerpo se reflejan y envían información al aparato sobre las partes en las que se reflejó este sonido, con lo cual se forma una imagen.

—Es impresionante confirmar que la física se encuentra en todas partes, desde la forma en que se guían los murciélagos hasta la construcción de un montón de aparatos que nos ayudan a vivir mejor.

Exp. 09

» Energía

—¡Podría seguir haciendo experimentos todo el día! Siento mucha energía.

—Me da mucho gusto, porque ahora haremos un experimento en el que necesitaremos energía. Vamos a construir un aparato que puede rodar por el piso y regresar a nosotros.

—¿Qué se regrese sin jalarlo? Eso suena bastante difícil, ¿usaremos un motor eléctrico?

—No, en realidad usaremos dos tipos de energía muy importantes: *energía cinética* y *energía potencial* y veremos cómo se cumple uno de los principios más importantes de la física: el Principio de la Conservación de la Energía.



» CUADERNO DE EXPERIMENTOS SECUNDARIA



Materiales:

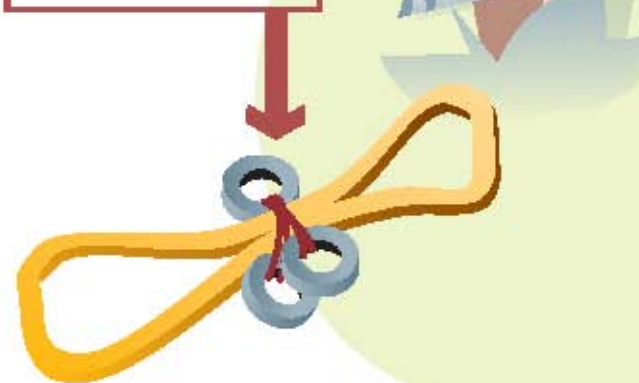
- » Un bote cilíndrico con tapa de plástico
- » Un clavo delgado
- » Dos palillos de dientes
- » Una liga
- » Cinta adhesiva
- » Cinco rondanas de metal pequeñas
- » 10 cm de estambre

Actividad 1

Con el clavo haz un agujero en el centro de la tapa y en el centro de la base del bote.



Amarra a la liga tres rondanas con el estambre.



—¡El bote se regresa! ¿Cómo funciona?

—Todos los cuerpos con movimiento tienen energía cinética; cuando corres aplicas la energía cinética. La energía potencial, en cambio, se encuentra almacenada y depende de alguna condición especial, como puede ser la posición. Por ejemplo, si levantas un lápiz a una altura de 1 m, tendrá *energía potencial gravitacional*, pues ésta depende de la altura de los cuerpos. Del mismo modo, si tomamos una liga y la estiramos estamos almacenando energía en ella y decimos, que tiene energía potencial elástica.

Cuando aplicas una fuerza sobre el bote y comienza a rodar, adquiere energía cinética a causa del impulso; no lo puedes ver, pero dentro del bote la liga se está enrollando, y así, parte de la energía cinética del bote se va acumulando en la liga en forma de energía potencial. Cuando la lata se detiene, la liga comienza a desenrollarse; es decir, la energía potencial de la liga se transforma en energía cinética y el bote comienza a rodar en reversa hasta que regresa a nosotros.

Ahora mete la liga en el bote por el agujero de la base, dejando fuera un extremo de la liga.

Pasa el otro extremo de la liga por el agujero de la tapa y asegúrala con el palillo igual que el extremo anterior, y coloca tapa.

Pasa uno de los palillos por el extremo de la liga que quedó fuera y sujétalo a la lata con la cinta adhesiva.

Toma el bote y hazlo rodar por el piso, llegará un momento en que se detenga, pero después...

—Al empezar el experimento, me dijiste que se cumplía el Principio de la Conservación de la Energía ¿qué es eso?

—¡Ah!, es verdad, casi lo olvido... **Este principio dice que la energía no puede ser creada ni destruida, sólo convertirse de una forma en otra.**

En nuestro experimento, cuando hacemos rodar el bote, su energía cinética se va transformando en energía potencial al enrollarse la liga. Si pudiéramos medir la energía que se almacena en la liga nos daríamos cuenta de que es menor que la energía cinética del bote mientras rodaba.

—Pero si la energía no se puede destruir, ¿dónde está la energía que falta?

—No hemos considerado que entre el bote y el piso existe una fricción. Cuando el bote rueda, se calienta un poquito debido a la fricción. Si se mide la cantidad de calor nos daremos cuenta de que ésta es la energía que le falta a la liga para tener la cantidad total de energía cinética, porque parte de la energía cinética... ¡se transforma en calor!

—¡Entonces siempre que se hace algo, la cantidad de energía original es igual a la cantidad de energía que se tiene después, sólo que transformada en otros tipos de energía!

Exp. 10

» Agua hirviendo en un cono de papel

—Rafa, éste es el último experimento. ¿Qué te parece si para terminar, hervimos agua en un cono de papel?

—¡No se puede, el papel se quemaría!

—¿Estás seguro? Antes de hacer el experimento relacionado con el calor, quisiera preguntarte: ¿Qué es el calor, Rafa?

—En la escuela vimos que el calor es una forma de energía que pasa de un cuerpo caliente a uno frío.

—Bien, es una forma de energía. El primero que intentó responder esta pregunta fue un científico inglés llamado Robert Black quien, en 1760, propuso que el calor era una sustancia capaz de pasar de un cuerpo a otro y llamó a esta sustancia *calórico*. Esta teoría explicaba muchos fenómenos; sin embargo, muchos científicos no creían que el calor fuera una sustancia. Uno de ellos fue el físico estadounidense Benjamín Thompson; después otro científico inglés, William Joule, realizó experimentos en los que parecía comprobarse que el calor no era una sustancia que pasa de un cuerpo caliente a uno frío.

Así surgieron otras ideas acerca de la naturaleza del calor. Dime, Rafa, ¿de qué están hechas todas las cosas que nos rodean?

—De átomos.

—Así es, Rafa. Todas las cosas están formadas por esas partículas pequeñísimas llamadas átomos. Todos los átomos en un cuerpo, aunque no te des cuenta, se están moviendo; no obstante, los átomos en un cuerpo sólido no tienen mucha libertad para moverse, así que vibran en el lugar donde se encuentran; en los líquidos se mueven de un lugar a otro, y en los gases se mueven con mucha libertad.

Debido a que los átomos se mueven, poseen energía cinética o de movimiento y tienen energía potencial a causa de la posición que ocupan en el sólido, líquido o gas. De aquí surge la respuesta a la pregunta ¿qué es el calor? El calor es la suma de la energía de todas las moléculas de un cuerpo. Entonces, cuando un cuerpo está caliente, sus átomos se mueven rápidamente y si está frío, lo harán con lentitud. Experimentaremos partiendo de esta afirmación y veamos cómo puede hervirse agua en un cono de papel.

Materiales:

- »Un cono de papel (de los que se usan para tomar agua)
- »Una vela
- »Cerillos
- »Agua
- »Estambre
- »Un lápiz con punta



Con el lápiz, haz dos perforaciones en las paredes del cono a dos centímetros del borde. Deben quedar una **frente** a la otra.

Ahora amarra los extremos **del hilo** a las perforaciones **del cono**.

Coloca agua en el cono hasta una cuarta parte de su capacidad, prende la vela y coloca el cono con agua sobre la flama sujetándolo del estambre, sólo cuida que la flama toque la parte del cono que tiene agua.

Espera un momento y...



Quando ponemos el cono con agua sobre la flama el calor pasa al papel; no obstante, **casi** todo el calor es absorbido **por** el agua, puesto que ésta **con-**duce mejor el calor; es **decir**, el papel casi no se calienta **mien-**tras el agua hierve.

¿Cuáles otros buenos conductores del calor conoces?

Los metales son buenos conductores del calor; en cambio la madera casi no se calienta porque es un mal conductor.

—Ahora sabemos por qué un suéter nos protege del frío.
—¿Ah sí?
—Sí, pues al ponernos el suéter queda un poco de aire atrapado entre el suéter y nosotros y, como el aire es mal conductor del calor, éste no sale de nuestro cuerpo tan rápidamente.

—Tengo una duda, siempre que hablamos de calor hablamos de temperatura, ¿son lo mismo?

—No, no son lo mismo. Calor es una forma de energía, mientras la temperatura mide qué tan caliente se encuentra un cuerpo, pero no la cantidad de calor que tiene. Por ejemplo, si tenemos un litro de agua a 60°C y medio litro a 60°C ¿En cuál recipiente hay más calor?

—Como el calor es la suma de la energía de todas las moléculas de un cuerpo... ¡El litro de agua tiene más calor porque tiene más moléculas que el medio litro!

—Bien, ha quedado claro, pero me gustaría hacerte otra pregunta ¿En dónde hay más calor, en una aguja al rojo vivo o en un *iceberg*?

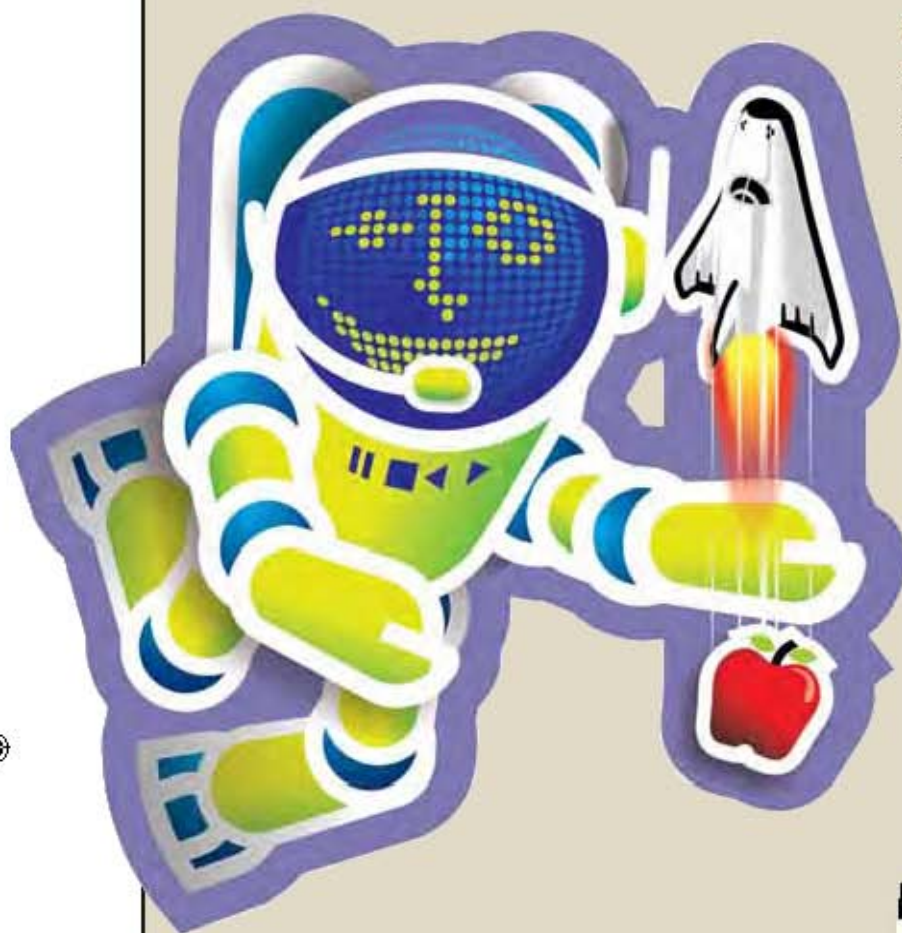
—Como el calor depende del número de moléculas... Hmm ¡El *iceberg* tiene más calor! Porque tiene muchas más moléculas que la aguja.

—¡Exacto, Rafa! Has entendido lo que es el calor y la temperatura. Bien, éste fue el último experimento, así que nuestro viaje por el mundo de la física ha terminado. Debo decirte que hemos recorrido sólo una pequeña parte de este inmenso e interesante mundo.

Realizar estos experimentos me han permitido explicarte únicamente algunos aspectos interesantes que espero te hayan motivado a seguir aprendiendo cómo funciona este lugar donde vivimos, que sigas haciéndote preguntas y buscando respuestas. Conserva tu curiosidad. Fue un gusto para mí haber hecho experimentos contigo. Es hora de irme. ¡Hasta luego Rafa!

Quando Alberto Sage terminó de decir estas palabras, su imagen empezó a desaparecer, hasta quedar tan sólo el cono de luz azul; y de forma muy lenta, el libro se fue cerrando. Rafa se quedó un buen rato sentado en su cama mirando el libro cerrado, un poco triste, pero a la vez contento, con muchas ganas de seguir haciéndose preguntas, buscando respuestas y sobre todo seguir aprendiendo cosas de física que le permitirían conocer desde el funcionamiento de los aparatos y máquinas que nos rodean, hasta la explicación de algunos fenómenos que ocurren en la naturaleza y —por qué no— aprender sobre el comportamiento de objetos tan lejanos como las estrellas.

Quando miró su reloj, se dio cuenta de que ya era muy noche, así que se acostó y en poco tiempo se quedó dormido, era tiempo de reponer fuerzas, pues el día siguiente traería la oportunidad de seguir aprendiendo las maravillas del universo en que nos encontramos.



OTROS TÍTULOS

- » Cuaderno de experimentos / preescolar
- » Cuaderno de experimentos / primaria
- » Cuaderno de experimentos / bachillerato



Creando con ciencia en México



**Para crecer
hay que saber...
Física**

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor
C.P. 03940, México, D.F.

También puedes encontrar este cuaderno en internet:

www.conacyt.mx