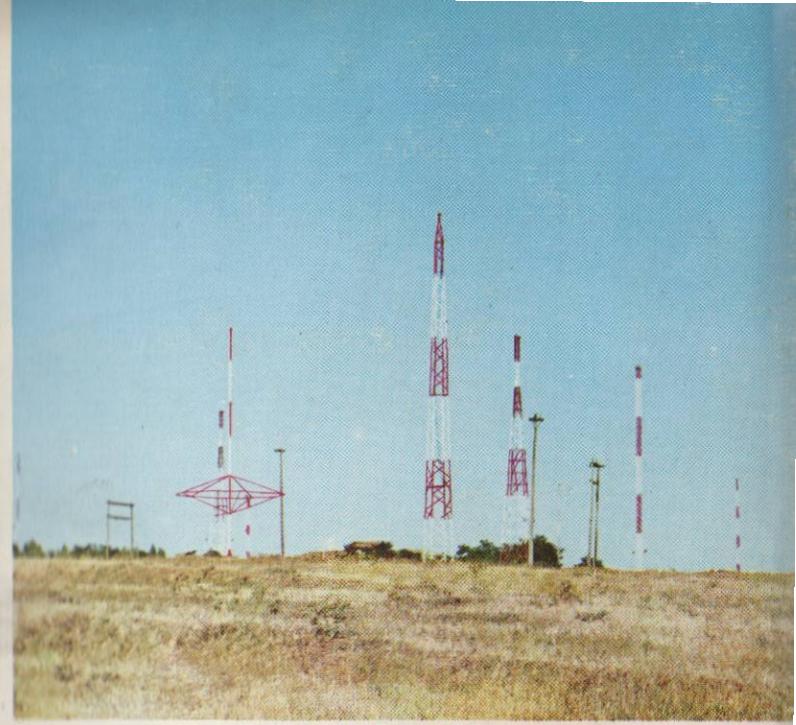


ENCICLOPEDIA  
de las AFICIONES

Gabriel Reuben



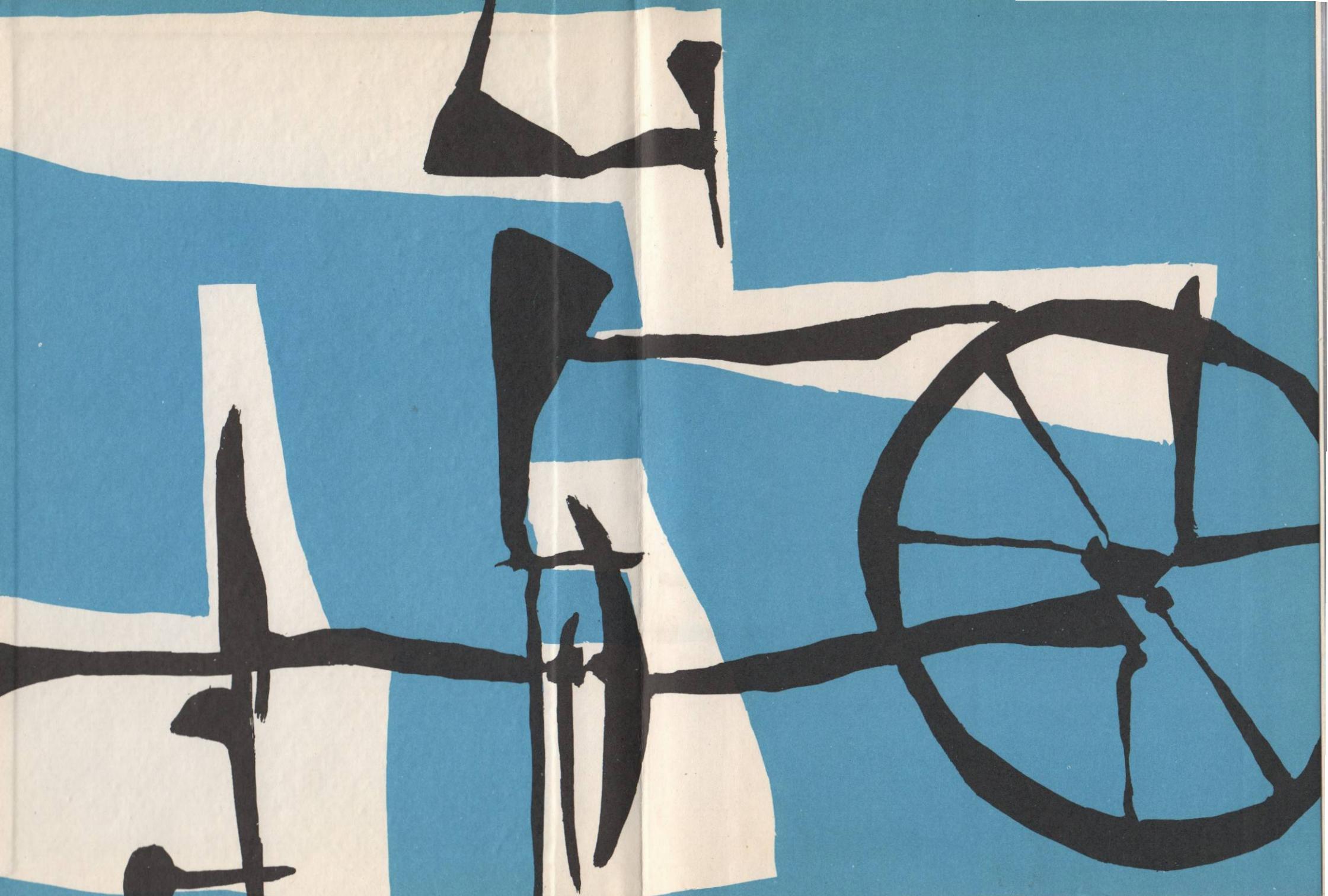
ELECTRONICA RECREATIVA

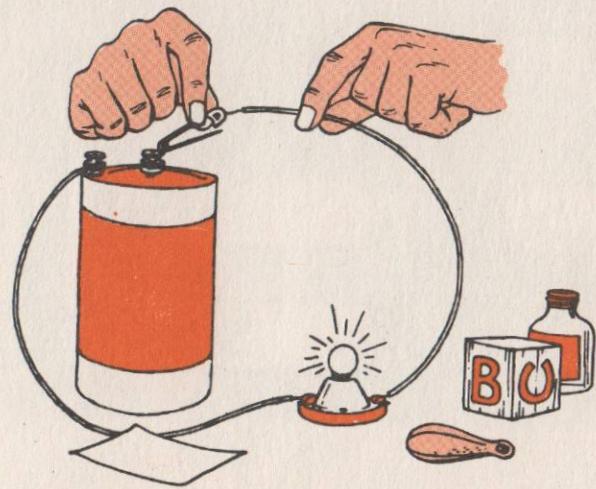
Gabriel Reuben

# ELECTRONICA RECREATIVA



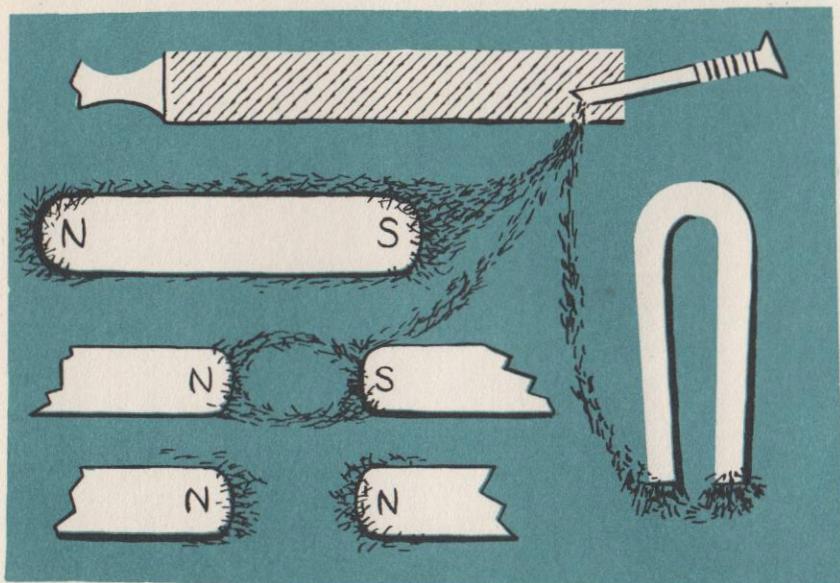
centilena





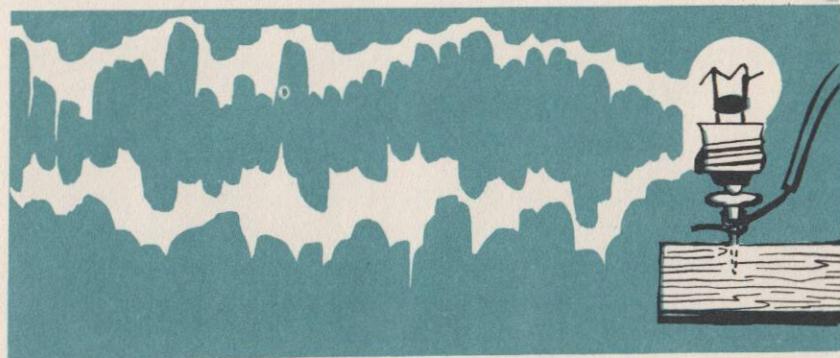
**HAY UN ORGULLO LEGITIMO.  
DECIR: "ESTO LO HE HECHO YO".**

# ENCICLOPEDIA DE LAS AFICIONES



LA INTELIGENCIA CREA  
LA MANO REALIZA

# ELECTRONICA RECREATIVA



6.ª EDICION

GABRIEL REUBEN

DIBUJOS DE  
BERNARD CASE

**santillana**

EDICION ORIGINAL:  
ELECTRONICS FOR CHILDREN  
BY GABRIEL REUBEN  
DIBUJANTE: BERNARD CASE  
PUBLICADO POR  
STERLING PUBLISHING CO., INC. NEW YORK  
VERSION CASTELLANA  
JOSE ANTONIO ARROYO MERINO

PRIMERA EDICION: DICIEMBRE 1964  
SEPTIMA EDICION: NOVIEMBRE 1972

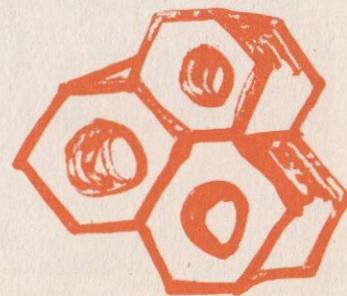
© DE LA EDICION ORIGINAL  
1947 by ORELL FÜSSLER VERLAG, ZÜRICH  
© DE LOS DERECHOS EN LENGUA ESPAÑOLA:  
SANTILLANA, S. A. de EDICIONES  
ELFO, 32 - MADRID-17  
PRINTED IN SPAIN  
LITOGRAFIA EDER S. L.  
FRAY LUIS de LEON 11-MADRID-5  
DEPOSITO LEGAL: M. 32578-1972

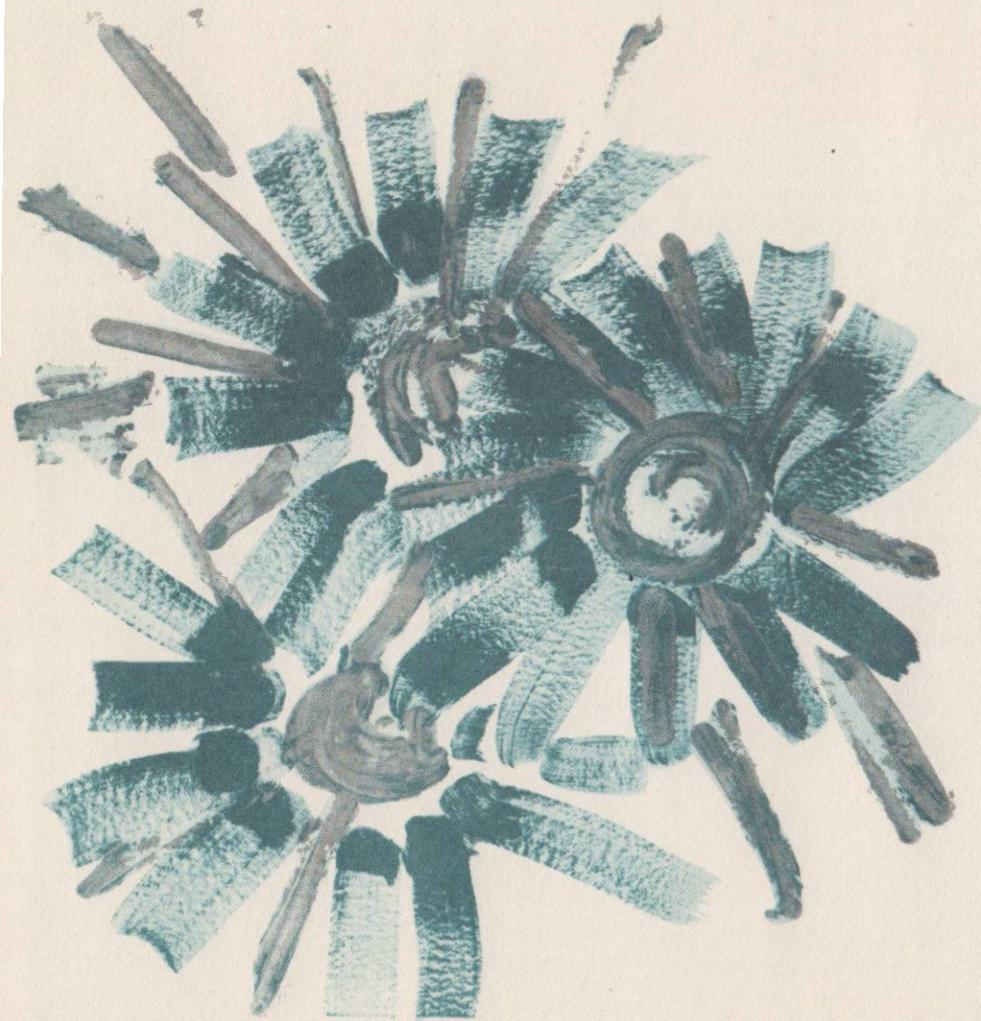


El título dado por su autor, Gabriel Reuben, al texto original del presente libro es «ELECTRONICS FOR CHILDREN» y por esta razón hemos creído conveniente conservar en su versión española el término ELECTRONICA.

Quizá algún lector observe que el contenido se refiere más a experimentos sobre Electricidad y Magnetismo (por este orden en cuanto a números) que sobre Electrónica, pero si bien esta ciencia se refiere explícitamente al estudio de todos los fenómenos físicos en los que intervienen electrones, así como a sus aplicaciones prácticas, también podemos hacer extensivo tal concepto a los fenómenos eléctricos, ya que como es sabido y en el libro se trata de iniciar su estudio de un modo sencillo, la electricidad tiene su origen en el movimiento de tales corpúsculos a través de los cuerpos, según unas leyes físicas. Por consiguiente, en su concepto actual la Electricidad es realmente una faceta de la Electrónica.

Con estas palabras esperamos dar cumplida explicación a la aparente contradicción entre el título y el texto.





## Preámbulo

*Uno de los mejores caminos para llegar al conocimiento de muchas cuestiones científicas es la experimentación. Mediante ella muchos hombres de ciencia llegaron y continúan llegando a arrancar a la Naturaleza muchos de sus maravillosos secretos.*

*Por ese camino, recto y seguro, de la experimentación que en este libro queremos iniciar, llegarás a comprender perfectamente los fundamentos del magnetismo, la electricidad, la electrónica y la energía nuclear, campos del conocimiento humano que en el mundo actual presentan los horizontes más amplios y sugestivos.*

*Con unos materiales sencillos, muchos de los cuales puedes encontrar en tu propia casa o son de fácil adquisición, puedes llegar a montar tu propio laboratorio, aprovechando cualquier espacio libre, siguiendo de este modo los mismos pasos que, antes que tú, dieron los grandes hombres que han contribuido a nuestro conocimiento científico.*

*Te aconsejamos realices las experiencias en el mismo orden que se dan en las páginas que siguen, porque la mayoría de ellas no tienen carácter aislado, sino que están en íntima relación, siguiendo un orden lógico y dependiendo cada una de ellas de algunas de las anteriores.*

*Antes de comenzar cualquier experimento, lee las instrucciones correspondientes detenidamente, porque aunque puedas estar impaciente por realizar cualquiera de ellos, no debes olvidar que entre las cualidades fundamentales del científico deben estar, en primer lugar, la paciencia y la disciplina, a las cuales en muchos casos deben su éxito.*

*Después de leer con cuidado las instrucciones, prepara todo el material que vas a necesitar y que se describe minuciosamente al principio de cada experimento. Entonces puedes comenzar tu experiencia siguiendo cuidadosamente los pasos descritos en el procedimiento, valiéndote en muchos casos de la ayuda que pueden prestarte las ilustraciones que acompañan a cada tema.*

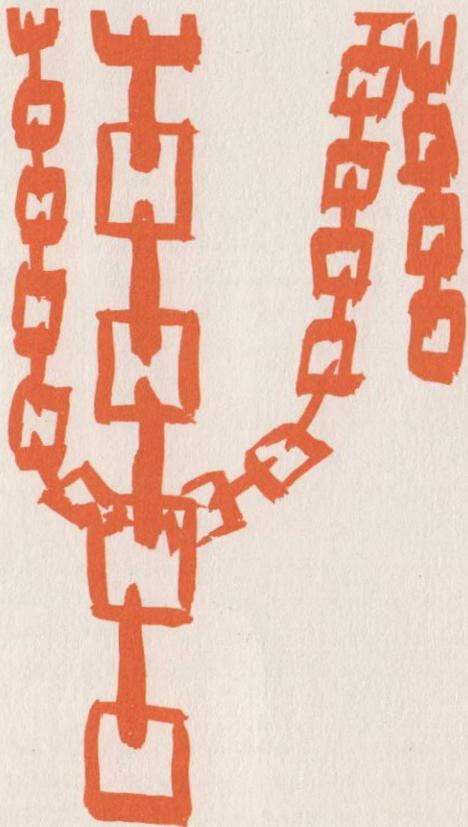
*Alguno de los experimentos puede parecer a primera vista complicado pero siguiendo metódicamente todos sus pasos, pensando en lo que haces y el porqué de cada cosa, alcanzarás un éxito seguro. Y si alguna vez no lo consigues a la primera vez, debes comenzarlo*

de nuevo examinando previamente dónde pudo estar el error cometido, porque la perseverancia y la tenacidad deben ser inherentes al científico y, además, contribuirán a formar tu carácter.

Todos los experimentos de este libro carecen de peligro, pero en todo caso es recomendable que operes cuidadosamente y especialmente observes aquellas recomendaciones que te indican precaución.

Al finalizar cada experiencia debes limpiar el material empleado y guardarlo cuidadosamente. De esta manera, cuando desees repetirla o realizar otra nueva encontrarás con facilidad los elementos necesarios.

Por ese camino llegarás al conocimiento de muchas cuestiones por el método de «aprender realizando» y obtendrás la gran satisfacción de llegar a comprender algunas de esas maravillosas fuerzas que la Naturaleza posee y que han llegado a formar parte imprescindible de nuestra vida diaria.



## Magnetismo

La atracción magnética es el imán. El magnetismo a través de las sustancias. ¿Se siente el magnetismo? ¿Se ve el magnetismo? Acción de los polos de un imán. Cómo se hace un imán temporal. Construcción de un electroimán. Construcción de un imán permanente. Construcción de una brújula. Medida del tiempo con la brújula. ¿Qué ocurre cuando se corta un imán en trozos? Fundamentos del magnetismo. Producción de una corriente eléctrica con un imán.

## Electricidad

Producción de electricidad por frotamiento. Cómo saber si un material es conductor. Construcción de un electroscopio. Construcción de una máquina electrostática. Construcción de una pila o batería. Cómo recargar una pila seca. Construcción de un acumulador eléctrico. Construcción de una linterna. Cómo funciona un interruptor. Circuito con dos interruptores. Montaje de elementos en serie. Montaje de elementos en paralelo. ¿Qué es un cortocircuito? Cómo hacer un fusible. Cómo funciona una lámpara eléctrica. Construcción de una lámpara de incandescencia. Un aparato que da la respuesta exacta. El telégrafo. Un telégrafo luminoso. Cómo puedes instalar un timbre en tu habitación. Construcción de una lámpara. La electrólisis. Cómo platear una llave. Construcción de un micrófono. Cómo puedes construir un generador eléctrico. Construcción de un motor eléctrico. Señales ferroviarias. El reostato. Las clases de electricidad. ¿Qué es un transformador? Contadores eléctricos.

## Electrónica

Cómo puedes hacer lucir una lámpara fluorescente desconectada. Cómo funciona un tubo electrónico. Algunos símbolos empleados en electrónica. Los transistores. La resistencia. Los condensadores. Ondas electromagnéticas. La radiotelefonía o radiodifusión. Construcción de un receptor de radio.

## Energía Nuclear

Construcción de un contador Geiger. Medida de la radioactividad. Tabla de los elementos químicos.



## MAGNETISMO

El magnetismo es la propiedad que poseen algunos metales y minerales de atraerse unos a otros. Según una antigua leyenda, el descubrimiento del magnetismo tuvo lugar hace unos 3.000 años en un antiguo país de Oriente Medio que se llamaba Magnesia.

Según se cuenta, un pastor que cuidaba sus ovejas en dicho lugar observó que cada vez que apoyaba la contera de hierro de su cayado en ciertas rocas encontraba una cierta resistencia para retirar su bastón del suelo. Intrigado por el hecho comenzó a investigar la causa de tal fenómeno y encontró que éste se producía cada vez que la punta metálica del cayado tomaba con tacto con una roca bastante pesada y de color oscuro. Tal roca está formada en gran parte por un mineral de hierro llamado magnetita.

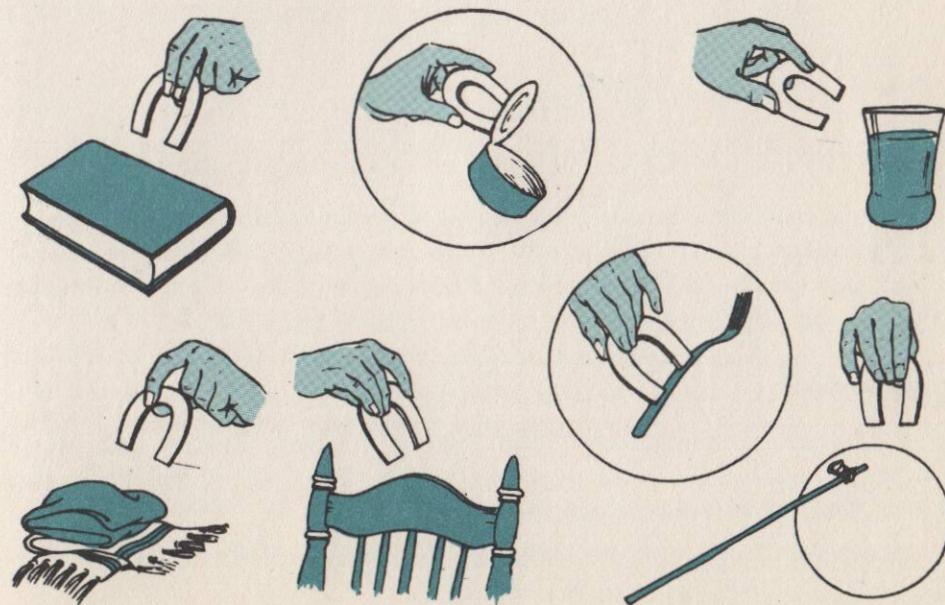
Desde que el citado fenómeno, conocido posteriormente con el nombre de magnetismo, fue conocido por el hombre se han ido sumando los conocimientos sobre él y además ha sido el origen de muchas aplicaciones, tan prácticas como familiares, en nuestra vida diaria. Con la ayuda de la ciencia, incluso se ha podido lograr que dicha propiedad pueda ser transmitida a ciertos metales que corrientemente no la poseen.

## La atracción magnética en el imán

*Material necesario:* Para realizar esta sencilla experiencia hay que disponer de un imán y unos cuantos objetos de uso corriente y que deben ser de distinta naturaleza: madera, metales, goma, paño y así sucesivamente.

Tales sustancias están formadas por diferentes elementos que son los componentes fundamentales de la materia (todos los líquidos, los sólidos y los gaseosos), incluso el aire, que es una mezcla de varios gases. Un elemento está formado por una sola clase de átomos, habiendo descubierto los científicos hasta 92 elementos distintos en la Naturaleza y producido, mediante complicados experimentos de laboratorio, hasta 11 nuevos elementos artificiales. Además está dentro de lo posible que se vayan obteniendo otros nuevos en el futuro próximo, que irán ampliando la tabla de los actualmente conocidos y que podrás encontrar en la página 92.

Para tu experimento podrás disponer con relativa facilidad de objetos de hierro, cobre, aluminio, plomo, plata y oro, todos los cuales son elementos naturales, en este caso, metales.

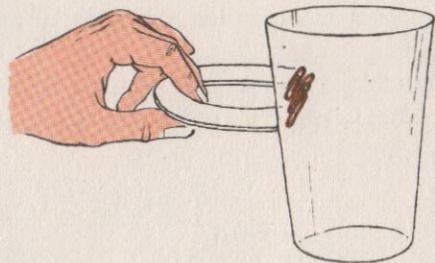


## Procedimiento.

Toca con el imán todos y cada uno de los diversos objetos que has preparado para el experimento, y a continuación trata de retirarlos con suavidad.

*Observación:* El imán atrae solamente los objetos que están hechos de hierro, níquel o cobalto.

Aunque solamente puedes comprobar los efectos del magnetismo sobre el hierro, el níquel y el cobalto, los científicos piensan que todas las sustancias poseen dicha propiedad, pero a efectos prácticos en estos sencillos experimentos solamente los metales citados la presentan de modo patente.



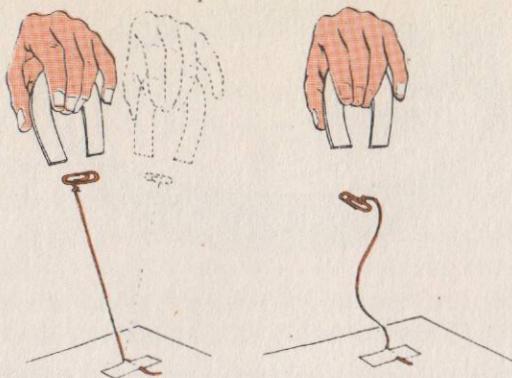
## El magnetismo a través de las sustancias

*Material necesario:* Un imán, varios sujetapapeles metálicos u otros pequeños objetos que puedan ser afectados por el magnetismo, un trozo de bramante fino, una tira de celofán adhesivo, un vaso, una tablita no muy gruesa, una palangana llena de agua y un libro.

### Procedimiento.

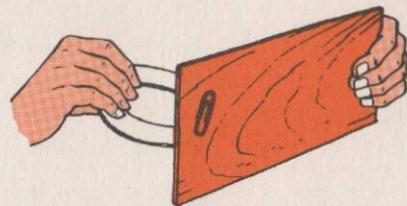
1. Coloca los sujetapapeles en el interior del vaso. Sitúa el imán por el exterior del mismo, tan cerca como sea posible de los sujetapapeles y traslada el imán, lentamente, sobre la superficie del vaso.

*Observación:* En el interior del vaso, los sujetapapeles siguen los movimientos que el imán realiza en su exterior.



2. Ata uno de los sujetapapeles por medio del bramante y une el otro extremo de éste a la superficie de la mesa por medio del celofán adhesivo. Mueve el clip hasta que el bramante quede estirado y entonces sitúa el imán a una distancia de unos dos o tres centímetros de aquél. El clip queda bajo la acción del imán y si mueves éste lentamente seguirá sus movimientos, manteniendo tensado el bramante. Si ahora, paulatinamente, aumentas la distancia entre el imán y el clip, éste caerá sobre la mesa.

*Observación:* El clip está bajo la acción del imán, siempre que la distancia no sea muy grande y seguirá sus movimientos en todo momento.

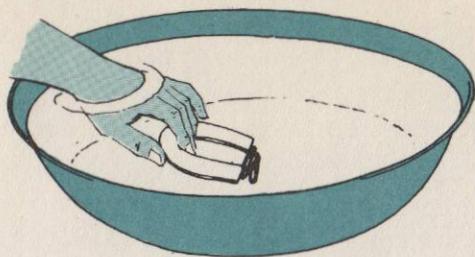


3. Coloca el sujetapapeles sobre la tablita y el imán al otro lado de ella, directamente debajo de aquél. Mueve el imán lentamente a lo largo de la tabla.

*Observación:* El clip es atraído por el imán y se mueve sobre la madera siguiendo los movimientos que el imán realiza al otro lado.

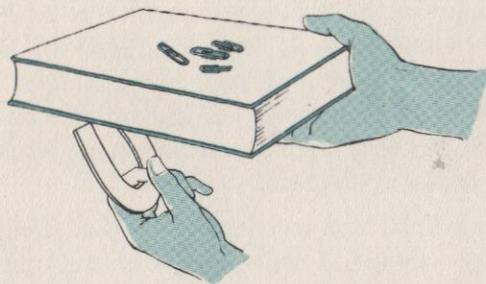
4. Introduce el sujetapapeles en la palangana llena de agua y a continuación también el imán, acercándole hasta medio centímetro de aquél.

*Observación:* El imán atrae al clip en el interior del agua cuando se acerca suficientemente.



5. Toma el libro y sobre su cubierta superior coloca un sujetapapeles y aplica el imán sobre la cubierta inferior, moviéndolo lentamente.

*Observación:* El clip no seguirá en esta ocasión el movimiento del imán.



6. Tomando nuevamente el libro, vuelve la cubierta y tres o cuatro páginas, de manera que queden en el mismo plano que el resto. Sobre las hojas abiertas coloca uno de los sujetapapeles y debajo de la cubierta correspondiente, el imán, realizando con él el movimiento de costumbre.

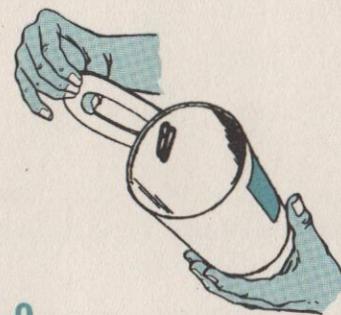
*Observación:* Ahora el clip queda bajo los efectos del imán y sigue sus movimientos.



7. Realizar el experimento del vaso vacío, sustituyendo éste por un recipiente distinto: jarro, olla, etc.

*Observación:* Los sujetapapeles son atraídos por el imán y se mueven en todas las direcciones, por el fondo o las paredes del recipiente, siguiendo los movimientos que realiza el imán.

Como consecuencia de esta serie de pequeños experimentos queda demostrado que el magnetismo actúa a través de cualquier sustancia, siempre que la distancia entre el imán y el objeto metálico atraído no sea excesivamente grande. Si las experiencias se realizan con imanes de diferente potencia se podrá observar que la atracción magnética se produce a distancias que están en razón directa de la potencia del imán.



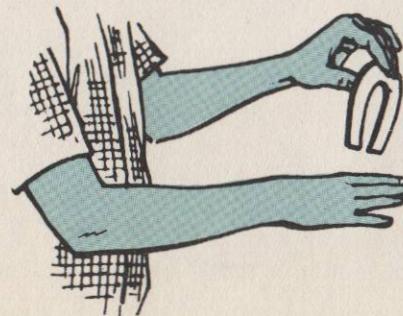
## ¿Se siente el magnetismo?

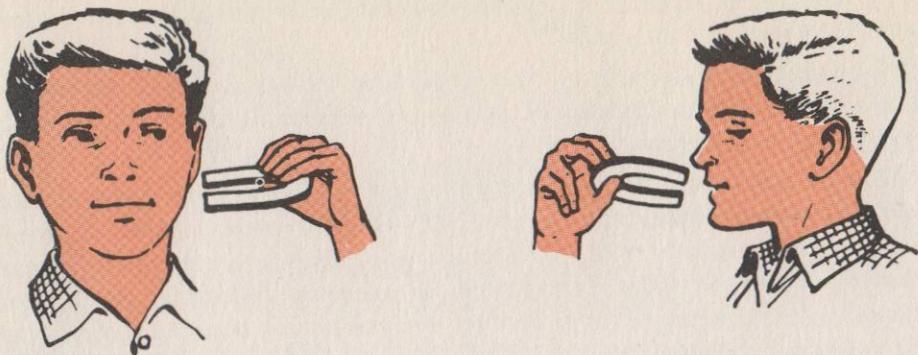
*Material necesario:* Un imán y un clavo de regular tamaño.

### Procedimiento.

1. Coge el imán con una mano y muévelo cerca de la palma de la otra. Después, acércalo sucesivamente a los labios, la nariz o las mejillas.

*Observación:* El imán no produce ninguna sensación.

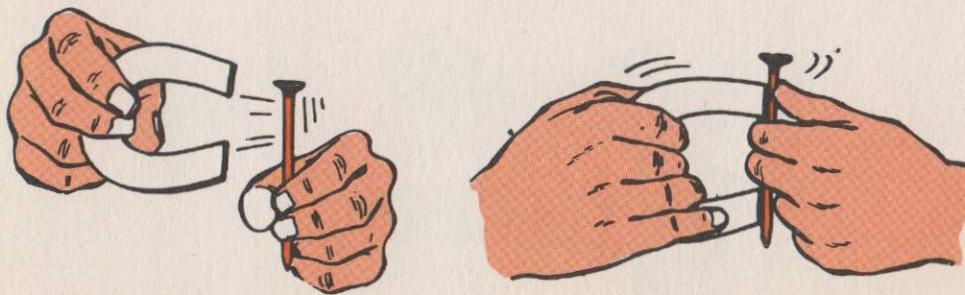




2. Ahora sujeta el imán con una mano y el clavo con la otra, acercándolos hasta un centímetro uno de otro. Permite después que se pongan en contacto y sepáralos a continuación.

*Observación:* Al aproximar el imán al clavo tratarán de unirse, y una vez puestos en contacto será necesario realizar un cierto esfuerzo para separarlos.

El magnetismo no puede percibirse directamente por nuestros sentidos, pero sí puede sentirse la fuerza que ejerce sobre los cuerpos.

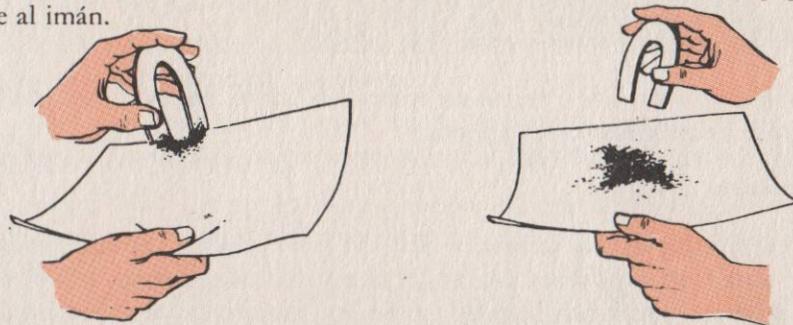


## ¿Se ve el magnetismo?

*Material necesario:* Un imán, una hoja de papel y limaduras de hierro.

### Procedimiento.

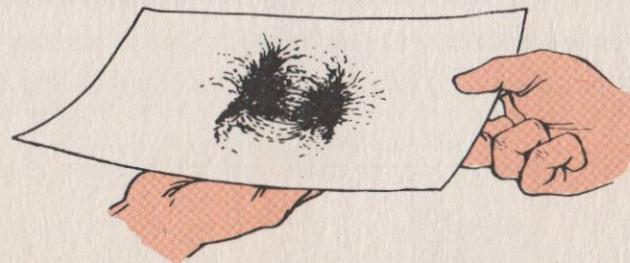
1. Sobre la hoja de papel coloca una pequeña cantidad de limaduras de hierro finas. A continuación acerca el imán lo suficiente para que su atracción pueda ejercerse sobre las limaduras. Verás cómo éstas saltan del papel hasta unirse al imán.



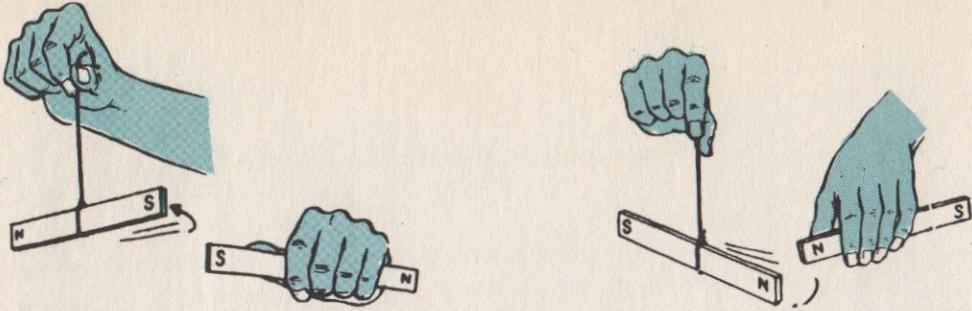
*Observación:* Con este experimento no puedes observar la atracción magnética, sino solamente sus efectos.

2. Ahora sitúa el imán debajo del papel, en la proximidad de las limaduras, las cuales se moverán sobre el papel para colocarse sobre los extremos del imán y en los lugares más cercanos a ellos.

*Observación:* Las limaduras forman una extraña figura llamada espectro magnético, en derredor de los extremos del imán, que reciben el nombre de polos.



Por consiguiente, el magnetismo no es visible por sí mismo, pero con la ayuda de las limaduras puede ser observable el espacio sobre el cual se ejerce su acción atractiva. Esta parte del espacio se llama campo magnético y las líneas que forman las limaduras sobre el mismo se denominan líneas de fuerza.



## Acción de los polos de un imán

**Material necesario:** Dos imanes en forma de barra, un trozo de bramante, limaduras de hierro y una hoja de papel.

### Procedimiento.

1. Ata el bramante al centro de uno de los imanes y suspéndelo de manera que quede en equilibrio, pudiendo al mismo tiempo girar sobre sí mismo. Un imán así suspendido, cuando se le deja libremente, se orienta en el espacio de manera que uno de sus extremos apunta hacia el Polo Norte y el otro hacia el Polo Sur de la tierra. Entonces pueden marcarse los extremos o polos del imán con una N o una S, según apunten hacia los polos Norte y Sur. A continuación, acerca el polo sur del otro imán al polo del mismo nombre del imán suspendido.

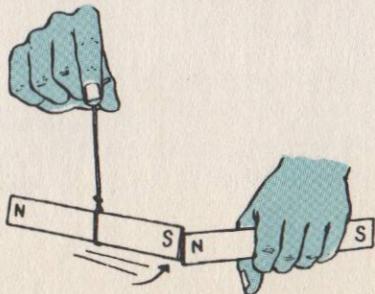
**Observación:** El imán suspendido girará sobre el bramante, porque el polo sur es repelido por el del mismo nombre del otro imán.

2. Con el mismo dispositivo acerca ahora los dos imanes por su polo norte.

**Observación:** Se repite la repulsión de los dos polos de igual signo.

3. A continuación acerca el polo norte del imán libre al polo sur del imán suspendido.

**Observación:** El polo norte de un imán atrae fuertemente al polo sur del otro.



4. Sobre una superficie plana coloca a ambos imanes, uno a continuación de otro, de manera que el polo norte del uno quede a un centímetro de distancia del polo sur del otro imán. Sobre los imanes coloca una hoja de papel blanco y espolvorea a lo largo de aquéllos unas limaduras de hierro.

**Observación:** Las líneas de fuerza que forman las limaduras de hierro demuestran que los dos polos se repelen.

5. Repite el experimento, pero ahora coloca los imanes de manera que sus respectivos polos sur estén separados por una distancia de un centímetro.

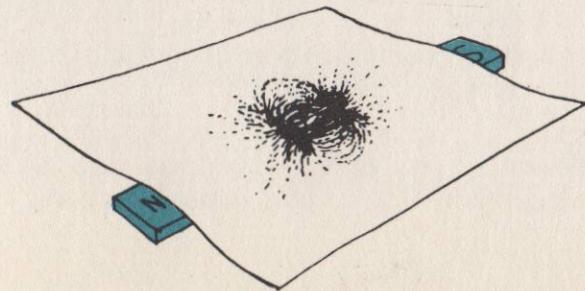
**Observación:** Las líneas de fuerza forman un espectro magnético que demuestra que ambos polos también se repelen.



6. A continuación realiza nuevamente la experiencia, pero ahora el polo sur de un imán debe quedar próximo al polo norte del otro.

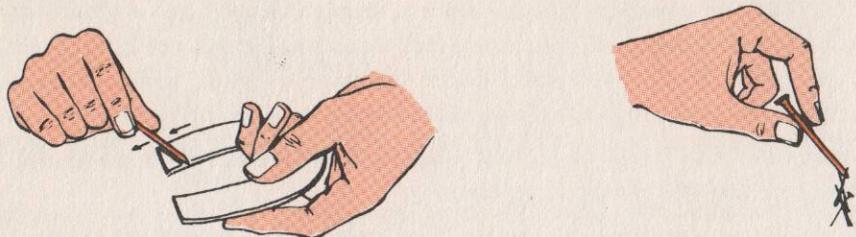
**Observación:** Las líneas de fuerza que forman las limaduras de hierro demuestran que ahora los polos se atraen mutuamente.

Como consecuencia de los anteriores experimentos puedes demostrar que los polos del mismo nombre o signo se repelen, mientras que los de diferente nombre se atraen. Además, ambos polos tienen la misma capacidad de atracción magnética sobre el hierro, níquel y cobalto.



## Cómo se hace un imán temporal

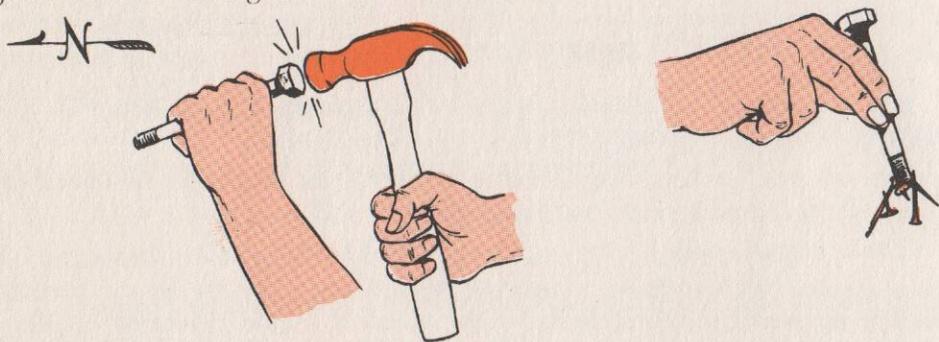
*Material necesario:* Un imán, un clavo, unos alfileres de hierro, un tornillo grande y un martillo.



### Procedimiento

1. Coge el imán con una mano y con la otra frota el clavo lentamente sobre uno de los polos del imán, procurando seguir la misma dirección en ambos sentidos. Después de frotar uno o dos minutos, acerca el clavo a los alfileres, tocándolos con la punta.

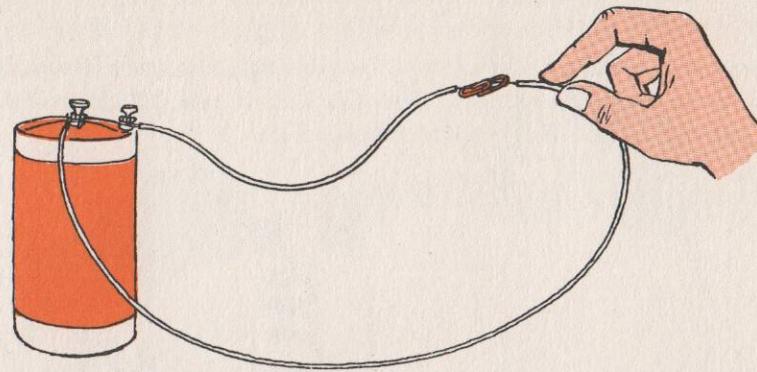
*Observación:* El clavo ha quedado transformado en un imán temporal que ejerce su atracción magnética sobre los alfileres.



2. Ahora toma con una mano el tornillo y colócalo de manera que apunte hacia el norte y formando con el suelo un ángulo de unos veinticinco grados. Después, sin variar la posición del tornillo, golpea su cabeza con el martillo durante un minuto y a continuación lleva la punta del tornillo sobre los alfileres.

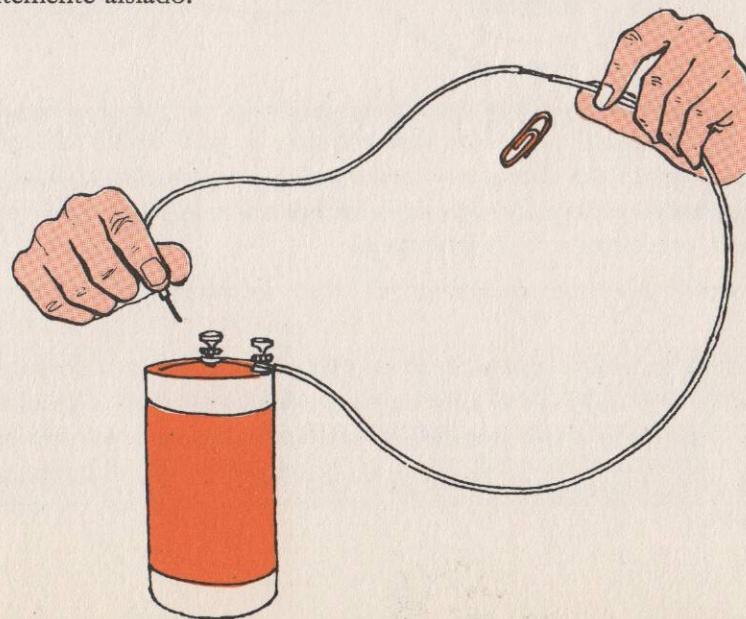
*Observación:* Los alfileres quedan adheridos al extremo del tornillo que ha quedado de este modo convertido temporalmente en un imán.

El hierro es de los tres metales el que más fácilmente es afectado por el magnetismo, y, por consiguiente, es muy sencillo hacer un imán temporal, pero que pierde sus cualidades muy rápidamente. Un imán temporal como los preparados en los experimentos anteriores conserva su poder magnético solamente unos cuantos días. La explicación de este fenómeno podrás encontrarla en la página 29.



## Construcción de un electroimán

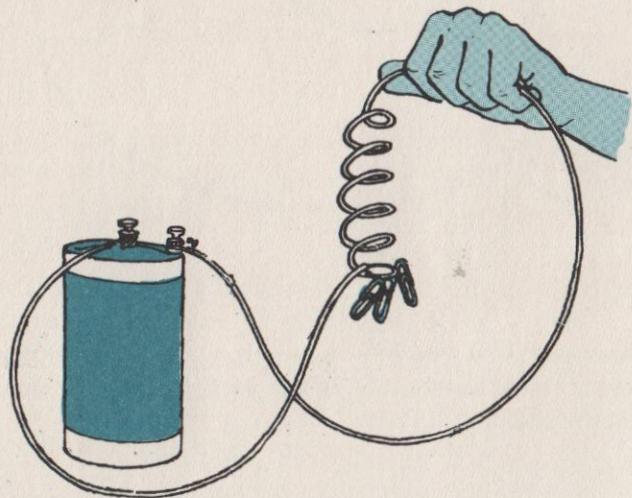
*Material necesario:* Una pila seca de voltio y medio, un lápiz, un clavo, varios sujetapapeles y un alambre de cobre muy fino de un metro de longitud, convenientemente aislado.



### Procedimiento.

1. Toma el conductor de cobre y retira la funda aislante en una extensión de un centímetro de cada extremo y hacia la mitad del mismo. Conecta un extremo del conductor a un polo de la pila seca y el otro extremo al polo restante. A continuación toca con la parte central desnuda del conductor sobre unos cuantos sujetapapeles. Por último, desconecta el conductor.

*Observación:* El conductor atrae a los clips mientras pasa la corriente, pero éstos se desprenden en cuanto se desconecta de la pila. El electroimán así preparado es capaz de atraer uno o dos sujetapapeles.



2. Enrolla una parte del conductor alrededor del lápiz, dejando a cada extremo una longitud suficiente para conectar la pila. Retira el lápiz y quita una pequeña parte del aislamiento del alambre precisamente al final de las espiras formadas. Conecta cada extremo a los bornes de la pila y aproxima la parte desnuda del conductor a los sujetapapeles.

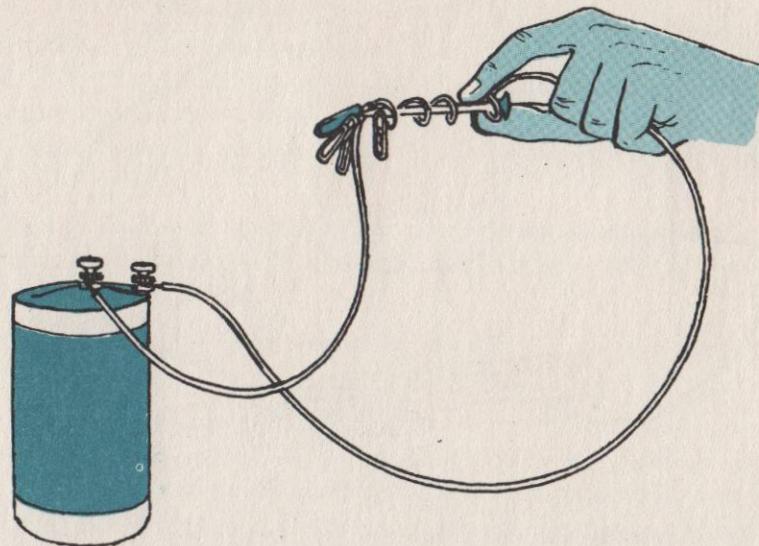
*Observación:* Ahora el conductor es capaz de atraer tres o cuatro sujetapapeles.

3. Toma un nuevo conductor y enróllalo sobre un clavo de buen tamaño, y sin retirar éste conecta los extremos a la pila como en los anteriores experimentos. Aproxima ahora uno de los extremos del clavo a los sujetapapeles.

*Observación:* El clavo es capaz de atraer cinco o seis clips mientras pasa la corriente.

Cuando la corriente eléctrica pasa a través de un conductor produce un campo magnético que le permite atraer los objetos metálicos de pequeño tamaño. El enrollamiento del conductor produce un campo magnético de mayor intensidad, y si en el interior se introduce una barra (el clavo empleado) de hierro dulce se hace todavía más potente su magnetismo.

Los electroimanes son instrumentos en los cuales el magnetismo está producido por el paso de la corriente eléctrica. Son de carácter temporal y su magnetismo dura solamente el tiempo en que pasa la corriente.

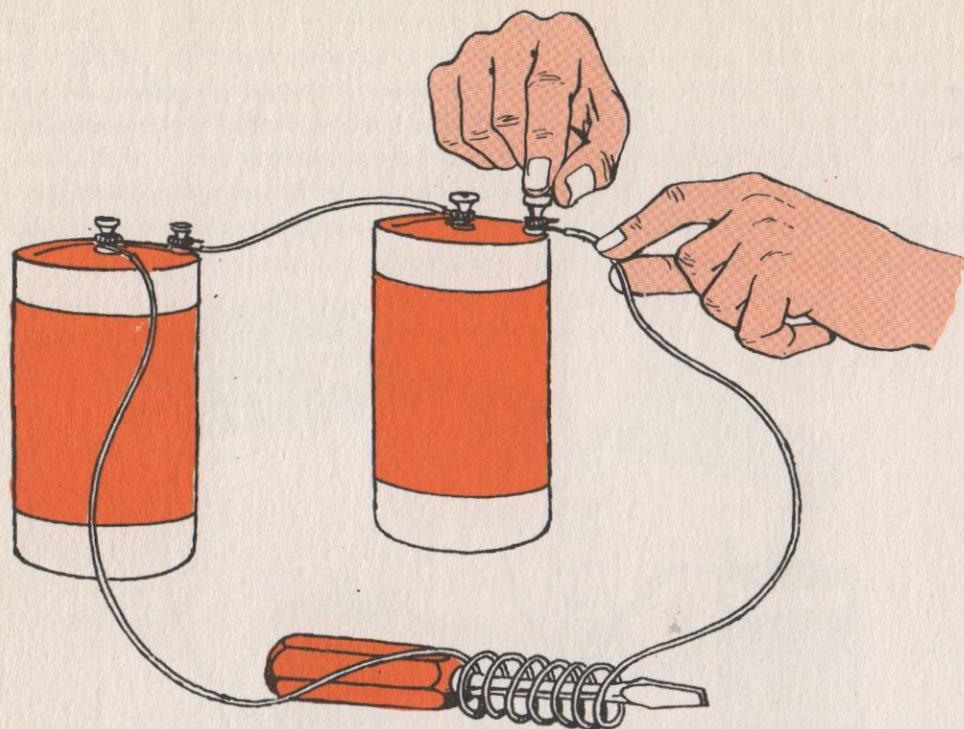


## Construcción de un imán permanente

*Material necesario:* Un conductor de cobre muy fino y de un metro de longitud, un lápiz, dos pilas de un voltio y medio cada una, varios sujetapapeles y un destornillador.

### Procedimiento.

Corta un trozo de conductor de unos diez centímetros de longitud, quita el aislamiento de ambos extremos y conéctalos a los polos de distinto signo de las dos pilas secas preparadas. A continuación toma el resto del conductor y enrolla toda su parte central sobre el lápiz, dejando únicamente unos quince centímetros sin arrollar a cada extremo. Retira después el lápiz y coloca la parte



metálica del destornillador en el interior del arrollamiento. Quita el aislante de los dos extremos del conductor y conéctalos con cuidado a los polos que han quedado libres en ambas pilas. La corriente debe pasar por el conductor durante unos quince segundos, al cabo de los cuales se interrumpe el paso de aquélla, desconectando el conductor de una de las pilas. Saca el destornillador del arrollamiento y trata de coger con él algunos sujetapapeles.

*Observación:* El destornillador se ha convertido en un imán permanente que es capaz de atraer a los sujetapapeles. Sin embargo, este magnetismo no dura siempre, sino que al cabo de unos años desaparece. Si el destornillador estuviese construido con hierro puro, el magnetismo desaparecería rápidamente, pero en la mayoría de los casos el hierro está unido a pequeñas cantidades de carbón, formando una especie de aleación llamada acero. Las aleaciones de diversos metales, con el hierro, níquel o cobalto, producen objetos que pueden ser muy magnéticos y conservar su poder durante mucho tiempo.

## Construcción de una brújula

*Material necesario:* Un imán en forma de barra, un trozo de hilo de unos 12 centímetros, una aguja, un alfiler, una tira de celofán adhesivo y un tarro de cristal con su tapa. También es necesario disponer de una pequeña brújula.

### Procedimiento.

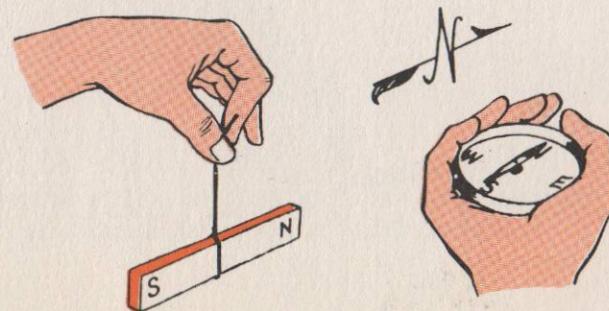
1. Atar el hilo a la parte central del imán de manera que pueda quedar en equilibrio al ser suspendido por el otro extremo de aquél. Cuando el imán queda en reposo podrás comprobar que apunta hacia el norte con uno de sus extremos. Puedes hacer la comprobación que así es comparando su dirección con la aguja de la brújula.

*Precaución:* Al hacer la comprobación anterior no acerques demasiado la brújula al imán, puesto que puede ser atraída la aguja de aquélla por éste y perder efectividad la comparación.

*Observación:* Cuando el imán queda en equilibrio, su polo norte apunta al Polo Norte.

2. Frota la aguja a lo largo de uno de los polos del imán, procurando que el frotamiento siga siempre una dirección idéntica a lo largo del eje del imán. Cuando la aguja ha quedado suficientemente imantada para poder atraer al alfiler, ata el hilo por un extremo al centro de aquélla, de modo que quede en equilibrio. El otro extremo del hilo se sujeta por medio de celofán adhesivo al interior de la tapa del tarro y se coloca ésta de manera que la aguja quede en equilibrio en el interior del recipiente. Compara la dirección que toma la aguja con la que tiene la brújula.

*Observación:* La aguja es ahora también una sencilla brújula, orientándose siempre hacia el Norte.





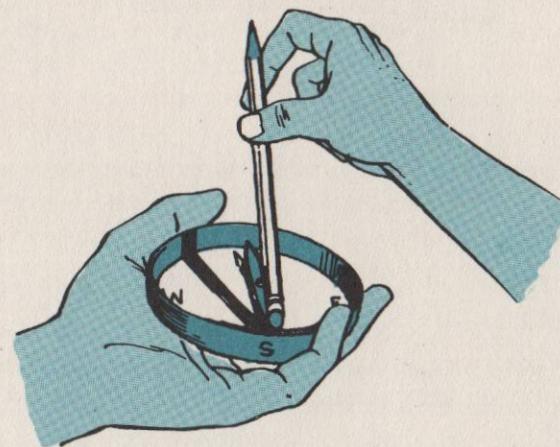
La Tierra es un imán gigantesco cuyos polos magnéticos se encuentran cerca de los geográficos, pero de tal manera dispuestos que el polo norte magnético se encuentra a unos 2.500 kilómetros del Polo Sur, y lo mismo ocurre con el polo sur magnético respecto del Polo Norte. Pero, además, los polos magnéticos no están siempre en el mismo lugar, sino que varían su posición de tiempo en tiempo.

Como los imanes tienen la propiedad de orientarse en la dirección de los polos magnéticos, pueden servir para construir una brújula.



La separación que existe entre los polos geográficos y magnéticos hace que los marinos, aviadores y otros, que necesiten de medidas de gran precisión, tengan que corregir las medidas de las brújulas por medio de unas tablas que compensan los errores de aquéllas en las diversas latitudes. El ángulo que forman las direcciones de los polos geográficos y magnéticos se llama ángulo de declinación. Los imanes apuntan exactamente al norte geográfico solamente cuando están situados en una estrecha línea, que pasa también por el norte magnético.

Parece ser que el magnetismo terrestre llega a transformar en imanes los objetos de hierro, níquel y cobalto que permanecen en cualquier lugar de la Tierra sin moverse durante mucho tiempo.



## Medidas del tiempo con la brújula

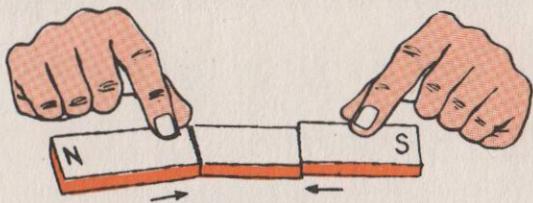
*Material necesario:* Una brújula y un lápiz.

### Procedimiento.

Para este experimento es necesario colocarse mirando hacia el norte en un día soleado. Sosteniendo la brújula, con una mano, en posición horizontal, sitúa con la otra el lápiz de manera que siga la dirección de la aguja magnética, pero formando con éste un ángulo de 45 grados en sentido vertical y tocando con un extremo del lápiz sobre el sur de la brújula.

*Observación:* El lápiz produce una sombra sobre la brújula. Si ahora se considera que el norte de la brújula marca las 12,00 horas, el oeste las 9,00, el este las 3,00 y el sur las 6,00, la sombra del lápiz indicará con una notable aproximación la hora solar.

Como observarás, la brújula y el lápiz se parecen mucho en su funcionamiento a un reloj de sol.



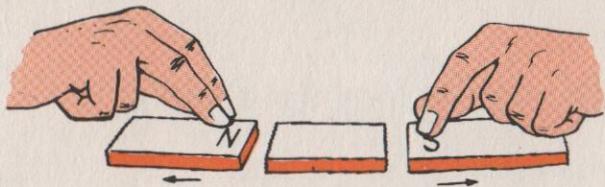
## ¿Qué ocurre cuando se corta un imán en trozos?

*Material necesario:* Una sierra fina de metal y un imán en forma de barra.

### Procedimiento.

Sierra un imán natural en tres partes iguales. Coloca después los trozos uno a continuación del otro, como estaban en el imán.

*Observación:* Cada parte del imán atrae a las otras contiguas cuando se las coloca en el orden que tenían antes de cortarlas.



2. Coloca nuevamente los trozos en la forma primitiva, pero a continuación invierte la posición de los dos laterales.

*Observación:* La pieza del centro repele a los dos trozos laterales.

3. Toma cada trozo del imán y aproxima cada extremo, uno tras otro, a la sierra metálica hasta unos milímetros de la hoja.

*Observación:* En todos los casos la sierra metálica es atraída.

Cuando cortas un imán, el extremo cortado se convierte en el polo opuesto al extremo primitivo. Un imán roto o cortado retiene siempre su magnetismo, pero los golpes o la vibración, como los producidos al serrar el del experimento, hacen disminuir su magnetismo. Igualmente ocurre cuando se calienta un imán. Por todo ello, deben tomarse ciertas precauciones para conservar en perfectas condiciones los imanes de tus experiencias.

## Fundamentos del magnetismo

Los científicos no han llegado todavía a desentrañar cuál es la causa real del magnetismo, pero entre las teorías elaboradas para explicar el fenómeno, goza de mucha aceptación la llamada teoría molecular. Esta teoría está basada en el hecho de que toda la materia está formada por pequeñas partículas, las moléculas, que a pesar de su pequeñez conservan todas las propiedades de cada sustancia. Las moléculas, a su vez, están formadas por átomos, que son las más pequeñas partículas en que los distintos elementos químicos pueden ser divididos conservando sus propiedades específicas.

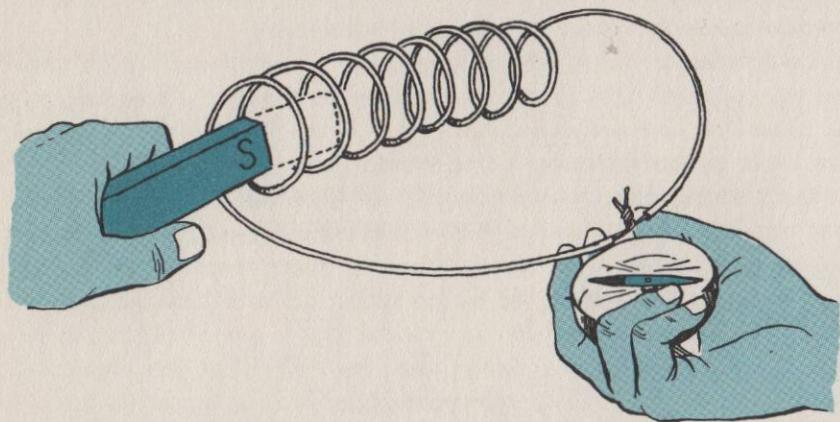
Las moléculas de hierro, níquel y cobalto, según la teoría, son ya pequeños imanes, cada uno con su correspondiente polo norte y polo sur magnéticos. Si todos los «imanes moleculares» que componen los metales citados, se orientan en la misma dirección, coincidiendo todos sus polos del mismo nombre, se sumarán sus efectos y el trozo de metal correspondiente será un imán. Cuando, por el contrario, los «imanes moleculares» estén desordenados y sus polos apunten en direcciones cualesquiera, el metal perderá su magnetismo.

En los imanes temporales, de hierro dulce, las moléculas se orientan con facilidad, pero igualmente pierden su orientación, y, por consiguiente, su magnetismo. Por el contrario, en ciertas aleaciones metálicas, las moléculas imanes se orientan del tal manera que conservan durante muchos años la misma posición y, por consiguiente, guardan su magnetismo por mucho tiempo.

La citada teoría explica igualmente por qué los objetos de hierro, cobalto y níquel llegan a estar magnetizados cuando permanecen varios años inmóviles. Sus «imanes moleculares» quedan sometidos al poderoso magnetismo terrestre y van colocándose, poco a poco, en la misma dirección. Del mismo modo, cuando se golpea el gran tornillo de un anterior experimento, mientras está orientado hacia el norte, se facilita la acción del campo magnético terrestre sobre los «imanes moleculares» del tornillo, por lo que al quedar orientados en poco tiempo, se transforma en un imán.

De acuerdo igualmente con la teoría molecular, queda explicado perfectamente el hecho de que cuando se somete un imán a una fuerte vibración se desorganizan sus moléculas, que cambian de posición y, por consiguiente, pierde parte de su magnetismo. Lo mismo puede decirse respecto del efecto que el calor produce en los imanes. Sus moléculas se ponen en movimiento al adquirir una sobrecarga de energía calorífica y se altera su orientación, por lo que su campo magnético disminuye.

También tiene partidarios entre los científicos la teoría electrónica. Esta considera que los electrones, pequeñísimas partículas que giran en los átomos alrededor de los núcleos, siguen distintas direcciones al recorrer sus órbitas. Si por efecto de una corriente eléctrica todos los electrones de un trozo de hierro, cobalto o níquel, toman la misma dirección en su movimiento, producen a su vez una corriente electrónica que es precisamente el magnetismo. Esta teoría, muy sugestiva, es, sin embargo, menos extendida que la teoría molecular.



## Producción de una corriente eléctrica con un imán

*Material necesario:* Un conductor de cobre telefónico de un metro de longitud, un imán y una brújula.

### Procedimiento.

Raspa los extremos del conductor para quitar el aislamiento y dejando alrededor de 25 centímetros a cada extremo enrolla el resto haciendo espiras sobre un dedo. Retira el arrollamiento producido y une los dos extremos del conductor de manera que el cobre haga un buen contacto. A continuación se toma la brújula con una mano y se la mantiene cerca de la parte no enrollada del conductor, al mismo tiempo que se introduce uno de los polos del imán entre las espiras, sacándolo y metiéndolo lentamente.

*Observación:* La aguja de la brújula gira a un lado u otro cuando el imán se mueve en el interior del arrollamiento. Esto demuestra que por el conductor circula una corriente eléctrica.

Cuando se coloca un conductor en el campo magnético de un imán que se mueve se produce una corriente eléctrica que circula por el conductor. La corriente eléctrica debe disponer de un camino ininterrumpido para poder circular. Tal camino es lo que se llama un circuito eléctrico.

Ahora que has sido capaz de producir una corriente eléctrica por medio del magnetismo, ya es posible comenzar a familiarizarte con el estudio de la electricidad y a realizar una serie de experimentos que te muestran sus efectos. Por de pronto ya has empezado a entender la estrecha relación que existe entre el magnetismo y la electricidad, como es la posibilidad de inducir una corriente eléctrica por medio del magnetismo y la producción de un campo magnético mediante una corriente eléctrica. Partiendo de esa base, pronto podrás llegar a descubrir que estos dos fenómenos están generalmente tan íntimamente unidos que es casi imposible actualmente entenderlos por separado.

## ELECTRICIDAD

La electricidad es el movimiento de muchísimos electrones (ver página 68) en una dirección particular de un átomo a otro.



La primera mención en la historia de un fenómeno eléctrico se sitúa en Grecia, donde hace unos 2.500 años ya observaron que algunas sustancias, como el ámbar, eran capaces de atraer ciertos pequeños objetos cuando se las frotaba vigorosamente sobre una piel de macho cabrío. Sin embargo, tales conocimientos permanecieron totalmente estancados hasta el año 1600, en el que un inglés, WILLIAM GILBERT, realizó algunos experimentos para intentar llegar a conocer la causa de tal fenómeno. Parece ser que a él se debe el nombre de electricidad, probablemente derivado del griego «elektron», que era precisamente el que se daba al ámbar. Pero el gran impulso en el estudio de la electricidad, y después en sus aplicaciones prácticas, tuvo lugar algo más de cien años atrás, cuando el físico inglés MICHAEL FARADAY y otros científicos comenzaron a penetrar en los secretos de los fenómenos eléctricos.

## Producción de electricidad por frotamiento

**Material necesario:** Una varilla de cristal, un pedazo de seda, unos veinte centímetros de hilo de coser, un par de tijeras, un trozo de lana pura, un pedazo de goma fuerte (de un neumático viejo), unos zapatos de suelas de cuero y un felpudo o alfombra.

### Procedimiento.

1. Corta el hilo en una docena de pequeños trocitos. Frota la varilla de vidrio vigorosamente durante unos minutos sobre el trozo de seda. A continuación coloca la varilla muy próxima a los hilos.

**Observación:** La varilla de vidrio atrae a los hilitos.

La clase de electricidad que has producido es la denominada electricidad estática, porque no se transforma en una corriente eléctrica. Con el frotamiento la seda arranca electrones de los átomos de la varilla de vidrio, provocando en ésta un déficit o falta de electrones y, por consiguiente, una carga positiva. Toda sustancia cuyos átomos han perdido electrones se ha cargado positivamente. Así cuando se acerca la varilla de vidrio a los hilos, los átomos de aquélla hacen un efecto como de «tirar» de los electrones de éstos.

2. Frota fuertemente el trozo de goma sobre el tejido de lana. Después acerca la goma a los hilos.

**Observación:** La goma también atrae a los pequeños hilos.



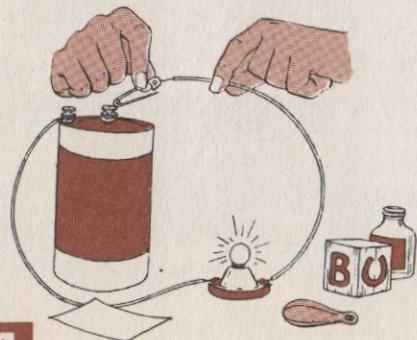
La carga eléctrica que en este caso se produce en el trozo de caucho es negativa porque ahora los electrones son arrancados del trozo de lana durante el frotamiento de la misma y, por consiguiente, el caucho tiene un exceso de electrones. Todos los cuerpos cuyos átomos tienen exceso de electrones están cargados negativamente.

3. Calzando los zapatos de suela, arrastra los pies sobre el felpudo de la puerta durante unos quince segundos, procurando no tocar ninguna cosa con las manos mientras estés frotando los pies. Después toca un tirador metálico de la puerta.

*Observación:* Se produce una especie de cosquilleo en la parte de tu mano que se pone en contacto primeramente con el tirador metálico, porque la fricción sobre el felpudo ha producido en tu cuerpo una carga de electricidad estática. Si el día es particularmente frío y seco se produce una pequeña chispa y al mismo tiempo un chasquido, al saltar la electricidad de la mano al tirador. En otras condiciones atmosféricas será difícil incluso el obtener un buen resultado de este experimento.

El aire húmedo es un buen conductor de la electricidad, lo que quiere decir que los electrones pueden moverse con facilidad a través de él. Como el aire transporta los electrones, será difícil en tiempo caluroso o húmedo que tu cuerpo pueda almacenar suficiente cantidad de electricidad estática para realizar el experimento. El mismo resultado se obtiene cuando se frota un metal cualquiera, porque son muy buenos conductores de la corriente eléctrica, que no se almacena en forma de carga estática. Solamente puede realizarse esta serie de experiencias satisfactoriamente con las sustancias que no conducen la electricidad y que, por consiguiente, son capaces de almacenar cargas estáticas. Tales sustancias reciben el nombre de aisladores o dieléctricos.

## Cómo sabes si un material es conductor



*Material necesario:* Una pila seca de voltio y medio, dos trozos de conductor de cobre de unos 15 centímetros cada uno, un portalámparas para experimentos, una lámpara eléctrica y trozos de diversos materiales de metal, madera, vidrio, etc.

## Procedimiento.

Retira la cubierta aislante de los extremos de ambos conductores. Uno de ellos debe conectarse a la pila y al portalámparas. El otro debe conectarse asimismo al portalámparas y a la pila seca, comprobando que la lámpara se enciende, lo que sirve para demostrar que el circuito funciona normalmente. A continuación se desconecta este último conductor de la pila y se van intercalando entre ambos diferentes sustancias, cerrando una y otra vez el circuito con ellas.

*Observación:* La lámpara de pruebas se encenderá cuando el material intercalado sea buen conductor y permanecerá apagada cuando se trate de sustancias aislantes.

Una explicación de por qué las sustancias son o no conductoras se da en la página 79.



## Construcción de un electroscopio

*Material necesario:* Un tarro de boca ancha con un tapón de corcho o de caucho, un trozo de alambre de cobre de unos 10 centímetros de largo, una tira de hoja de aluminio o papel de estaño de seis centímetros de largo por dos de ancho, un peine, un tubo de ensayo, un trozo de tejido de seda y otro de lana.

## Procedimiento.

Endereza bien el alambre de cobre y atraviesa con él el tapón por su parte central, de manera que sólo sobresalga un par de centímetros de aquél por su parte superior. En el otro extremo se dobla el alambre en forma de L. Se toma la tira de aluminio o estaño y se dobla por la mitad, cortando la parte doblada de forma que las dos mitades queden unidas solamente por una laminilla muy fina. A continuación se cuelga del ganchito en forma de L del alambre y se coloca el tapón en su lugar, debiendo quedar colgado en el interior del tarro la lámina de metal. Una vez preparado este electroscopio, frota vigorosamente el peine sobre la lana y toca después la parte superior del alambre con él, retirándolo a continuación. Después toca con el dedo la parte del alambre que sobresale del tapón. Por último, frota con fuerza el tubo de ensayo sobre la lana y toca con él el mencionado alambre, retirándolo después.

*Observación:* Cuando toques el metal con el peine verás cómo las hojas de aluminio o estaño se separan, permaneciendo en esa posición hasta que pones el dedo sobre el extremo del alambre. Al tocarlo después con el tubo de ensayo vuelven a separarse las laminillas metálicas.



El sencillo aparato que has construido es un electroscopio, instrumento que sirve para comprobar las cargas eléctricas que se acumulan en ciertos objetos. Cuando se toca el metal con alguna sustancia cargada eléctricamente, el alambre conduce la electricidad hasta las hojas de aluminio, y como todas las cargas son del mismo signo, hacen que las láminas metálicas se carguen con electricidad del mismo nombre, por lo que se repelerán separándose. Esta repulsión se produce en todos los casos independientemente del signo, positivo o negativo, de las cargas eléctricas. Cuando se toca el extremo del alambre con el dedo, como el cuerpo humano es buen conductor, las cargas eléctricas almacenadas en las laminillas escapan a través del dedo y por consiguiente, las láminas descargadas vuelven a unirse.



## Construcción de una máquina electrostática

*Material necesario:* Un viejo disco de gramófono, un trozo de lana o de cuero blando, una tapadera metálica pequeña de algún frasco o tarro, una varilla de madera de 12 centímetros de largo por dos de ancho o alguna otra sustancia aislante de las mismas dimensiones y un clavo.

## Procedimiento.

Coloca la varilla de madera en la parte central del interior de la tapa metálica y clávala fuertemente. Frota el disco con la lana fuertemente durante quince segundos. Toma el mango de madera que has clavado y acerca, sin tocarlo con las manos, la tapa metálica a la parte frotada del disco. Con un dedo de la otra

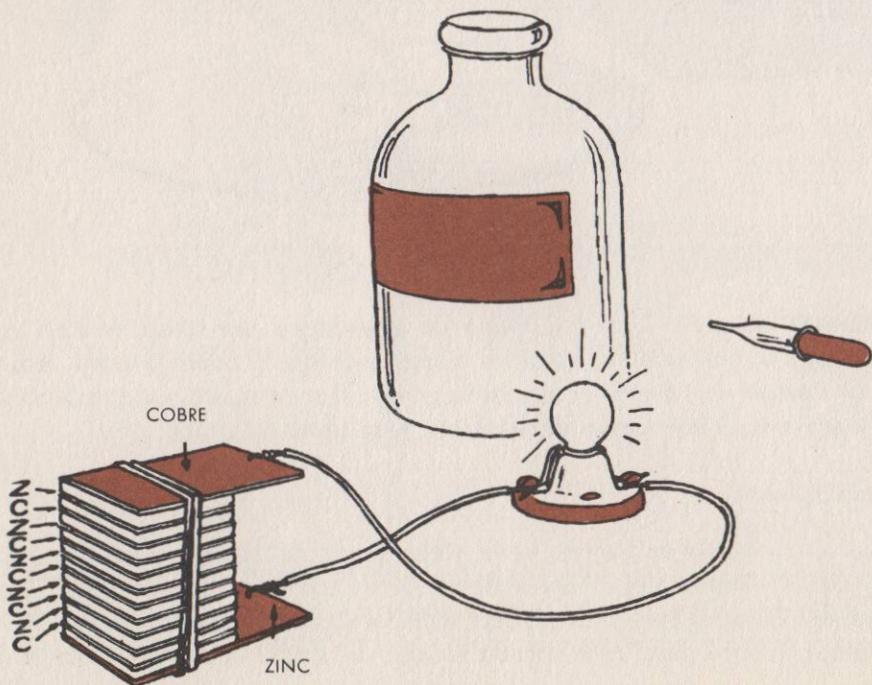
mano, toca durante un segundo y al mismo tiempo, la tapa metálica y el disco. Separa aquélla de éste y ahora acerca un dedo al borde de la tapa metálica hasta que quede a muy poca distancia de ella.

*Observación:* Una chispa salta de la tapa metálica a tu dedo.

En un día frío y seco puedes obtener varias chispas seguidas entre la tapa y tu dedo, sin necesidad de recargar el disco frotándolo otra vez. Solamente se necesita colocar la tapa sobre el disco y tocar simultáneamente ambos con el dedo durante un segundo. El aparato es una máquina electrostática que puede producir unas cargas eléctricas estáticas muy notables.

## Construcción de una pila o batería

*Material necesario:* Una tira de cinc de dos centímetros de ancho por doce de largo, otra lámina de cobre de las mismas dimensiones, un poco de papel de lija, un portalámparas de ensayo con su lámpara correspondiente, 24 centímetros de hilo telefónico, un papel secante grande o algodón, cloruro amónico o en su defecto sal común, un cuentagotas y una anilla de goma.



### Procedimiento.

Corta el cobre y el cinc cada uno en cinco piezas de dos centímetros de largo y otra de cuatro. En cada una de estas piezas más grandes practica una perforación a medio centímetro de un extremo. Corta el alambre de cobre en dos partes iguales quitando la capa aislante en ambos extremos. Conecta cada conductor por un extremo al orificio de las láminas grandes de cinc y cobre. A continuación frota con el papel de lija todas las piezas de metal, de manera que queden brillantes. Corta el papel secante en once pedazos del tamaño de las láminas pequeñas. Ahora sobre la pieza grande de cinc coloca uno de los trozos de papel secante. Llena el cuentagotas con la disolución del cloruro amónico o de sal común (esta última debe ser muy concentrada) y empapa el primer trozo de papel secante. Entonces, alternativamente, continúa apilando cobre, papel secante humedecido con la disolución salina, cinc, papel secante, cobre y así sucesivamente hasta colocar la última pieza metálica que será la grande de cobre, conectada a uno de los conductores. Recuerda que todos los trozos de papel secante deben quedar bien empapados en la disolución de cloruro amónico antes de colocar la siguiente pieza de metal. Alrededor de todo el conjunto coloca la anilla de goma y por último cierra el circuito, conectando los extremos libres de los conductores al portalámparas de ensayo, que debe estar dispuesto con su bombilla correspondiente.

*Observación:* Al cerrar el circuito, la lámpara eléctrica se enciende.

La pila construida opera según el mismo principio de las baterías empleadas en los automóviles o las pilas secas de uso corriente. Las piezas de metal son los electrodos y la corriente eléctrica pasa de uno a otro a través de la disolución salina, que recibe el nombre de electrolito. Este tipo de batería es conocido como pila voltaica o galvánica.

## Cómo recargar una pila seca

*Material necesario:* Una pila descargada, una lámpara eléctrica, un frasco de boca ancha lleno de agua caliente, un salero con sal, un trozo de alambre de cobre de 12 centímetros de largo y un trozo de paño.

### Procedimiento.

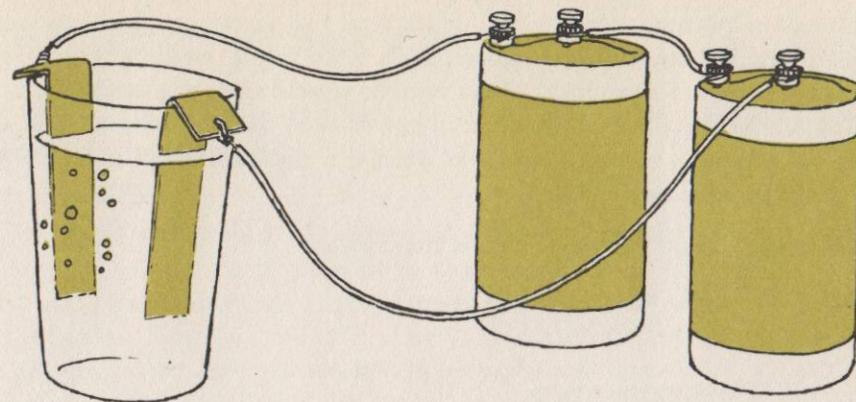
Disuelve toda la sal en el agua del tarro. Ahora, en la pila descargada, practica varios agujeros en su parte superior y colócala en el interior del frasco, dejándola empapar durante una hora. Entonces sácala del agua y sécala con el

trapo. Quita a continuación la cubierta aislante del conductor de cobre, y una parte del mismo enróllala a la rosca de la lámpara eléctrica. Coge ésta y apoya su base sobre el polo positivo de la pila, llevando el otro extremo del conductor hasta que se ponga en contacto con el polo negativo.

*Observación:* La lámpara eléctrica se enciende.



Cuando las pilas se agotan es generalmente porque el electrolito ha dejado de actuar. Por consiguiente, puedes hacerla «revivir» por el procedimiento reseñado, añadiendo una nueva cantidad de un electrolito, pero la pila no durará tanto como una nueva y además su potencial será menor. Una de las causas de ello es que el electrolito se seca con cierta rapidez como consecuencia de los orificios practicados en la pila.



## Construcción de un acumulador eléctrico

*Material necesario:* Dos planchas de plomo de diez centímetros de longitud por dos de anchura, un conductor de cobre de ocho centímetros de largo y dos de veinte centímetros, un vaso de cristal corriente lleno de agua algo más de sus tres cuartas partes, dos pilas secas de un voltio y medio, un portalámparas de pruebas con su lámpara y unos treinta gramos de ácido sulfúrico.

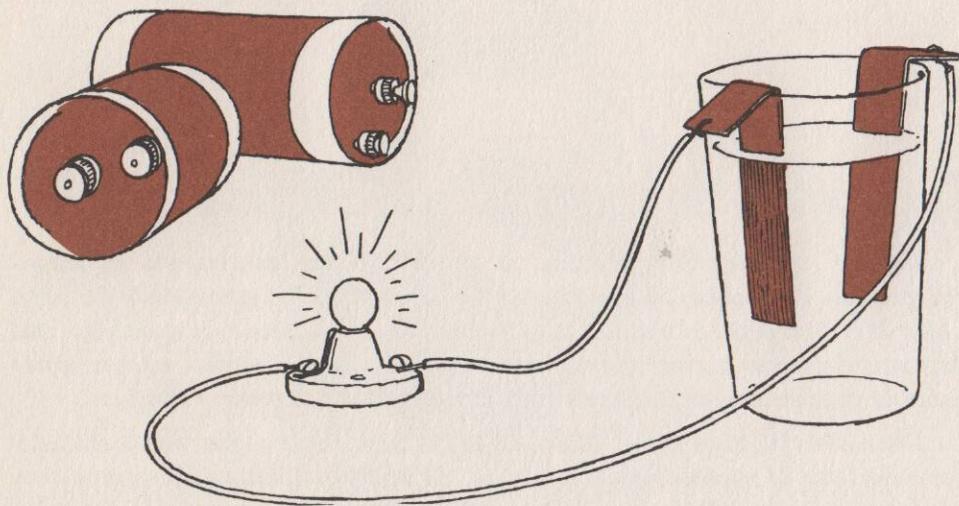
*Precaución:* El manejo del ácido sulfúrico debe hacerse con sumo cuidado. No dejar que lo toquen niños pequeños. El ácido es fuertemente corrosivo y puede quemar la piel, la ropa y los muebles. Si accidentalmente cae una gota sobre la piel, lávala inmediatamente con agua con bicarbonato durante algo más de un minuto.

### Procedimiento.

Toma las planchas de plomo y practica un orificio de algo menos de medio centímetro de diámetro junto a uno de los extremos de cada plancha. Dobra ambas planchas a un centímetro del borde junto al que has hecho los orificios, de manera que queden colgando del borde del vaso por su parte interior. Quita el aislamiento de los extremos de los tres conductores preparados y conecta los dos más largos a las planchas de plomo, pasando cada conductor por el orificio correspondiente. De estos dos conductores conecta el extremo libre

de cada uno al polo positivo de una de las pilas y al negativo de la otra. A continuación, une los otros dos polos de ambas baterías por medio del conductor más corto (observa el esquema). Ahora puedes echar el agua en el vaso y el ácido sulfúrico a continuación y lentamente. Espera unos diez minutos. Ahora desconecta las baterías y conecta los dos conductores unidos a las planchas de plomo al portalámparas de prueba.

*Observación:* La lámpara eléctrica se enciende.



Este sencillo modelo de acumulador es muy semejante a las primeras pilas eléctricas fabricadas por el hombre. Tenían el inconveniente de que el electrolito puede evaporarse con cierta rapidez, por lo que han sido sustituidas por las llamadas pilas secas, que son en la actualidad de empleo universal. El acumulador de láminas de plomo se emplea aún en los automóviles, en los que el funcionamiento del motor recarga nuevamente dicha batería. En el experimento realizado, el acumulador se ha cargado cuando lo has conectado a las dos pilas secas. Puedes recargarlo de este modo cuantas veces lo desees, pudiendo conocer que el acumulador ya está nuevamente cargado al observar cómo una de las planchas de plomo toma un color castaño.

## Construcción de una linterna

*Material necesario:* Una pila de linterna, una lamparita, diez centímetros de conductor de cobre y celofán adhesivo.

### Procedimiento.

Quita el aislamiento de ambos extremos del conductor. En uno de ellos debes hacer una espiral y arrolla el otro alrededor de la rosca de la lamparita. A continuación toma la pila y pega con el celofán adhesivo la espiral de un extremo a la parte inferior de aquélla, sujetando el resto del conductor sobre la pila por medio del mismo celofán, dejando solamente libre la parte que sujeta la lámpara. Presiona el conductor de tal manera que la bombilla apoye su parte inferior sobre el polo superior de la pila.

*Observación:* Al cerrar el circuito, la lámpara se enciende.

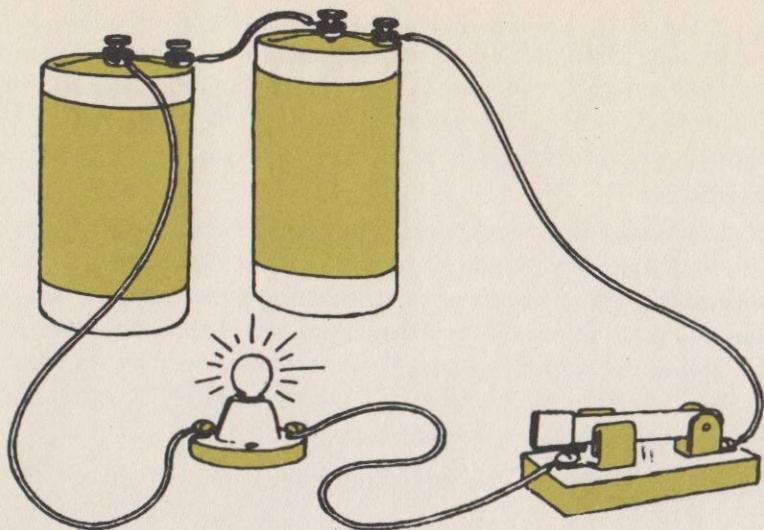


## Cómo funciona un interruptor

*Material necesario:* Dos pilas secas de voltio y medio, un portalámparas de ensayo, una lamparita de linterna, un interruptor de cuchilla (es un tipo especial de interruptor que se encuentra fácilmente en los comercios), tres conductores de cobre de 20 centímetros cada uno y uno de seis centímetros.

### Procedimiento.

Conecta las pilas y el portalámparas, intercalando el interruptor, como muestra el dibujo. Cierra el interruptor. Abrelo.



*Observación:* Cuando se cierra el interruptor se completa el circuito, por lo que la lámpara se enciende. Al abrirlo se interrumpe el paso de la corriente y la lámpara se apaga. Todos los demás tipos de interruptores funcionan según este principio.

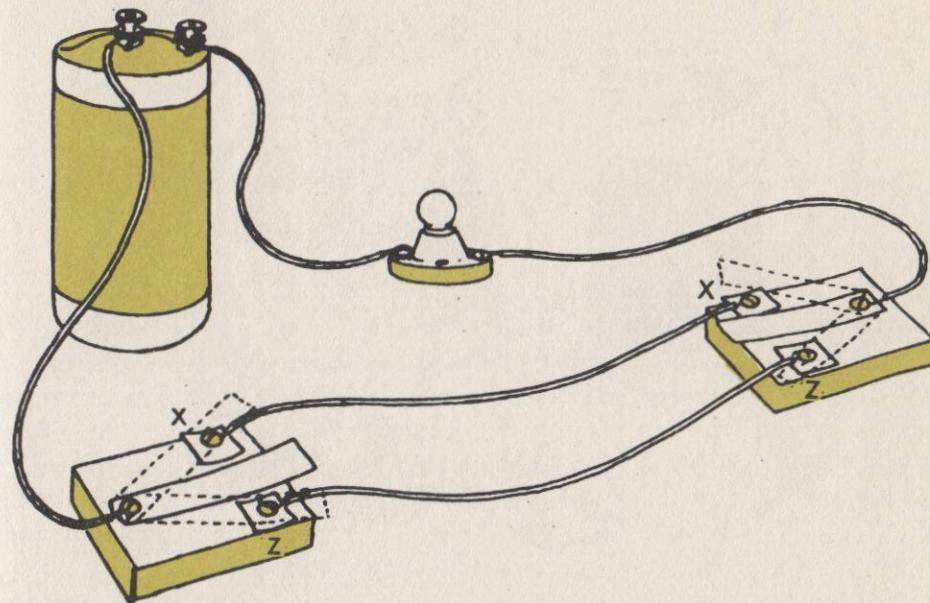
## Circuito con dos interruptores

*Material necesario:* Dos bloques de madera de forma cuadrangular y cuatro centímetros de lado, dos tiras de metal (cortadas de un bote de conservas) de seis centímetros de largo y otras cuatro tiras de dos centímetros, seis tornillos pequeños, un portalámparas experimental, una lamparita de linterna, una pila de un voltio y medio, metro y medio de conductor de cobre muy fino.

### Procedimiento.

Monta el circuito como muestra la figura, procurando que los conductores hagan buen contacto en todos los puntos donde han sido conectados. Coloca los interruptores en la posición marcada con X. A continuación ponlos en la posición Z y, por último, coloca uno en la posición X y otro en la posición Z.

*Observación:* Cuando ambos interruptores están en la posición X, la lamparita se enciende y lo mismo ocurre cuando están en la posición Z, pero cuando uno se encuentra en X y otro en Z la luz se apaga. De esta manera tú puedes encender o apagar la luz con cualquiera de los interruptores. La luz se enciende cuando el circuito se completa y se apaga cuando se interrumpe.



## Montaje de elementos en serie

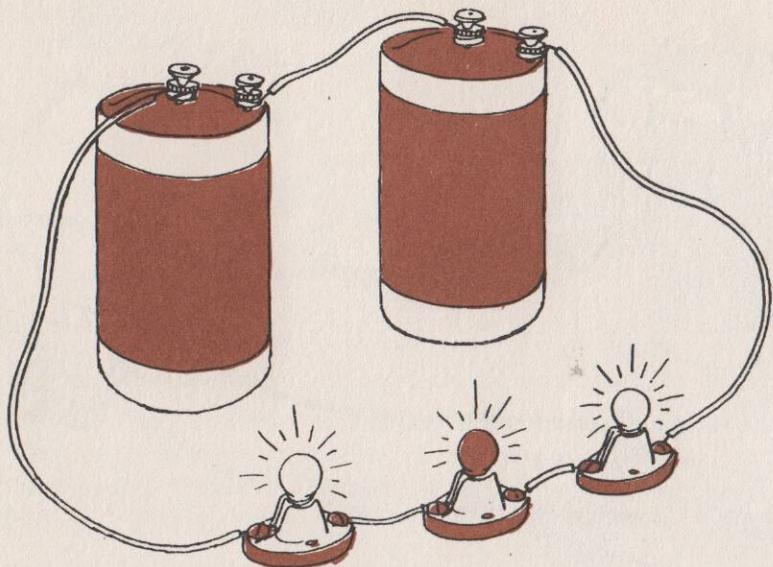
*Material necesario:* Dos pilas de un voltio y medio cada una, dos trozos de alambre de cobre de 20 centímetros de largo y tres de ocho centímetros, tres portalámparas de experiencias y tres lamparitas de linterna.

### Procedimiento.

Monta todos los elementos del circuito en la forma que muestra el dibujo. Desenrosca una de las lamparitas de linterna.

*Observación:* Al conectar todos los elementos y enroscar las bombillas en sus portalámparas, el circuito se cierra y las tres lamparitas se encienden. Al retirar una de las bombillas, el circuito se interrumpirá y las restantes lámparas se apagarán. Cuando se conecta el polo negativo de una pila con el positivo de la otra, esta disposición de los elementos se dice que es en serie.

Esta disposición es la que se emplea en las lamparitas de colores que se colocan por Navidad.

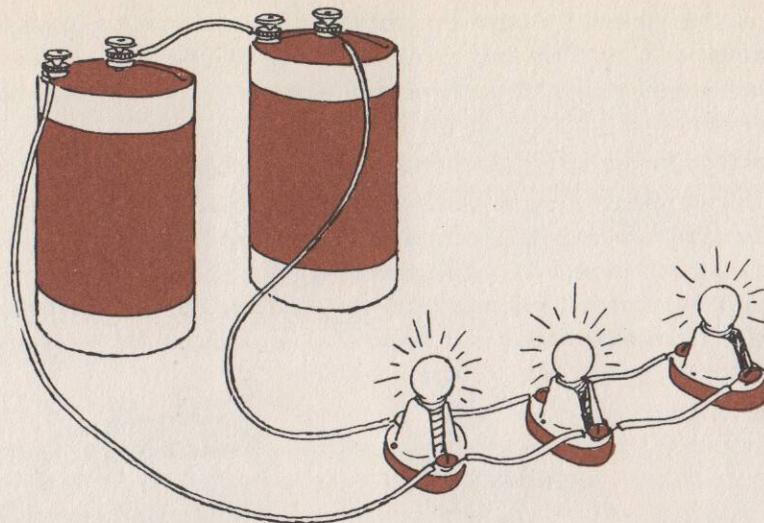


## Montaje de elementos en paralelo

*Material necesario:* Dos pilas de un voltio y medio cada una, tres portalámparas para ensayos con sus correspondientes lamparitas, dos conductores de cobre de 20 centímetros de longitud y cinco de ocho centímetros.

### Procedimiento.

Sigue lo expresado en la figura para preparar el montaje. Una vez terminado, desenrosca una lamparita y observa lo que ocurre, después desenrosca una segunda bombilla.



*Observación:* Cuando se termina el montaje, las tres lámparas se encenderán. Al desenroscar una bombilla, las otras dos continúan luciendo y lo mismo ocurre con la última, cuando son desenroscadas dos lamparitas. Mientras una lámpara continúe enroscada debidamente, el circuito está cerrado y la corriente eléctrica pasa por él. En esta experiencia, tú has conectado los elementos generalmente, es decir, las pilas en serie, mientras que las lamparitas están montadas en paralelo.

Este tipo de montaje es el que se emplea normalmente en las casas, oficinas y fábricas.

## ¿Qué es un cortocircuito?

*Material necesario:* Dos pilas secas de un voltio y medio, dos conductores de cobre de 20 centímetros de longitud y otro de ocho centímetros y un portalámparas de ensayo, con su lámpara.

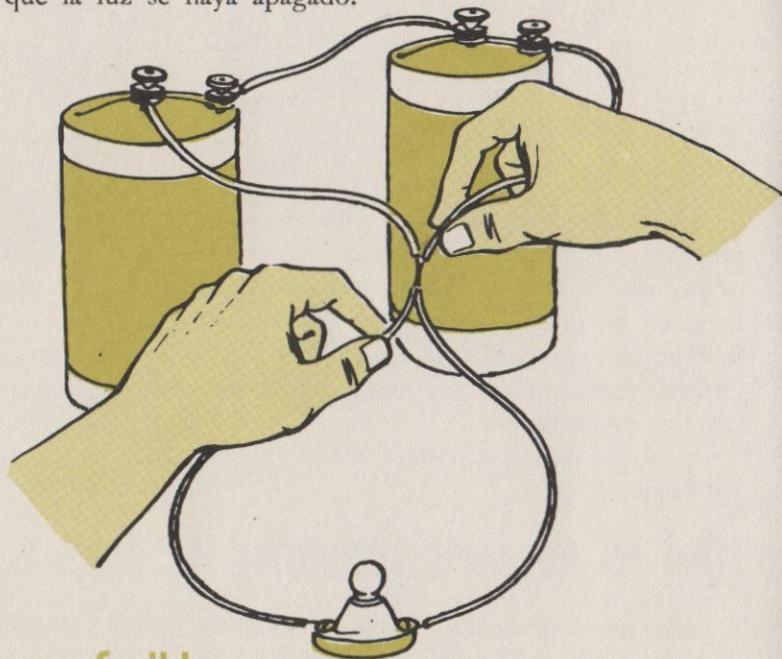
### Procedimiento.

Prepara los conductores quitando el aislante de los extremos de todos ellos y también una porción de un centímetro en la parte central de los dos más largos. Conecta el polo positivo de una pila con el negativo de la otra, por medio del conductor pequeño y conecta ambos conductores grandes a los polos libres

de las pilas. Por último, los otros extremos de los conductores deben ser unidos al portalámparas y su lamparita enroscada. A continuación toma uno de los conductores largos y une su parte central desnuda con la correspondiente al otro conductor.

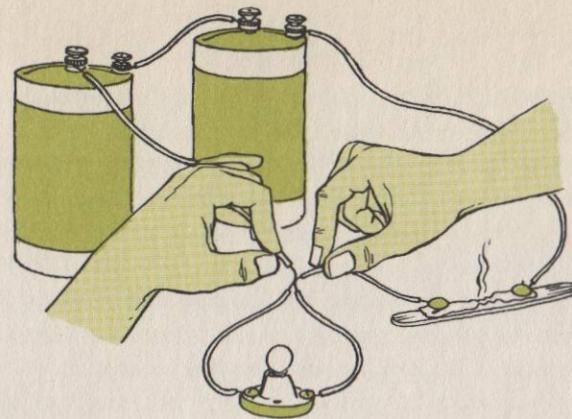
*Observación:* La luz que lucía en la lamparita se apaga inmediatamente.

La corriente eléctrica sigue siempre el camino más corto posible. El cortocircuito establecido en esta experiencia deja sin corriente a la lamparita, por lo cual se apaga. Si tocas los conductores en la parte desnuda observarás que el cortocircuito produce un calentamiento de aquéllos, que es tan intenso que puede llegar a producir fuego. Por ello debes desconectar los conductores inmediatamente de que la luz se haya apagado.



## Cómo hacer un fusible

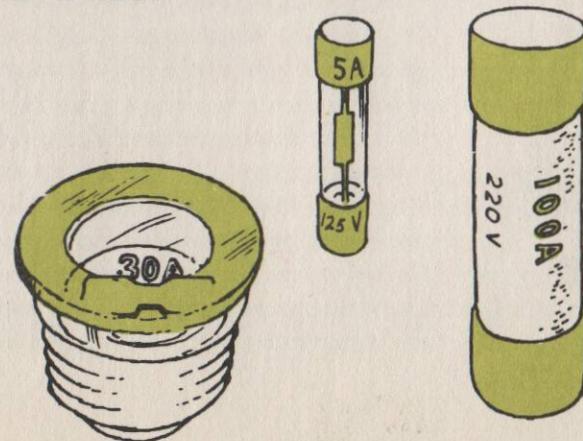
*Material necesario:* Dos pilas secas de voltio y medio cada una, un portalámparas con una lamparita de linterna, un conductor de cobre de 30 centímetros, dos de 14 centímetros y uno de ocho centímetros de longitud; una tablita de madera de 10 centímetros de largo por uno de ancho, dos chinchetas y una tira de lámina de aluminio de cuatro centímetros de larga por medio de ancha.



## Procedimiento.

Quita el aislamiento del extremo de todos los conductores y también de una longitud de un centímetro en la parte central de los de 30 centímetros y de uno de los de 14 centímetros. Coloca las pilas secas una junto a otra y conecta el polo negativo de una con el positivo de la otra, de manera que la primera pila quede a tu izquierda y la segunda a tu derecha. Conecta el conductor más largo al polo positivo de la pila de tu izquierda y el otro extremo debes unirlo al portalámparas, al que enroscarás la bombilla. Coloca la lámina de metal sobre la tablilla y clava las dos chinchetas sobre la laminilla metálica de manera que quede sujeta a la madera. Toma el conductor mediano, al que has quitado su aislamiento en la parte central y conéctalo por un lado al portalámparas y por el otro a una de las chinchetas, apretando bien ésta sobre la tablita. Conecta el otro conductor mediano a la otra chincheta y por el otro extremo al polo negativo de la pila que queda a tu derecha. Produce, por último, un cortocircuito acercando las dos partes desnudas de los conductores así preparados.

*Observación:* Al producirse el cortocircuito y transcurrir unos instantes el metal de la laminilla se funde.



**Precaución:** Ten presente que el metal puede producir una llamita.

La laminilla de metal actúa como fusible, es decir, una pequeña pieza de metal que al fundirse, por la elevación de la temperatura, interrumpe el circuito. De este modo se evitan los daños que pueden causar los cortocircuitos en los conductores, que al calentarse excesivamente podrían causar un incendio.

Los fusibles pueden ir marcados con la cantidad de corriente que puede atravesarlos sin que se fundan, por lo que es necesario que al montarlos en un circuito determinado se escojan del requerido amperaje. Un amperio es una unidad eléctrica que mide la cantidad de corriente que pasa por un conductor en un segundo.

## Cómo funciona una lámpara eléctrica

**Material necesario:** Una lámpara eléctrica corriente y barata, porque hay que romperla; un martillo, una bolsa de papel y una lámpara de mesa.

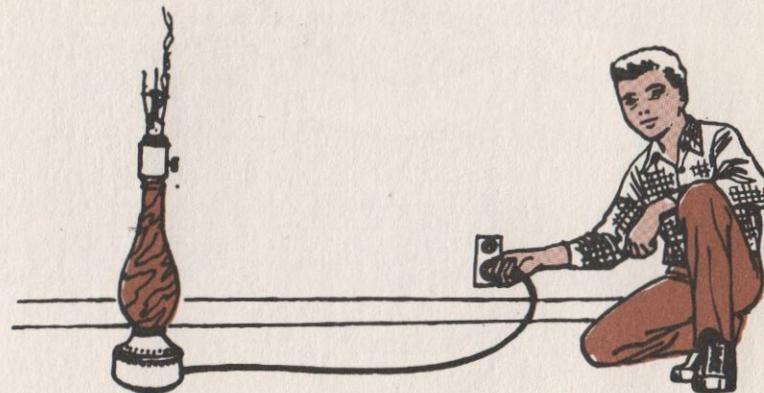
### Procedimiento.

Enrosca la bombilla en la lámpara de mesa de manera que pueda encenderse al cerrar el interruptor. Quita el enchufe de la lámpara y traslada a ésta a un lugar sobre el suelo libre de obstáculos. Coloca la lámpara de manera que la bombilla casi toque en el suelo y cubre ésta con la bolsa de papel. A continuación, cogiendo la bombilla por el portalámparas, golpéala con el martillo hasta que el cristal se rompa. Ahora coloca la lámpara en pie y quita la bolsa de papel con cuidado, retirando los cristales de manera que no se rompa el filamento metálico de la bombilla. Puedes examinar cómo está dispuesto el interior de la lámpara. Después, alejándola a una distancia de un metro y medio, introduce la clavija en el enchufe. A los tres segundos retira nuevamente la clavija. Examina nuevamente cómo ha quedado el interior de la bombilla, desenróscala y puedes tirarla.



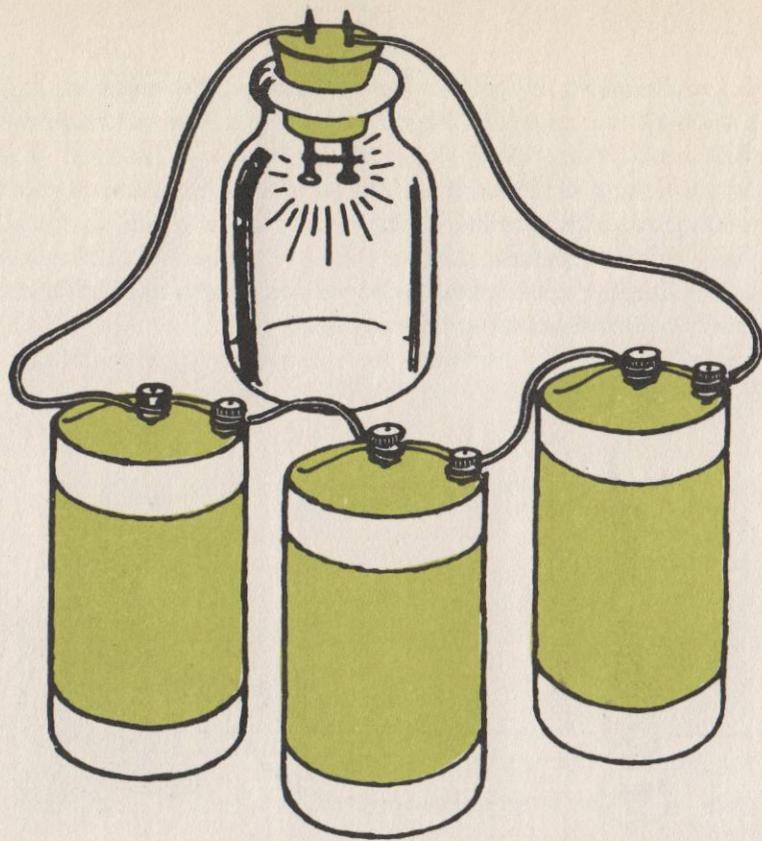
**Observación:** Cuando rompes el cristal de la bombilla suena un ruido seco, como una pequeña explosión. Si tienes el debido cuidado al hacerlo, el resto de la bombilla quedará intacto.

Lo más importante del interior de la bombilla consiste en un par de finos alambres que arrancan del fondo de ella y se extienden hacia arriba. Un arrollamiento muy fino de alambre conecta ambos alambres por sus extremos superiores. Cuando examines la bombilla después de haberla encendido observarás que el fino arrollamiento se ha fundido totalmente.



Los conductores del interior de la lámpara cierran el circuito cuando ésta es colocada en el portalámparas. El arrollamiento de metal es llamado filamento y está generalmente hecho de un metal denominado wolframio. Cuando la corriente pasa a través del filamento, lo calienta tan extraordinariamente que se hace luminoso. Al llegar a la incandescencia, el filamento de wolframio está a una temperatura de unos 3.000 grados.

Para impedir que el filamento se queme en el aire, como ocurre en tu experimento, se le encierra en el bulbo de vidrio en el cual se hace el vacío, extrayendo el aire y sustituyéndolo por nitrógeno o argón o una mezcla de ambos gases, que son tan inertes que el wolframio no se combina con ellos como ocurre con el oxígeno. Por eso, cuando el filamento es expuesto al aire, que contiene una buena cantidad de oxígeno, arde inmediatamente.



## Construcción de una lámpara de incandescencia

*Material necesario:* Un tarro de cristal de tamaño mediano y boca ancha; un tapón de corcho, goma o madera para tapar el frasco; dos clavos de unos seis centímetros de largo o dos agujas gruesas del mismo tamaño; un trozo de conductor de níquel de ocho centímetros de longitud; tres pilas secas de voltio y medio; dos conductores de cobre de 24 centímetros y otros dos de ocho centímetros; un martillo.

### Procedimiento.

Coloca las tres pilas, una junto a otra, conectando el polo negativo de la situada a tu izquierda con el positivo de la central, por medio de uno de los conductores de ocho centímetros. Emplea el otro del mismo tamaño para unir el polo negativo de la pila del centro al positivo de la situada a tu derecha. Ahora,

clava ambos clavos en el tapón preparado al efecto, de tal manera que sus cabezas queden hacia la parte interior y sobresalgan las puntas al exterior como centímetro y medio. Los clavos deben estar situados en el tapón a unos tres centímetros uno del otro. A continuación, dobla el conductor de níquel por la mitad y enróllalo sobre sí mismo, conectándolo después a las cabezas de los clavos. Coloca el tapón en el tarro, cerrando su boca, con lo que quedarán las cabezas de los clavos, unidas por el conductor de níquel, en el interior del recipiente. Cuida de que ni los clavos ni el níquel queden en contacto con las paredes o el fondo del tarro. Conecta uno de los conductores de 24 centímetros por un extremo a la punta del clavo que quedará a tu izquierda, y por el otro extremo, al polo positivo de la pila del mismo lado. El otro conductor largo debe conectarse por un extremo a la otra punta del clavo correspondiente, y por el otro extremo, al polo negativo libre en la pila situada a tu derecha.

*Observación:* El conductor de níquel se pone incandescente y produce luz.

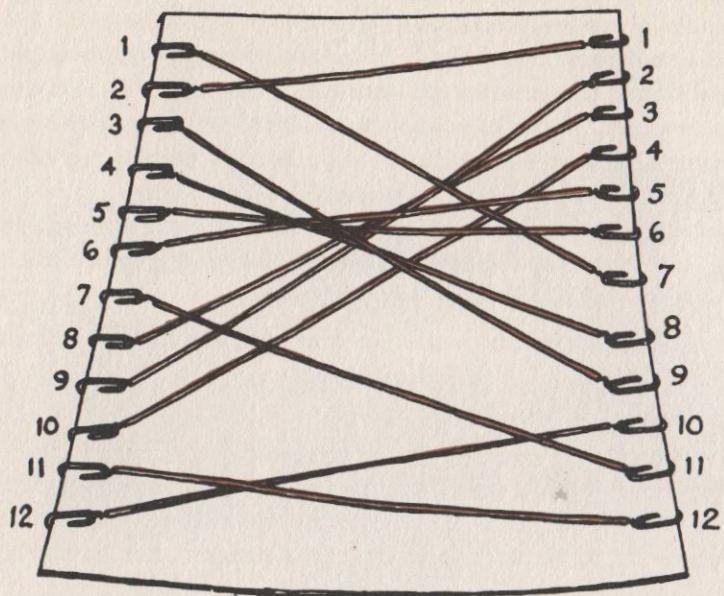
El frasco con el filamento de níquel se ha convertido en un modelo muy sencillo de lámpara incandescente. El níquel es una aleación especial que ofrece una gran resistencia al paso de la corriente eléctrica a su través, y por ello, los electrones encontrarán gran dificultad en atravesarlo, produciendo una gran cantidad de calor y también de luz. De esta manera, el filamento de tu bombilla casera se calienta de tal modo que brilla notablemente, iluminando la habitación.

## Un aparato que da la respuesta exacta

*Material necesario:* Veinticuatro sujetapapeles, una plancha de madera fina, unos cuatro metros de un conductor aislado de cobre muy fino, una pila de voltio y medio, un portalámparas de ensayo con su lámpara y papel celofán adhesivo.

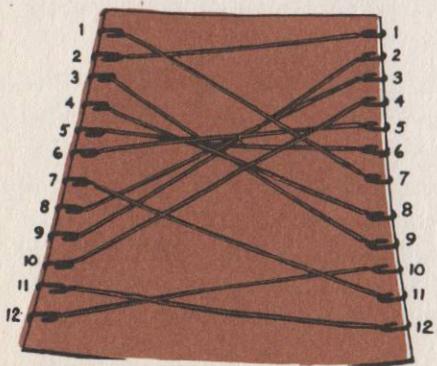
A lo largo de la planta de madera, coloca los sujetapapeles, la mitad a un lado y la otra mitad al otro, separados por una distancia de unos dos centímetros entre cada dos de ellos. Numera los clips de cada lado del uno al doce. Corta doce trozos de conductor de tales dimensiones que puedas ir uniendo los clips de dos en dos, pero no siguiendo el orden natural de los números, sino de un modo caprichoso; por ejemplo: el número uno de un lado con el cinco del otro; el número tres de la derecha con el ocho de la izquierda y así sucesivamente hasta que todos los sujetapapeles hayan quedado conectados por parejas. Com-

prueba que todas las conexiones estén bien hechas y que no haya contactos ni entre los conductores ni entre los sujetapapeles contiguos.



A continuación corta otros dos conductores de unos 36 centímetros de largo cada uno, y conecta cada uno de ellos del modo siguiente: un extremo de uno al polo positivo de la pila seca y el otro extremo debe quedar libre. El otro conductor se conecta por un extremo al polo negativo de la pila seca y por el otro el portalámparas de prueba.

Corta otro trozo del conductor, de unos 24 centímetros, conectando un extremo al otro contacto del portalámparas y dejando el otro extremo libre. Una vez terminados los preparativos, da la vuelta al tablero de madera de tal manera que todos los conductores queden escondidos y que por su cara superior no se vean nada más que los sujetapapeles.

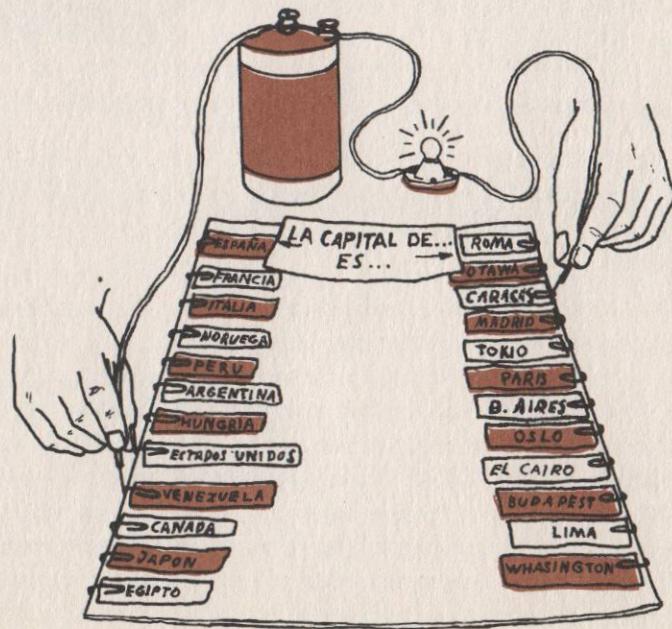


Prepara una lista de 12 preguntas, escríbelas en pequeñas tiras de papel o cartulina fina y sujétalas a los 12 clips de tu izquierda. Después prepara las 12 respuestas a las preguntas anteriores, escríbelas en otras tiras de papel y colócalas en el clip que esté conectado al que sujeta la correspondiente pregunta. De esta manera, las respuestas quedarán en un orden distinto de las preguntas.

En una mano toma el extremo de uno de los conductores largos, conectados a la pila y en la otra el extremo libre del otro conductor, que estará unido al portalámparas. Toca con el primer conductor el clip que corresponda a una pregunta correcta a la misma, tocando entonces con el otro conductor el clip correspondiente.

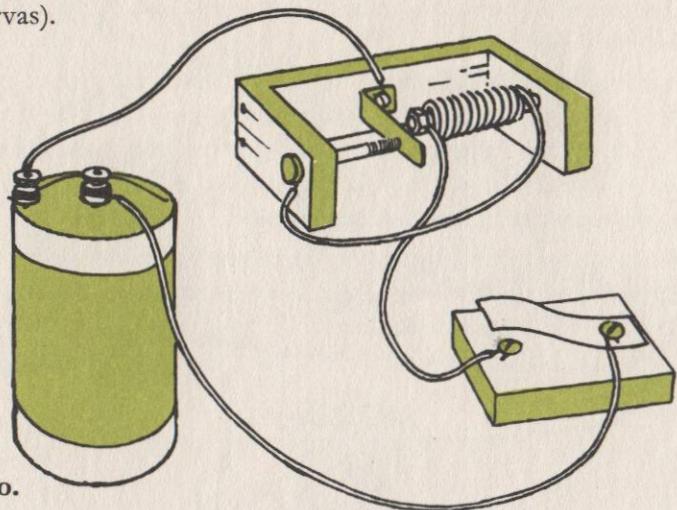
*Observación:* Cuando colocas el segundo conductor sobre el clip que corresponde a la respuesta correcta, se cerrará el circuito y la lámpara se encenderá. En caso de que la respuesta sea incorrecta, como el sujetapapeles correspondiente no estará conectado a la pregunta que formulastes, no se cierra el circuito y la lámpara te indica que has fallado.

En este juego pueden prepararse un número ilimitado de preguntas y respuestas, que de este modo tendrá una gran amenidad e interés, asombrando a los que no conozcan su funcionamiento.



## El telégrafo

**Material necesario:** Una pila de voltio y medio, unos cinco metros de conductor fino de cobre aislado, dos grandes tornillos, uno de ellos con su tuerca correspondiente y de unos cuatro centímetros de largo; cuatro clavos de dos centímetros, tres pequeños tornillos, cuatro bloques de madera de seis centímetros de largo por seis de ancho y medio de grueso, dos láminas de metal de cinco centímetros de largo por uno de ancho (el metal puede cortarse de un bote de conservas).



### Procedimiento.

Conecta los conductores y monta el aparato como se indica en la figura, cuidando de que todas las conexiones hagan un contacto perfecto. Oprime el manipulador, o sea, la lámina de metal sobre uno de los tornillos pequeños y después suéltalo.

**Observación:** Cuando pulsas el manipulador sobre el tornillo se cierra el circuito. Esto produce en el electroimán (el arrollamiento de alambre) un campo magnético que atrae a la lámina de metal que se separa del tornillo grande sobre el que está apoyada. Tan pronto como esto ocurre, el circuito se abre y el electroimán pierde su poder, por lo que la lámina metálica vuelve a apoyarse en el tornillo grande. Así se vuelve a cerrar el circuito, volviendo a actuar el electroimán que atrae nuevamente al zumbador (la lámina metálica). Como esta operación se produce muchas veces en un segundo, mientras pulsas el manipulador, la lámina vibra entre el electroimán y el tornillo, produciendo un agudo zumbido.

Si montas el circuito con conductores mucho más largos, puedes dejar el manipulador en una habitación y el resto del aparato en otra más o menos alejada, pudiendo enviar un mensaje desde la primera habitación a la segunda.

En el telégrafo eléctrico se emplea un código de señales que corresponden a las letras del alfabeto. El más utilizado es el llamado Código Internacional de Morse, que es el siguiente:

A . —	H ....	O — — —	V ... —
B — ...	I ..	P . — — .	W . — —
C — . — .	J . — — —	Q — — . —	X — . — .
D — ..	K — . —	R . — .	Y — . — —
E .	L . — ..	S ...	Z — — ..
F .. — .	M — —	T —	
G — — .	N — .	U .. —	

Este alfabeto se compone de «puntos» y «rayas». Un punto se consigue produciendo un sonido muy corto mediante una pequeña presión sobre el manipulador, de manera que apenas haga el contacto suficiente para producir el sonido. Una raya es un sonido más prolongado mediante una presión más larga del manipulador, que viene a ser tres veces mayor que la duración de un punto.

Los telegrafistas llaman al punto «ti» y a la raya «ta». Con estas dos palabras combinadas pueden representar igualmente todo el alfabeto. Así, para la A dicen ti-ta (ésta algo más larga); para la Q dicen ta-ta-ti-ta, y así sucesivamente. Puedes aprender mediante estas palabras todo el código y repetirlo para ti mismo o con otro amigo que te ayude.

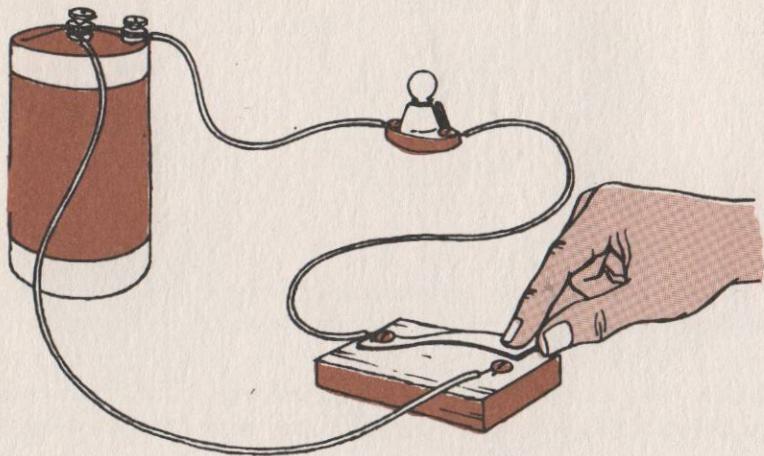
## Un telégrafo luminoso

**Material necesario:** Una pila seca de voltio y medio, una cierta cantidad de conductor de cobre fino y aislado, suficiente para realizar el montaje del aparato; una lámina de metal de seis centímetros de larga por uno de ancha, dos tornillos pequeños, un portalámparas de experiencias con una bombilla de linterna y un bloque de madera de seis centímetros de lado por uno de grueso.

## Procedimiento.

Monta todos los materiales de la manera que te indica la figura. Oprime la lámina metálica (manipulador) sobre el tornillo, dejándola libre a continuación.

*Observación:* Cuando presionas con el manipulador sobre el tornillo se cierra el circuito y la lámpara se enciende. Al dejarlo libre, el circuito se abre y la luz se apaga. Puedes emitir señales luminosas más o menos largas de acuerdo con el código del alfabeto Morse.

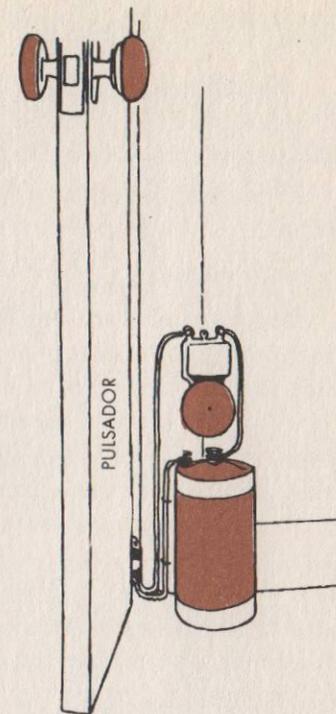


## Cómo puedes instalar un timbre en tu habitación

*Material necesario:* Un timbre, un pulsador de botón, unos cinco metros de conductor de cobre, aislado y fino; una pila de voltio y medio, una caja de horquillas de electricista, cuatro tornillos pequeños.

### Procedimiento.

La longitud de los conductores que necesitas para hacer las conexiones dependerán del lugar donde decidas colocar el pulsador, la pila seca y el timbre. Sin embargo, puedes proceder del modo siguiente: coloca la pila seca en el suelo, dentro de tu habitación y en el rincón más cercano a la puerta, en la parte donde ésta tiene sus bisagras. Conecta un conductor de 20 centímetros al polo negativo de la pila y a una de las conexiones del pulsador. En la otra



conexión de éste, coloca otro conductor de 14 centímetros. A continuación, atornillar el pulsador en el suelo, al exterior de tu habitación y cerca de la puerta. El conductor, que está unido al pulsador por un extremo, debes introducirlo ahora en la habitación por la abertura que hay entre la puerta y el marco, conectándolo a una de las conexiones del timbre. Toma otro conductor de 20 centímetros y únelo a la otra conexión de éste, y por el otro extremo al polo positivo de la pila. Atornilla el timbre a la pared en la parte interior de tu habitación y sujeta, por medio de horquillas, los conductores del modo más conveniente. Comprueba que la puerta puede abrir y cerrar sin romper ninguna conexión. Por último, sal de la habitación y pisa con el pie el pulsador.

*Observación:* El timbre, en el interior de tu habitación, sonará al cerrar el circuito por medio del pulsador.

## Construcción de una lámpara

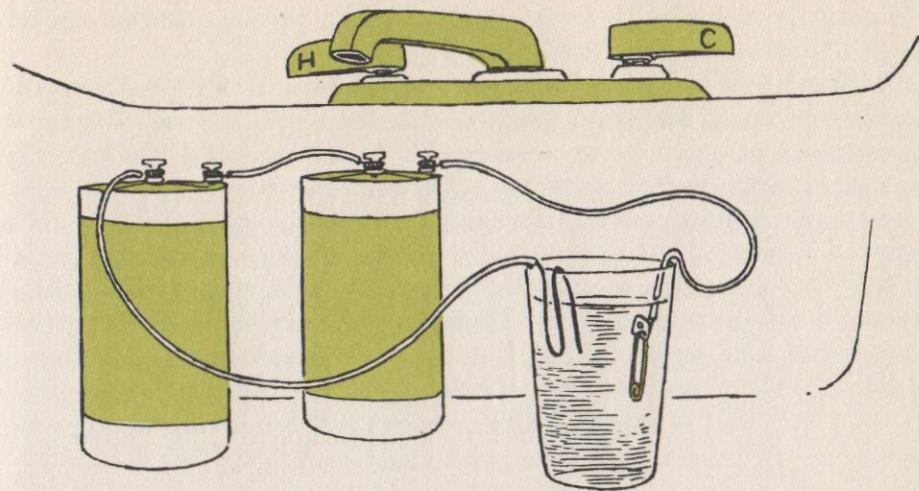
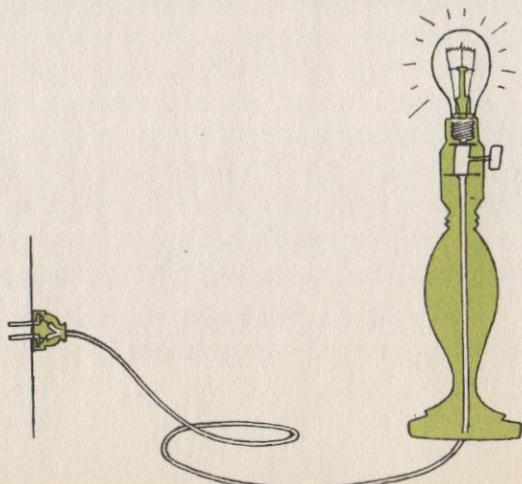
**Material necesario:** Un portalámparas corriente con su bombilla, una cantidad de conductor bifilar flexible suficiente para la instalación prevista, un enchufe con su clavija, un destornillador, una navaja y un pie de lámpara.

**Precaución:** No trabajes nunca con los conductores conectados al manantial eléctrico.

### Procedimiento.

Desmonta el portalámparas separando sus partes. Toma el flexible e introdúcelo por el orificio situado en la base del portalámparas. Separa los dos hilos del flexible, unos tres centímetros, y desnuda cada extremo centímetro y medio. En la pieza central del portalámparas encontrarás dos tornillos pequeños y a cada uno de ellos debes conectar los extremos de los hilos del flexible, dando sobre los tornillos una vuelta y media en el sentido de las agujas del reloj. Después atornilla ambos tornillos, cuidando de que queden bien apretados y procura que ninguna parte desnuda de los hilos del flexible haga contacto en ningún sitio. Ahora vuelve a montar el portalámparas y pasa el flexible a través del pie de lámpara y conéctalo a la clavija. Para ello verás que ésta tiene en su base un orificio para entrada del flexible, que después debes separar en sus dos hilos y desnudar un centímetro y medio del extremo de cada uno. Una vez hecho esto, conecta los hilos a los tornillos que habrá en el interior de la clavija, dando vuelta y media a cada uno en el sentido de las agujas del reloj. Coloca la bombilla en el portalámparas y mete la clavija en el enchufe.

**Observación:** La lámpara se enciende. Los dos hilos conductores separados por el aislante forman un circuito para que la corriente eléctrica pase a su través sin los inconvenientes que dos conductores independientes ofrecerían.



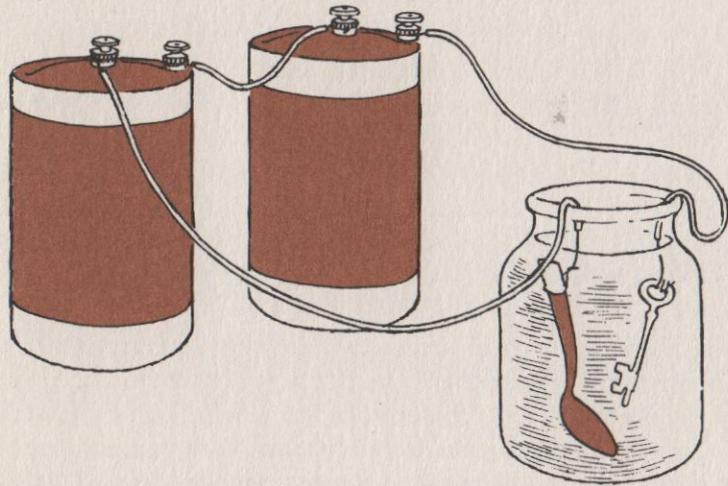
## La electrólisis

**Material necesario:** Un imperdible u otro pequeño objeto metálico, 25 gramos de sulfato de cobre (puede ser adquirido en una droguería o en almacén de productos químicos), 75 centímetros de conductor de cobre, aislado y fino; un vaso corriente lleno en sus tres cuartas partes de agua templada, una varilla de vidrio y dos pilas secas de voltio y medio cada una.

Limpia el imperdible cuidadosamente, lavándole bien con jabón, y después báñale unos segundos en alcohol. Disuelve el sulfato de cobre en el vaso de agua templada (recuerda que debes lavarlo muy bien una vez empleado). Coloca las dos pilas, una junto a otra detrás del vaso. Toma un conductor de ocho centímetros, desnuda sus extremos y conecta uno de ellos al polo negativo de la pila de la izquierda y el otro al positivo de la situada a tu derecha. Corta otro conductor de 36 centímetros de largo y únelo al polo positivo de la pila izquierda, desnudando el otro extremo en unos dos centímetros, doblándole dos veces sobre sí mismo y de manera que descansa sobre el borde del vaso y el extremo desnudo quede introducido en la disolución. El resto del conductor se conecta por un extremo al polo negativo de la pila derecha y por el otro se une al imperdible. Se introduce éste en el vaso, de manera que quede suspendido en el líquido y bien cubierto por éste. Después de unos treinta minutos o más, retira el imperdible y lávalo vigorosamente con agua y jabón.

*Observación:* El imperdible ha quedado cobreado, es decir, cubierto con una lámina delgadísima de cobre que le da el color de este metal.

La disolución de sulfato de cobre es un electrólito, que no solamente deja pasar la corriente eléctrica, sino que sus moléculas, divididas en el seno del agua en sus dos partes componentes, presentan cargas eléctricas de signos opuestos. Así el radical formado por azufre y oxígeno tiene carga negativa y el cobre presenta carga positiva. Cuando se cierra el circuito, las partículas de cobre positivas son atraídas hacia el polo negativo, ocupado en este caso por el imperdible, y se depositan sobre él. Pero, al mismo tiempo, el cobre del otro conductor pasa a la disolución, compensando las partículas del metal que se depositan sobre el polo negativo. Este proceso, muy empleado industrialmente, se llama electrólisis.



## Cómo platear una llave

*Material necesario:* Una llave, cualquier objeto de plata que no tenga valor, dos pilas secas de voltio y medio cada una, 5 gramos de nitrato de plata, un tarro de cristal de boca ancha y 75 centímetros de conductor de cobre, aislado y fino.

### Procedimiento.

Llena el tarro casi hasta el borde de agua templada y disuelve en ella el nitrato de plata. Coloca las dos pilas detrás del tarro, conectando el polo negativo de la pila izquierda al positivo de la derecha, por medio de un conductor de ocho centímetros. Une otro conductor al polo positivo de la pila izquierda, por un extremo, y por el otro átalalo al objeto de plata (una cuchara vieja, por ejemplo) después de desnudar unos dos centímetros de conductor. Conecta el otro conductor largo por un extremo al polo negativo de la pila de tu derecha y por el otro, previamente quitado el aislante, a la llave. Introduce tanto la cuchara como la llave en el tarro, de manera que queden suspendidas del borde y cubiertas por la disolución. Es muy importante que la llave y la cuchara no se toquen. Después de unos treinta minutos o algo más retira la llave.

*Observación:* La llave ha quedado brillantemente plateada.

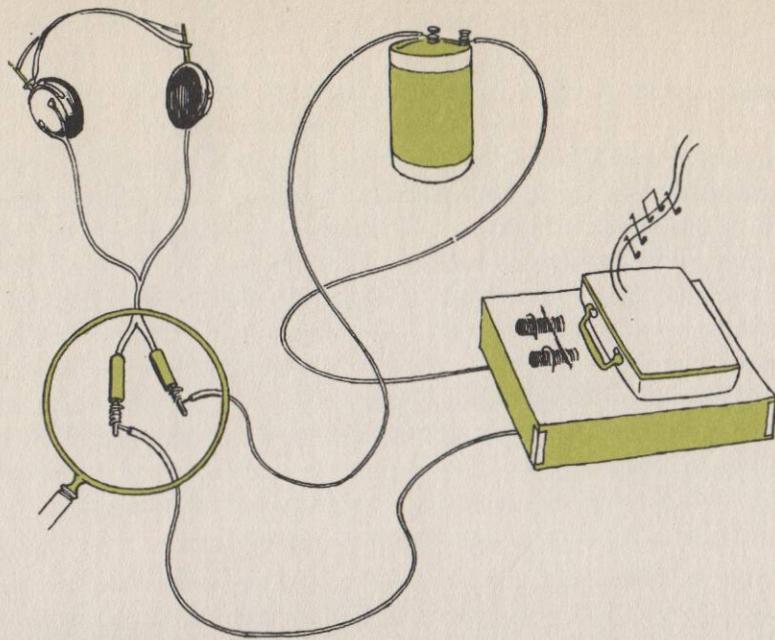
El nitrato de plata sirve como electrólito, que al disolverse queda dissociado en radicales de nitrógeno y oxígeno y moléculas de plata. Estas tienen una carga positiva y, por consiguiente, son atraídas por el polo negativo, donde está la llave, conectada al negativo de una de las pilas. La plata del otro objeto pasa entonces a la disolución, compensando la pérdida que en ella se produce en átomos de dicho metal.

## Construcción de un micrófono

*Material necesario:* Una caja de cigarros vacía, dos pilas de linterna gastadas, un lápiz de madera del número dos, una pila de voltio y medio, unos cinco metros de conductor de cobre, aislado y fino; un par de auriculares, una radio portátil o un reloj de mesa.

### Procedimiento.

Corta el conductor en dos trozos de metro y medio y uno de dos metros de longitud. Corta cuidadosamente el lápiz a lo largo, de tal manera que obtengas una mina de unos seis centímetros (también puedes comprar una mina gruesa de esa longitud). Ahora desnuda con cuidado las pilas de linterna hasta que encuentres el núcleo de carbón de cada una de ellas. Coloca la caja de cigarros (sin tapa) boca abajo y sobre ella las dos piezas de carbón obtenidas, paralelas entre sí a una distancia de unos cuatro centímetros una de otra. Prac-



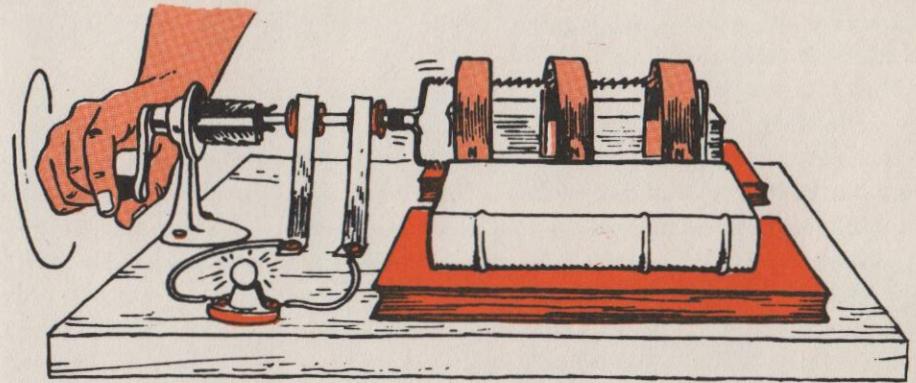
tica unos orificios en la caja, a ambos lados de cada barrita de carbón, pasando por ellos los extremos debidamente despojados de su aislamiento, de los dos primeros conductores, de manera que sujeten fuertemente los carbones sobre la caja y al mismo tiempo hagan buen contacto con ellos. Pásalos por debajo de la caja, o mejor, a través de unos orificios perforados en su pared lateral, separados unos cuatro centímetros, y conéctalos, el primero al polo negativo de la pila seca y el segundo directamente a una de las conexiones de los auriculares. Ahora toma el tercer conductor y une un extremo a la otra conexión de los auriculares y el otro al polo positivo de la pila seca. Procura que las conexiones de los auriculares queden debidamente aisladas (puedes usar un poco de cinta aislante para ello). Coloca la radio encendida con el altavoz hacia abajo sobre la caja de cigarros (también puedes poner el despertador) y, por último, deposita con cuidado sobre los carbones la barrita de grafito. Toma los auriculares y escucha.

*Observación:* A través de los auriculares escucharás los sonidos de la radio o del despertador.

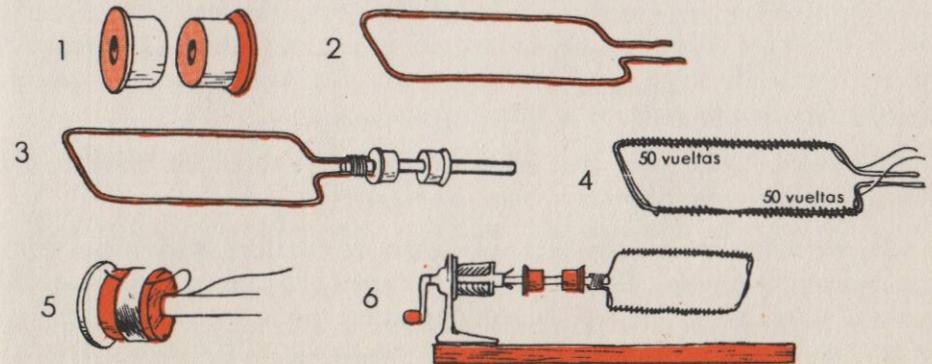
Los sonidos producidos causan una vibración en la caja, que, a su vez, se transmiten a las dos piezas de carbón y, por último, a la mina de grafito que cierra el circuito. En éste, la vibración produce rápidas y sucesivas aperturas y cierres, según los sonidos producidos y que se transmiten a su vez ampliados en volumen a los auriculares.

## Cómo puedes construir un generador eléctrico

*Material necesario:* Una percha de alambre, un lápiz nuevo, un sacapuntas manivela grande, celofán adhesivo, un carrete de hilo vacío, una sierra, un martillo pequeño, cuatro tachuelas grandes, un portalámparas de experiencias con su lámpara, cuatro tiras de cobre de ocho centímetros de largo por medio de ancho, dos tornillos pequeños, tres grandes imanes en forma U, unos nueve metros de conductor de cobre, dos libros, pequeños y del mismo tamaño; otros dos libros más gruesos y también del mismo tamaño, una tabla de madera de 20 centímetros de lado como mínimo para montar el aparato. También puedes necesitar algunos mondadientes.



Sierra el carrete por la mitad (1), introduce por los orificios de ambas mitades el lápiz nuevo, coloca una mitad en el extremo y la otra separada unos tres centímetros. Déjalo ahora aparte.



Con la percha de alambre forma un rectángulo de tal manera que los lados más cortos sean más estrechos que el espacio comprendido entre los polos de los imanes. De la parte abierta saca dos prolongaciones de cuatro centímetros cada una, separadas medio centímetro (2). Ahora une estas prolongaciones por medio de celofán adhesivo al extremo del lápiz con el carrete (3).

Dejando unos 12 centímetros de alambre libres enrolla un trozo del conductor sobre uno de los lados mayores del rectángulo, dando 50 vueltas y sin cortar el conductor, da otras 50 vueltas sobre el otro lado mayor y sujeta ambas puntas del conductor sobre el extremo del lápiz (4). Pasa ambos conductores por el orificio del primer medio carrete, desnuda el extremo del más corto y asegúralo sobre el mismo por medio de una de las láminas de cobre, que deben rodear el cilindro (4) y corta el alambre restante. Ahora pasa el otro conductor a través del agujero del segundo medio carrete y repite la operación como hiciste con el otro alambre.

Monta el sacapuntas sobre el tablero de madera de manera que la manivela quede fuera del borde. Encaja el extremo libre del lápiz (a ser posible de los que llevan una goma) en el sacapuntas y ajústalo con algunos palillos de forma que el lápiz gire al dar vueltas a la manivela (6). Une ahora las otras tiras de cobre al tablero de manera que hagan un ligero contacto sobre las que están arrolladas a los medios carretes. Conecta un alambre de la base de cada una de las tiras al portalámparas. Coloca los tres imanes con todos los polos norte orientados al mismo lado, de manera que formen una especie de túnel sobre el rectángulo de alambre arrollado. Procura que en parte alguna se produzca contacto entre los imanes y el arrollamiento, pero cuando se produzca el giro del rectángulo éste debe quedar lo más próximo posible a los polos de aquéllos, en lugar de a la parte central.

Para terminar la instalación puede ser necesario colocar los libros pequeños debajo de los polos norte y sur, respectivamente, e incluso emplear el otro par de libros grandes para que queden en la posición adecuada. Comprueba que las láminas de cobre hacen buen contacto sobre las situadas en los medios carretes. Gira la manivela del afilalápices rápidamente.

*Observación:* La lámpara se encenderá y continuará encendida mientras dure el giro de la manivela. Al pararla, la luz se apagará.

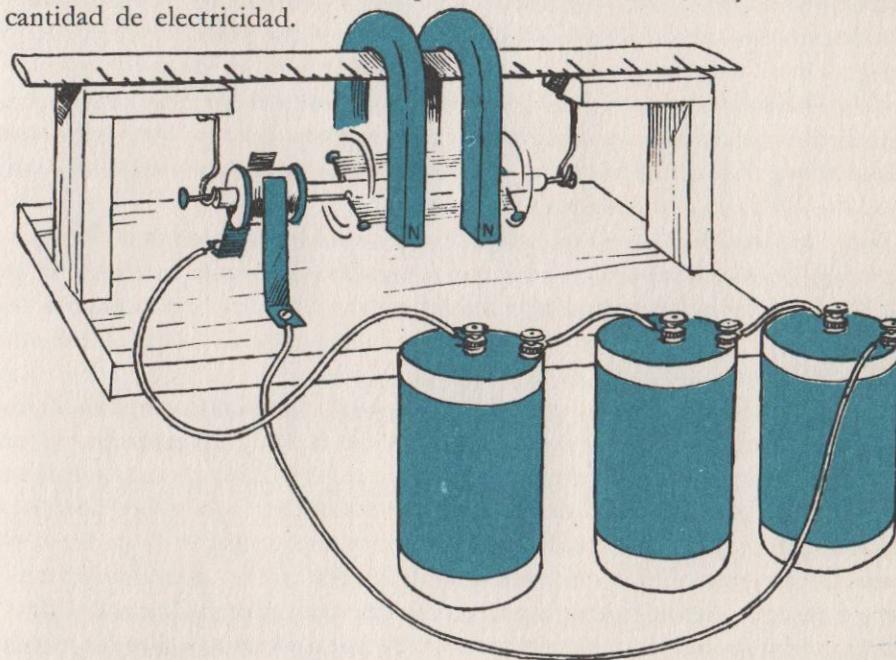
Un generador es una máquina que es capaz de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. Cuando giran en el interior de los imanes los arrollamientos eléctricos se produce intermitentemente un campo magnético que induce una corriente eléctrica alterna en el conductor. El circuito se completa

del modo siguiente: a) del arrollamiento a uno de los anillos de cobre; b) del anillo de cobre a la lámina que frota sobre él; c) por la lámina de cobre al conductor conectado al portalámparas; d) a través del filamento de la bombilla; e) por el otro conductor a la lámina de metal segunda; f) de ésta al anillo de cobre correspondiente; g) al conductor conectado al anillo, y h) al segundo arrollamiento.

La cantidad de electricidad que puedes producir con este sencillo alternador se ajusta a las siguientes reglas:

La cantidad de electricidad producida está en razón directa de la velocidad a que se produce la variación del campo magnético.

Cuanto mayor es el número de espiras del arrollamiento, mayor será también la cantidad de electricidad.



La cantidad de electricidad depende de la potencia del campo magnético de los imanes.

## Construcción de un motor eléctrico

*Material necesario:* Tres pilas secas de voltio y medio, dos grandes imanes en forma de U, 14 clavos de unos dos centímetros, dos chinchetas, dos sujetapapeles, un lápiz nuevo, dos tornillos pequeños, celofán adhesivo, un carrete,

cuatro tiras de cobre, dos de dos centímetros por tres y las otras dos de seis por uno centímetros, cinco piezas de madera, una de 20 centímetros por seis, dos de siete por seis centímetros y otras dos de seis por cuatro centímetros; una regla de 30 centímetros y unos cinco metros de conductor de cobre, aislado y fino.

### Procedimiento.

Toma nota de cómo se monta el aparato según el dibujo correspondiente. Las maderas deben ser clavadas como se indica. Clava un clavo perpendicularmente a cada extremo del lápiz, procurando no se rompa. Con los sujetapapeles forma una especie de número cinco, de manera que sirven como un soporte para los clavos de los extremos del lápiz y que permitan el rápido giro de éste.

A continuación, con cuidado para que la madera del lápiz no se abra, clava sendos clavos a cada lado del lápiz y a dos centímetros de uno de sus extremos. Coloca otro par de clavos a cuatro centímetros de los anteriores, debiendo quedar colocados todos en el mismo plano.

Sitúa las tres pilas secas en una hilera, una junto a las otras. Con un conductor de ocho centímetros, une el polo negativo de la pila izquierda al positivo de la central y con otro conductor del mismo tamaño conecta el polo negativo de ésta al positivo de la pila situada a la derecha. Corta dos conductores de 24 centímetros cada uno.

Con el conductor restante y dejando libre unos seis centímetros da 30 vueltas sobre los clavos de uno de los costados del lápiz, y sin cortarlo, da otras 30 vueltas sobre los clavos opuestos, dejando otro final libre de seis centímetros, pero hacia el lado contrario del primero. Introduce el lápiz ahora por el agujero del carrete hasta que quede situado a unos tres centímetros de los clavos. Toma los extremos libres del conductor y llévalos sobre el carrete de manera que sin tocarse queden sujetos a ambos extremos del mismo. Corta dos tiras de cobre y rodea fuertemente el carrete haciendo buen contacto sobre los extremos de los conductores. Estas piezas de cobre deben estar separadas por un centímetro para evitar cualquier contacto accidental. Las tiras de cobre se sujetan con celofán adhesivo, pero dejando desnuda una parte de un centímetro para hacer el contacto.

Efectuado todo lo anterior, monta el lápiz sobre los ganchos correspondientes a sus extremos. Toma las otras dos tiras de cobre y atorníllalas sobre la madera por un extremo y colocándolas de modo que por el otro se apoyen y puedan frotar sobre las láminas de cobre del carrete. Conecta un conductor de los

cortados antes al tornillo de una de las tiras de cobre y por el otro extremo al polo positivo de la pila de tu izquierda. El otro conductor únelo por un extremo al otro tornillo y por el opuesto al polo negativo de la pila de la derecha.

Toma la regla y móntala sobre las piezas de madera a modo de puente (observa la figura). Sobre ella coloca los imanes, uno junto al otro, aunque sin rozarse y de forma que los polos norte estén al mismo lado y los polos sur al opuesto. Los imanes deben estar colocados en tal posición que los arrollamientos del lápiz queden entre sus polos.

*Observación:* El lápiz comienza a girar sobre su soporte.

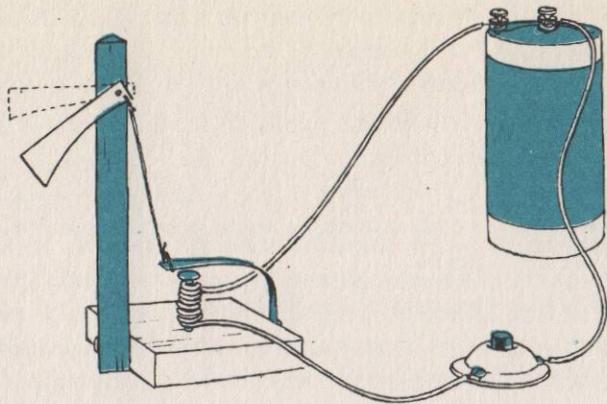
Un motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica que recibe en energía mecánica. La corriente procede de las pilas, pasa por un conductor a una de las tiras de cobre (escobillas); ésta, por el frotamiento, lo transmite al carrete cubierto del mismo metal (conmutador), por el conductor unido al arrollamiento penetra en éste y después en el otro, situado al lado opuesto del lápiz (inducido), regresa nuevamente a la otra lámina del conmutador y por la escobilla opuesta al conductor que con las pilas cierra el circuito.

La corriente pasando a través de los arrollamientos del inducido produce en éste un campo magnético del mismo signo que el de los imanes que le rodean. Entonces es repelido poniéndose en movimiento, pero como los arrollamientos lo están en sentido contrario, el campo magnético que producen al paso de la corriente siempre será de signo opuesto al de los imanes, por lo que el inductor no deja de ser repelido, girando velozmente en el interior de los imanes (inductor).

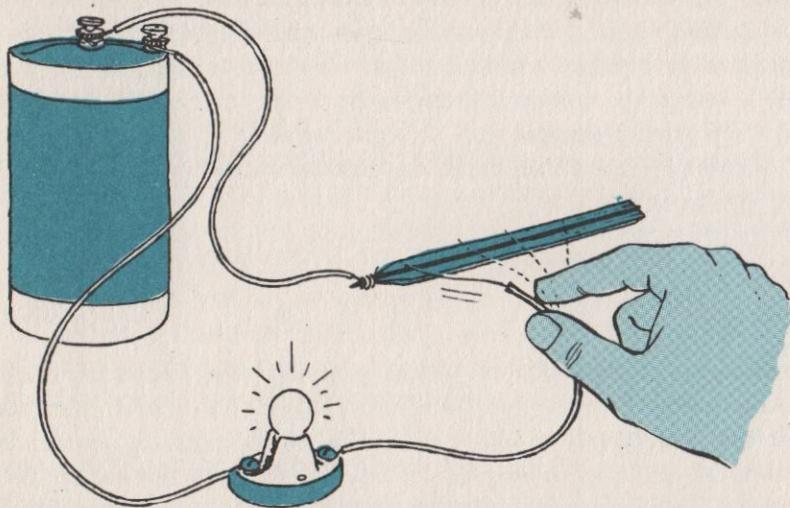
## Señales ferroviarias

*Material necesario:* Una pila de voltio y medio, una varilla de madera de unos 16 centímetros de longitud, 12 centímetros de hilo fuerte, un trozo de madera de seis centímetros de largo, cuatro de ancho y dos de grueso; un pulsador, una pieza de cartulina de tres centímetros de larga por medio de ancha tres clavos de dos centímetros y uno de tres centímetros, un metro de conductor de cobre, aislado y fino; una tira de metal de ocho centímetros de largo por medio de ancho (puedes cortarlo de un bote de conservas).

Realiza la instalación de acuerdo con la correspondiente figura. Usando tu imaginación puedes sustituir los materiales descritos para hacer la señal por otros más atractivos. Una vez hecho el montaje pulsa el botón.



*Observación:* Cuando oprimes el pulsador, el electroimán construido atrae a la lámina metálica, tirando del hilo y elevando la señal. Cuando retiras el dedo del botón, el campo magnético cesa y la señal cae al no ser atraída la tira de metal.



## El reostato

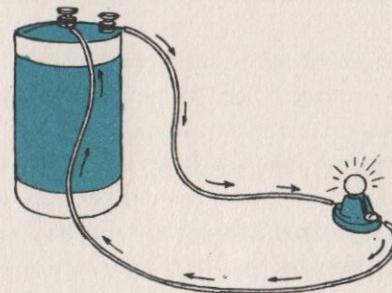
*Material necesario:* Una pila de voltio y medio, un lápiz del número dos, un portalámparas de experiencias con su lámpara, unos 80 centímetros de conductor de cobre.

## Procedimiento.

Sigue las instrucciones del grabado para realizar la instalación. Coge el conductor libre por la parte cubierta con el aislamiento y toca con él la mina del lápiz por diversos lugares.

*Observación:* Cuando mueves el alambre la luz producida es más o menos brillante. Se produce mayor luminosidad al tocar la mina en la parte más próxima a la conexión con el conductor, disminuyendo según vas alejando el contacto a lo largo del lápiz.

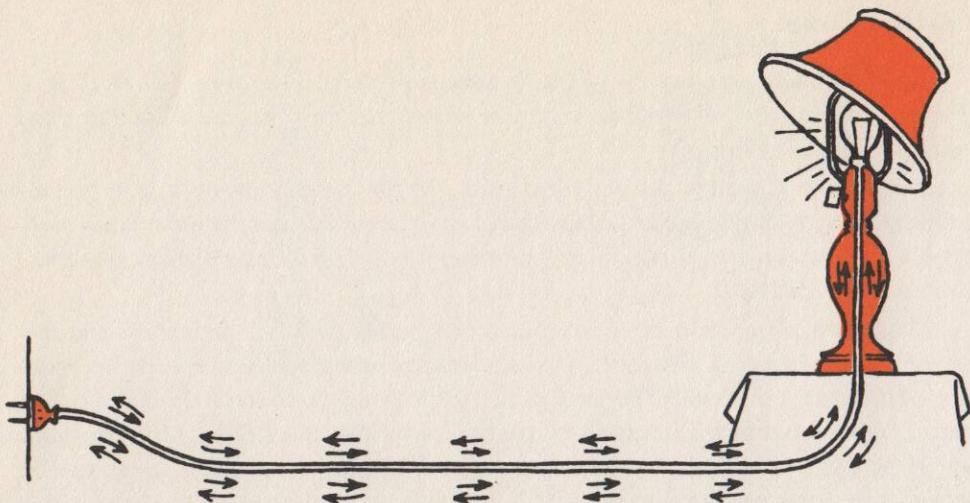
El aparato construido es un reostato que puede producir una mayor o menor iluminación de la lámpara, según la mayor cantidad de corriente eléctrica que deja pasar a su través. El grafito del lápiz es un conductor de la corriente, pero ofrece bastante resistencia a su paso. Cuanta mayor es la longitud de mina que tiene que atravesar la corriente, mayor será la resistencia y, por consiguiente, será menor la intensidad luminosa de la bombilla. Al trasladar el conductor libre sobre el lápiz se aumenta más o menos la resistencia eléctrica del circuito, siendo mayor o menor la cantidad de corriente que lo atraviesa y que se traduce en una variación de la luminosidad de la lámpara. Estos aparatos se emplean para modificar el volumen de sonido en los aparatos de radio y televisión, así como para producir efectos especiales de luz en los teatros.



## Las clases de electricidad

Hay dos clases de corriente eléctrica, la corriente continua y la corriente alterna.

La primera siempre camina en el mismo sentido y fue la primera clase de corriente eléctrica que fue empleada, estando actualmente algo en desuso porque pierde una buena parte de su energía cuando es transportada a grandes dis-



tancias. Es empleada, sin embargo, en las linternas, los automóviles y otros circuitos semejantes que son alimentados por pilas o baterías. También debe ser empleada en los procesos electrolíticos, en los cuales la corriente eléctrica debe fluir en la misma dirección para que los objetos puedan ser recubiertos del metal correspondiente.

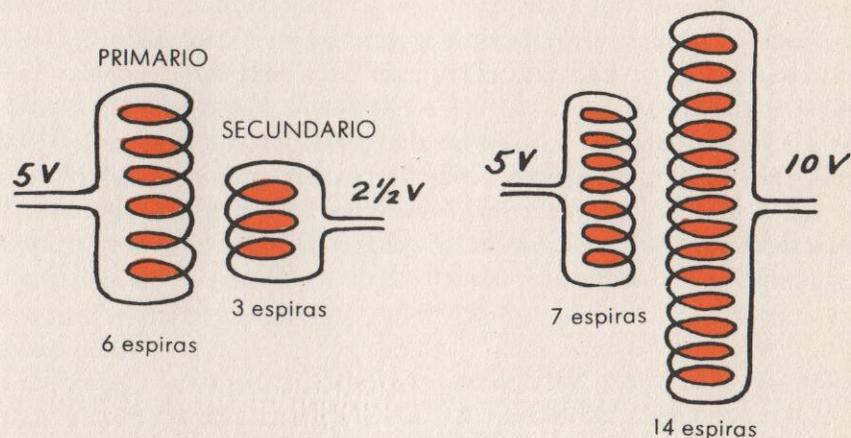
La corriente alterna se llama así porque cambia su sentido en el circuito alternativamente, corriendo primero en un sentido e inmediatamente después en el opuesto. Este cambio de sentido se llama ciclo y se produce muchas veces en un segundo. Es la corriente más usada actualmente porque puede ser transportada a grandes distancias sin pérdidas sustanciales de energía. Para hacer esto, la corriente debe ser incrementada en su tensión y después disminuida para utilizarla en los diversos empleos que hoy tiene. Para conseguirlo se emplean unos aparatos llamados transformadores.

## ¿Qué es un transformador?

Un transformador es un aparato que sirve para elevar o reducir el voltaje de la corriente eléctrica en un circuito. Consiste en dos conductores arrollados y próximos el uno al otro, estando uno de ellos unido al generador de corriente alterna. Este conductor se llama primario y el otro, que se conecta al receptor de corriente, se denomina secundario.

La corriente eléctrica circula procedente del generador a través del primario e induce una corriente en el secundario sin que necesiten estar en contacto. Si la espiras del secundario son más numerosas que las del primario, la tensión se eleva en aquél en razón directa del número de espiras. A doble número de espiras, doble voltaje, tres veces más espiras triplican la tensión y así sucesivamente. Si por el contrario hay menor número de espiras en el secundario, el voltaje disminuye en idéntica proporción.

Los transformadores pueden tener el núcleo de aire entre el primario y el secundario, pero generalmente lo tienen de hierro, que es más eficaz para realizar las variaciones de tensión entre los arrollamientos.

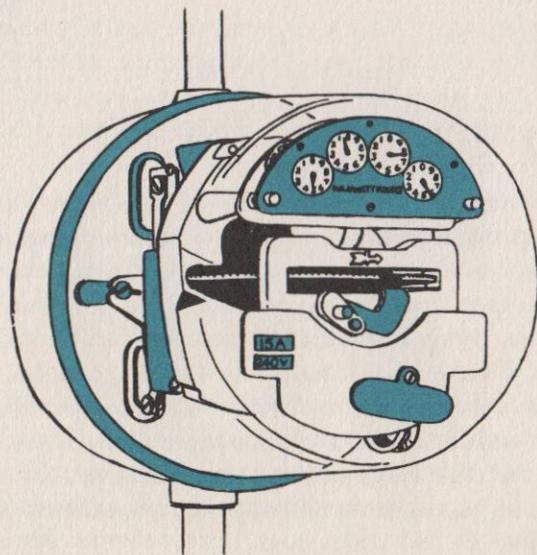


## Contadores eléctricos

La corriente eléctrica se mide en amperios, La tensión eléctrica se mide en voltios. Para determinar la potencia a que la corriente es suministrada se multiplica la intensidad (amperios) por la tensión (voltios) y el resultado es una nueva unidad denominada vatio. La cantidad de electricidad que circula por un conductor durante una hora, con la intensidad de un amperio y la tensión de un voltio, se llama vatio-hora. Una unidad de esta clase es muy pequeña. Así, por ejemplo, una lámpara eléctrica de regular potencia consume 100 vatios-hora; una radio pequeña 25 y una nevera eléctrica alrededor de 600. El gasto medio de una familia supone varios millares de vatios-hora diarios, por lo que las compañías que suministran la energía eléctrica miden el consumo realizado en kilovatios-hora, que equivale cada uno a 1.000 vatios-hora.

Ahora observa el contador que mide la cantidad de electricidad consumida en tu casa. Está situado generalmente a la entrada de la línea que trae la corriente eléctrica a tu domicilio y se parece más o menos al dibujo adjunto.

El contador lleva un pequeño motor que se pone en marcha, a mayor o menor velocidad, por la acción de la corriente eléctrica consumida en tu casa. El motor lleva un disco de aluminio que gira en un lugar detrás de los indicadores. El disco, por consiguiente, gira a mayor velocidad cuando se consume mayor cantidad de energía y se para cuando no se consume nada. El consumo es registrado en los indicadores. En otros tipos de contadores eléctricos no hay este tipo de indicadores, sino una especie de ventana, protegida por un cristal, en cuyo interior hay unos discos unidos unos a otros y que tienen unos números grabados en su borde. Tales discos van indicando el consumo en kilovatios-hora. El primero de la derecha expresa las fracciones decimales del 1 al 9. Cuando se consume un kilovatio, el segundo disco de la derecha marca el número 1, mientras el anterior marca un 0. Este comienza a marcar nuevamente hasta llegar a 9 y pasa después a 0, mientras el segundo disco marca un 2. Al llegar el segundo disco a 9 y el primero también a 9 entra en funcionamiento el tercer disco de la derecha, marcando un 1 mientras los anteriores quedan a 0. Así sucesivamente se van poniendo en marcha los discos sucesivos, siguiendo el orden decimal de las distintas unidades.



La electrónica trata del movimiento de electrones libres, especialmente a través del vacío, de gases o de los llamados semiconductores, que son sustancias que conducen la corriente eléctrica mejor que los dieléctricos, pero menos que los conductores.

Una de las primeras experiencias tuvo lugar en 1883, cuando Thomas Edison, estudiando algunas deficiencias en el funcionamiento del filamento de su recién descubierta lámpara de incandescencia, tuvo la idea de introducir en la ampolla de vidrio una pequeña placa metálica conectada a una batería eléctrica. Al encenderse la lámpara, encontró que se producía un flujo de electrones desde el filamento a la placa, aunque no existía ningún conductor entre ambos. Edison no continuó el estudio de tal fenómeno, que más tarde ha sido denominado «efecto Edison»; pero poco tiempo después del principio de este siglo, otros científicos comenzaron a realizar estudios y experimentos para ampliar sus conocimientos sobre el efecto Edison y sus posibles aplicaciones. Entre ellos hay que recordar los nombres de un inglés Sir John Fleming, y de un americano, Lee de Forest.

Posteriormente se han realizado extraordinarios progresos en el campo de la electrónica, pero la mayor parte de los expertos están de acuerdo en afirmar que solamente nos encontramos al principio de su conocimiento y explotación de sus posibilidades.



## Cómo puedes hacer lucir una lámpara-fluorescente desconectada

*Material necesario:* Un tubo fluorescente y un trozo de tejido de lana de buena calidad.

### Procedimiento.

En el interior de una habitación oscura frota el tubo fluorescente con el tejido de lana.

*Precaución:* Cuida de que al frotar con el tejido no se rompa el tubo fluorescente, porque en su interior lleva una sustancia química adherida a las paredes que puede ser nociva.

*Observación:* Cuando frota el tubo, éste se hace luminoso en la parte tocada por el tejido de lana.

Al frotar el tubo se arrancan algunos electrones del vidrio, que, como ya sabes, quedará cargado positivamente y este desequilibrio producido hace que algunos electrones pasen del interior del tubo hacia el vidrio.

Una lámpara fluorescente es un largo tubo de vidrio impregnado en su interior por una sustancia fosforescente. En cada extremo del tubo hay unos discos de metal que son los electrodos, entre los cuales se produce una corriente eléctrica cuando la lámpara forma parte de un circuito eléctrico cerrado. El interior del tubo está lleno de vapor de mercurio. Cuando la corriente eléctrica pasa por el tubo, los electrones son puestos en movimiento y lanzados velozmente en su interior, penetrando en los átomos de mercurio, que emiten una radiación invisible, conocida por rayos ultravioleta. Esta radiación es la que produce la luminosidad de la capa fluorescente que reviste el tubo en su interior.

## Cómo funciona un tubo electrónico

*Material necesario:* Una válvula de radio fundida, un martillo pequeño, un diamante para cortar cristal, una bolsita de papel. Si la válvula fundida es de metal hay que emplear una sierra en lugar del diamante.

### Procedimiento.

Con el diamante practica una raya en el cristal del tubo electrónico, en la parte en que el vidrio se une a la base metálica. Después, sujetándolo por la base, introdúcelo en la bolsita de papel y golpea suavemente con el martillo hasta quitar todo el cristal, procurando no deteriorar la parte interior de la válvula. Examina detenidamente esta parte.

*Observación:* Cuando el cristal se rompe se produce una pequeña explosión. Después, al examinar el interior, encontrarás que existen uno o más circuitos que se extienden desde las clavijas de la base del tubo.

En el más sencillo tipo de válvula o tubo electrónico hay un filamento central que es el electrodo negativo o cátodo. Cuando la corriente circula en su interior se calienta y emite electrones. Existe también una plaquita metálica en la parte externa de la ampolla de vidrio y que es el polo positivo o ánodo, que tiene la propiedad de atraer a los electrones emitidos por el filamento. También suele haber entre el filamento y la placa una especie de malla metálica llamada rejilla y que tiene por misión regular el flujo de electrones que llegan a la placa.

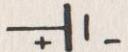
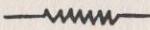
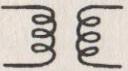
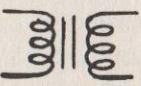
Para evitar que el filamento se queme al combinarse en caliente con el oxígeno del aire se hace el vacío en el interior del tubo, que por eso es llamado muchas veces tubo de vacío. Precisamente la pequeña explosión que tú oyes al romper el cristal se debe a la entrada brusca del aire en su interior.

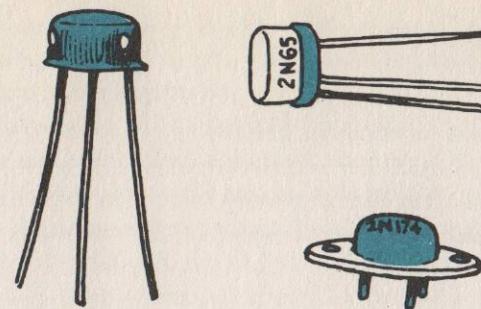
El tubo electrónico, compuesto únicamente por un ánodo y un cátodo, se llama díodo. Cuando, además, tiene intercalada una rejilla, recibe el nombre de tríodo. Puede haber, además, dos rejillas, y entonces el tubo se llama tetrodo, y cuando tiene tres rejillas es denominado pentodo. También existen tubos electrónicos con dos díodos y dos cátodos, que reciben el nombre de duodíodos.

Los tubos electrónicos son designados de acuerdo con las funciones que realizan, y que son muy variadas. Así entre las distintas clases de tubos que existen están los osciladores, que producen las ondas de la radio; los moduladores, que transforman las anteriores ondas en sonidos; los amplificadores, que incrementan la corriente de tal manera que amplifican el sonido, y los detectores, que seleccionan las distintas ondas de la radio para hacerlas audibles.

## Algunos símbolos empleados en electrónica

Los diagramas de los aparatos electrónicos se denominan esquemas. Estos serían extraordinariamente complicados de interpretar si no existiera una especie de código, formado por unos símbolos que se refieren a cada uno de los distintos aparatos que forman el esquema. A continuación se expresan algunos de los más usuales y que son de gran utilidad a los principiantes.

	interruptor de cuchillo		diodo de cristal
	pila o batería		fusible
	dos baterías		conductores conectados
	lámpara		conductores no conectados
	antena		auriculares
	toma de tierra		resistencia
	transformador (aire como núcleo)		condensador fijo
	transformador (núcleo de hierro)		condensador variable
	diodo metálico		triodo
			tetrodo



La razón para que ciertos materiales sean buenos conductores es que los electrones más alejados de sus núcleos atómicos pueden perderse con facilidad. Por consiguiente, tales electrones pueden moverse libremente. Cuando son sometidos a una cierta diferencia de potencial, muchos de ellos se ponen en movimiento en una dirección determinada. En las sustancias no conductoras o aislantes, los electrones de sus átomos componentes son retenidos fuertemente, incluso cuando son sometidos a elevados voltajes.

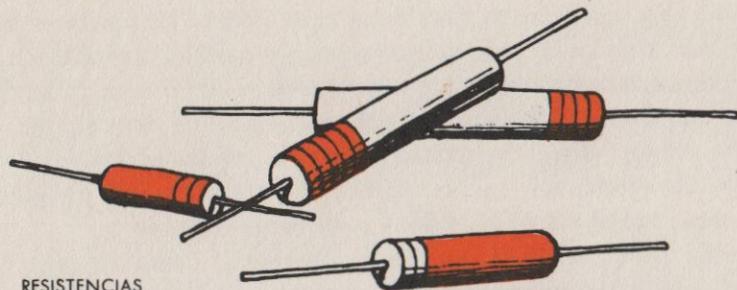
En ciertos materiales llamados semiconductores, como el selenio, el germanio y el silicio, los electrones son retenidos con menos fuerza que en los aisladores, pero no están tan libres como en los conductores. En ciertas condiciones, los electrones de tales sustancias se liberan por sí mismos y se trasladan como pequeñas cargas negativas. Cuando un átomo o grupo de átomos combinados pierden o ganan uno o más electrones se transforman en un ión. Los iones tienen una determinada carga eléctrica que puede ser positiva cuando se haya producido pérdida de electrones, o negativa cuando se hayan ganado electrones. Los iones que producen los semiconductores también se mueven.

Los científicos pueden incrementar el unidireccional movimiento de los electrones o los iones de los semiconductores haciéndoles de tal manera mejores conductores y más útiles como componentes electrónicos. Para lograrlo se añade una pequeña cantidad de ciertas sustancias a cada cristal del semiconductor (1). Cuando la sustancia adicionada es capaz de suministrar electrones al

(1) Los cristales son poliedros de caras lisas que forman ciertas sustancias sólidas como consecuencia de la disposición estructural de sus elementos integrantes, átomos, iones o moléculas.

cristal se llama n-tipo. Si por el contrario, la sustancia tiene déficit de electrones y, por consiguiente, sustrae electrones del cristal ionizándolo positivamente se trata de un p-tipo. El arsénico es muy frecuentemente empleado para añadirlo a los cristales n-tipo y el galio para obtener los cristales p-tipo. Ambos pueden ser empleados independientemente o unidos en los circuitos electrónicos. Cuando se usan combinados se colocan dos de una clase y en medio uno de la otra clase (por ejemplo: npn o pnp), recibiendo entonces el nombre de transistores.

Los transistores pueden realizar en un circuito electrónico la misma función que las válvulas o tubos de vacío. Entre sus ventajas están el que producen menor cantidad de calor, que tienen una mayor duración en servicio y lo que es más importante, que ocupan un espacio mucho más pequeño que los tubos electrónicos. Esto ha permitido la construcción de los pequeños aparatos de radio portátiles y los cerebros electrónicos.



RESISTENCIAS

## La resistencia

La mayoría de los componentes de un circuito electrónico, incluidos los conductores, ofrecen mayor o menor dificultad al paso de la corriente. Esta dificultad se llama resistencia y como consecuencia de ella la corriente eléctrica del circuito disminuye en la misma proporción que aumenta la resistencia que ofrecen los elementos intercalados. Esto es un grave inconveniente, pero, en ocasiones, hay que aumentar la resistencia del circuito para evitar que pueda ser dañado por un aumento inesperado de la corriente que por él circula. Entonces se intercalan resistencias especiales, formadas generalmente por un conductor arrollado en espiral y construido de un material que ofrece gran dificultad al paso de la corriente eléctrica y resiste la consiguiente elevación de temperatura. Entre estos materiales es muy utilizado el nícrón.

La resistencia de un circuito se mide por medio de una unidad llamada ohmio, que se simboliza mediante la letra griega  $\Omega$ , que es la omega mayúscula. Algunas veces se debe emplear una unidad especial, que es un múltiplo del ohmio, denominado megohmio y que corresponde a un millón de ohmios. La resistencia puede ir dentro de una especie de cápsula en cuyos extremos están pintadas unas bandas de diversos colores que indican la resistencia total medida en ohmios. Estas resistencias, especialmente preparadas, se llaman en América «resistors».



CONDENSADORES

## Los condensadores

Un condensador es un aparato que tiene la propiedad de almacenar cargas eléctricas. Consiste fundamentalmente en dos placas metálicas conductoras, separadas por un aislante o dieléctrico, que puede ser el aire, la mica, el papel o un cierto tipo de aceite. Los condensadores almacenan las cargas eléctricas en el dieléctrico y la menor o mayor cantidad de electricidad que pueden contener se denomina capacidad del condensador, que se mide en una unidad especial llamada faradio, cuyo símbolo es f. Normalmente, la capacidad requerida en un circuito se mide en millonésimas de faradios, e incluso por millonésimas de millonésimas de faradios. Un microfaradio equivale a una millonésima de faradio y se representa por mf, y un micromicrofaradio corresponde a una millonésima del anterior, representándose por mmf.

Pueden existir condensadores variables que pueden cambiar su capacidad de acuerdo con las necesidades del circuito. Uno de los más frecuentemente empleados sirve para seleccionar las frecuencias que se desean recibir en los aparatos de radio. Hay otros condensadores que mantienen fija su capacidad y que, por tanto, se denominan condensadores fijos.

## Ondas electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas son una forma de energía que se manifiesta en forma ondulatoria por la acción de partículas subatómicas (ver pág. 86). Estas ondas son llamadas transversales porque vibran en planos perpendiculares a la dirección en que se transmiten. La distancia que existe entre la cresta de una onda y la de otra onda próxima se conoce como longitud de onda y puede variar en tamaño extraordinariamente dentro de lo que se llama espectro electromagnético. Todas las ondas electromagnéticas, independientemente de su longitud de onda, se transmiten a la misma velocidad, que es en el vacío muy próxima a los 300.000 kilómetros por segundo. Por último, se llama frecuencia al número de ondas que se producen por segundo y que está en relación con su longitud, de tal manera que las ondas más cortas tienen una mayor frecuencia y viceversa.

Aproximadamente, la parte central del espectro electromagnético corresponde a un grupo de ondas que pueden ser visibles al ojo humano: son las ondas luminosas. A un lado y otro de tales ondas, el espectro presenta otras que son demasiado largas o demasiado cortas para impresionar nuestra retina y que, por lo tanto, son invisibles. Entre las radiaciones más cortas se encuentran los rayos ultravioletas, los rayos X, los rayos beta, rayos gamma y rayos cósmicos. Son radiaciones que tienen un gran poder de penetración a través de sustancias sólidas y son peligrosos para los seres vivos.

Por el otro lado del espectro se encuentran ondas de creciente longitud y entre las cuales se encuentran los rayos infrarrojos y las de la televisión y radio. No tienen poder de penetración sobre los materiales sólidos y solamente son nocivas cuando irradian determinados órganos del cuerpo humano, como el cerebro.

La cantidad de radiación electromagnética que pueden producir las partículas subatómicas varía con el nivel de energía al que se encuentran. A un alto nivel de energía corresponde una mayor cantidad de radiación. El sol y las estrellas son manantiales extraordinarios de energía. El primero produce todo el calor y la luz que recibe la Tierra, en cantidades fantásticas, y en mayor o menor cantidad el resto de los planetas del sistema solar. En los materiales conductores de la electricidad, las partículas subatómicas poseen un nivel de energía suficiente para producir una cierta cantidad de radiaciones electromagnéticas, por lo que cualquier tipo de ondas, entre ellas las de la radio, pueden ser producidas por medio de la electricidad. Las ondas de la radio, debido a su

gran longitud de onda, viajan por el aire a grandes distancias, permitiendo transmitir el sonido en todas direcciones. Para hacer posible la radiodifusión, a cada estación emisora se le asigna una determinada frecuencia y de esta manera son recogidas separadamente en los receptores.

## La radiotelefonía o radiodifusión

El principio fundamental de la radiotelefonía es que el sonido es convertido en una serie de impulsos eléctricos en la estación emisora y después enviados al exterior mediante ondas electromagnéticas de distinta longitud de onda. Estas son recibidas en el receptor, que a su vez reconvierte dichas ondas en sonidos.

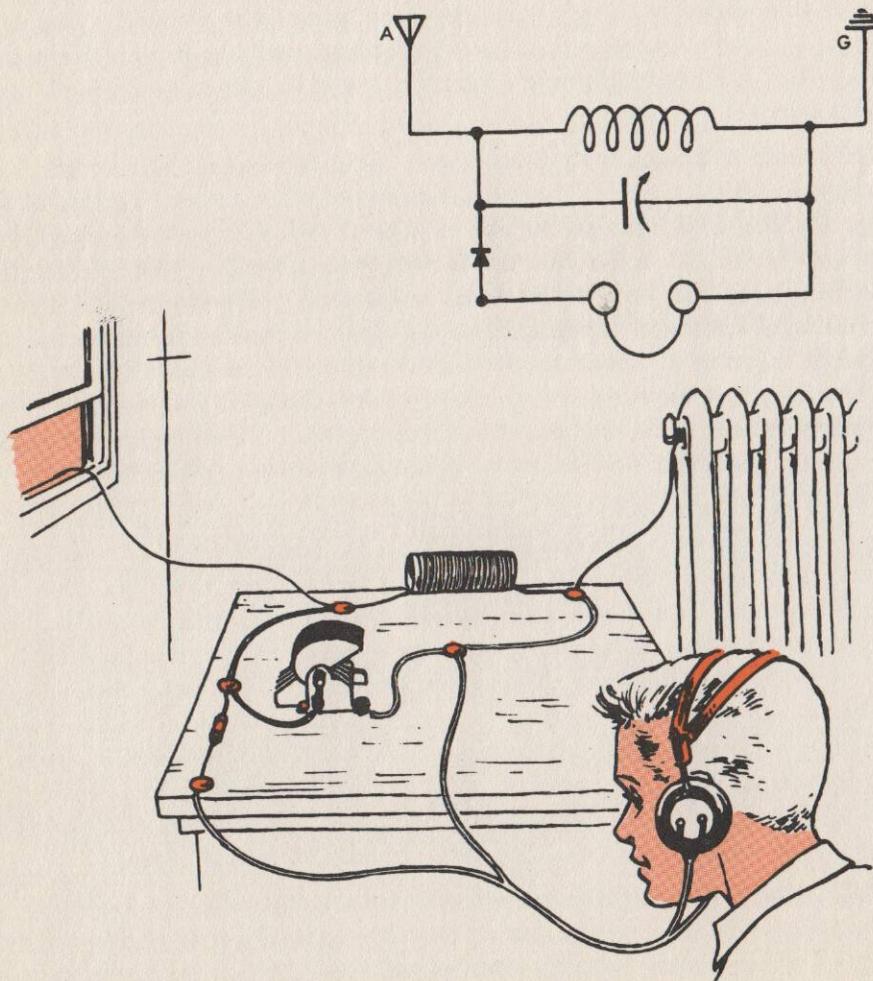
El sonido es producido por fricciones que hacen vibrar el aire. Así, la voz humana se produce por el choque del aire contra las cuerdas vocales en la laringe. Las perturbaciones producidas en el aire por los distintos sonidos se transmiten en forma de ondas que no son electromagnéticas, sino mecánicas. Se diferencian, además, en que las ondas sonoras no son transversales, como las electromagnéticas, sino longitudinales, es decir, vibran en la misma dirección en que se transmiten. Las ondas sonoras se transmiten en el aire a una velocidad próxima a los 340 metros por segundo y pueden variar en longitud y frecuencia, pudiendo existir ondas de tan elevada cantidad de vibraciones por segundo que no son percibidas por el oído humano y reciben el nombre de ultrasonidos.

En la estación emisora de radiotelefonía, los sonidos son amplificados por el micrófono y combinados con las ondas que los transportan. Las ondas sonoras causan en las electromagnéticas una serie de ligeras perturbaciones cuyo resultado es lo que se llama modulación. Cuando las perturbaciones del sonido afectan a la frecuencia de las ondas electromagnéticas transportadoras se produce la frecuencia modulada, conocida abreviadamente por FM. Se dice entonces que la emisora es de frecuencia modulada. Si las modificaciones que el sonido produce en las ondas electromagnéticas afectan a la distancia que hay entre la cresta y la base de éstas, es decir, a la amplitud, la emisora es del tipo llamado amplitud modulada, abreviadamente conocida por AM. Una vez producida la modulación de las ondas son emitidas por la estación de radiodifusión al espacio.

La antena del receptor capta las ondas electromagnéticas moduladas, que pasan a través de un circuito que invierte su efecto al llegar al altavoz, de tal manera que las ondas electromagnéticas pasan a través de un electroimán que

produce atracciones y repulsiones sobre una membrana metálica. Estas perturbaciones son ya mecánicas y pueden hacer vibrar el aire circundante, por lo que ya son sonidos que recoge el oído humano y que son idénticos a aquellos que fueron recibidos en el micrófono de la estación emisora.

Tal es, muy simplificado, un esquema del proceso de la radiotelefonía, que actualmente comprende una numerosa serie de operaciones complicadas en la emisión y recepción que ya quedan fuera del alcance de este libro.



## Construcción de un receptor de radio

*Material necesario:* Unos 25 metros de un conductor muy fino y debidamente aislado, un condensador variable de unos 350 micromicrofaradios (puede adquirirse en los establecimientos de material radioeléctrico), un par de auriculares electromagnéticos, un cristal de germanio del tipo IN34, un tubo de cartón de unos 20 centímetros de largo por seis de diámetro y un tablero de madera suficientemente grande para montar todo el aparato.

### Procedimiento.

Dispón todo el material en la forma que se indica en el dibujo adjunto. A continuación colócate los auriculares y gira el mando del condensador.

*Observación:* Con el aparato recogerán varias emisoras de radio.

La antena y el arrollamiento del conductor captan las ondas de las emisoras. El condensador ajusta la frecuencia y de esta manera puedes seleccionar las distintas emisoras que pueden recibirse. El cristal de germanio sirve como detector, permitiendo que las diferentes frecuencias de las ondas electromagnéticas recibidas puedan llegar a los auriculares en forma de impulsos eléctricos más o menos fuertes. El mecanismo interior de éstos transforma finalmente los impulsos eléctricos en energía mecánica, que determina ondas sonoras percibidas por tus oídos en forma de voces, música u otros sonidos.

# ENERGIA NUCLEAR

La energía nuclear es producida cuando los átomos de un determinado elemento se transforman en otros distintos, dando lugar a un elemento diferente del primero.

Un átomo es la más pequeña partícula que conserva las propiedades del elemento de que forma parte. Son tan pequeños los átomos que se necesitan billones de ellos para obtener una cantidad de materia del tamaño de una cabeza de alfiler. Pero a pesar de su pequeño tamaño, su estructura es muy complicada y están formados por otras partículas, al parecer ya indivisibles, de las cuales las más importantes son los protones, neutrones y electrones.

Los protones son partículas cargadas eléctricamente y de signo positivo. Se encuentran reunidas en una especie de pequeño paquete, en el cual existen también otras partículas de masa semejantes a la de los protones, pero sin carga eléctrica, por lo que son llamados neutrones. Este paquete está situado en la zona central del átomo y se conoce por el nombre de núcleo.

Los electrones son partículas más diminutas que las anteriores, pero que presentan una carga igual, mas de signo contrario a la de los protones. Se encuentran en el átomo girando rápidamente alrededor del núcleo y constituyendo la llamada corteza.

Normalmente, un átomo contiene el mismo número de protones y electrones, de tal manera que las cargas positivas y negativas de ambos tipos de partículas quedan equilibradas y el átomo es prácticamente neutro. Cuando en un átomo se produce una pérdida o ganancia de electrones, ya no se produce el equilibrio de las cargas eléctricas del núcleo y la corteza, transformándose el átomo en un ión, que ya no es eléctricamente neutro, sino que presenta una carga positiva o negativa.

La clase de elemento del cual un determinado tipo de átomo forma parte depende del número de protones que existen en su núcleo. Cuando este número cambia, el átomo se transforma en el de otro elemento distinto. Todos los átomos de un elemento están formados por el mismo número de protones contenidos en el núcleo, pero en muchos casos dichos átomos presentan un número diferente de neutrones acompañando a los protones. Los diversos tipos de átomos que así se producen, en un mismo elemento, son llamados isótopos. Por ejemplo, la mayor parte de los átomos del hidrógeno están formados por un solo protón, sin que aparezcan neutrones en los núcleos, pero ocasionalmente

se encuentran también átomos de hidrógeno en cuyos núcleos se encuentra un neutrón, además del protón correspondiente. Este segundo tipo de hidrógeno es un isótopo y se conoce con el nombre de deuterio.

Los átomos de algunos elementos se transforman espontáneamente en otros diferentes, expulsando al hacerlo ciertas partículas y emitiendo determinadas radiaciones. Tal fenómeno es llamado desintegración y también radioactividad. Tales elementos son radioactivos y tienen por lo tanto un carácter inestable. Uno de estos elementos es el radio, que se emplea en algunos casos para impregnar las esferas de los relojes, apareciendo tanto los números como las manillas luminosos en la oscuridad.

Estudiando los diversos elementos radioactivos, los científicos han encontrado dos importantes métodos para transformar los núcleos atómicos, obteniendo de esta manera grandes cantidades de energía.

Uno es la llamada fisión, que consiste en la rotura de los núcleos y puede producirse natural o artificialmente. La fisión natural ya hemos indicado que constituye una cierta propiedad llamada radioactividad. La fisión puede ser producida artificialmente en un reactor atómico, también llamado en ocasiones pila atómica. Uno de los elementos más empleados para obtener la fisión es el isótopo U-235 del uranio.

La fisión se produce cuando dos trozos de un elemento adecuado se unen para crear lo que se llama la masa crítica. Cuando esto ocurre, un neutrón se escapa del núcleo de un átomo alcanzando el de otro con tal fuerza que lo rompe en dos mitades, las cuales, con sus correspondientes electrones, pasan a ser nuevos elementos, más ligeros que el primitivo. Tal proceso produce, al mismo tiempo, energía, y uno o más neutrones que alcanzando nuevos núcleos atómicos los rompen y originan más elementos ligeros, energía y otros neutrones que bombardean más átomos y así sucesivamente, produciendo cada vez más energía y más neutrones. Este proceso se conoce por reacción en cadena y cuando es debidamente controlada es una fuente de tremenda cantidad de energía que puede tener muy diversos usos. Cuando no se controla, la energía se produce tan rápidamente que se produce una gigantesca explosión. Así ha nacido la bomba atómica, que aprovecha la fisión de los átomos.

La energía producida en la fisión debe ser llamada energía nuclear, término más adecuado que el de energía atómica, porque es el núcleo el verdadero manantial que la origina.

Si se coloca en un reactor atómico un elemento no radioactivo mientras se está produciendo una reacción en cadena, dicho elemento no se desintegra, pero los científicos han conseguido bombardear sus núcleos con neutrones

de un modo continuado, de tal manera que algunos de ellos se adhieren a los núcleos de sus átomos, y el elemento en cuestión llega a ser radioactivo. Tales elementos se llaman isótopos radioactivos, que son empleados con gran éxito en diversas investigaciones, en la medicina y en la agricultura.

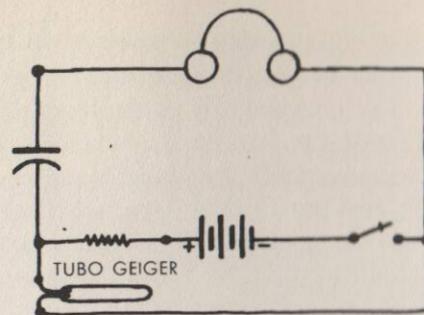
Tales radioisótopos son muy empleados como trazadores en delicadas investigaciones, situándolos en el interior de organismos animales o vegetales y observando sus situaciones y comportamiento químico por medio de delicados instrumentos, de tal manera que los investigadores pueden llegar a conocer el funcionamiento de diversos órganos, cuyo estudio no sería posible sin estos valiosos auxiliares. También se conoce el tiempo que estos radioisótopos conservan sus propiedades radioactivas, por lo que se aplican en estudios arqueológicos para determinar, de una manera muy exacta, la antigüedad de objetos encontrados, por la cantidad de radioactividad que conservan. Es muy empleado para tales investigaciones el isótopo del carbono, conocido como carbono 14.

El segundo método de cambiar los átomos para obtener energía es denominado fusión. Esta consiste en unir átomos de pequeño tamaño sometidos a una tremenda presión y temperatura para obtener un número más pequeño de átomos mayores. Las temperaturas a que deben ser sometidos los átomos llegan a alcanzar los cincuenta millones de grados, por lo que es imprescindible recurrir a la energía nuclear para alcanzarlas.

En la fusión se emplea el deuterio, obteniendo helio, de átomos más grandes y pesados, en el proceso. Se aplica la fusión a la llamada bomba de hidrógeno, que origina mayor cantidad de energía que cualquier proceso físico conocido hasta ahora. La fusión es también la fuente de energía del sol y las estrellas, y actualmente los científicos estudian la posibilidad de producir la fusión controlada para aplicarla a usos pacíficos.

## Construcción de un contador geiger

**Material necesario:** Un tubo Geiger de 300 voltios (puede adquirirse en establecimiento de material científico), tres pilas o baterías de 300 voltios cada una, un condensador de 0,001 microfaradios, un par de auriculares, un interruptor de cuchilla, una resistencia de un megaohmio, un metro de conductor de cobre, un soldador y estaño para soldar, cinta aislante, un reloj de esfera luminosa por radio, un tablero de madera para montar todo el equipo.



Monta los materiales en la forma que se indica en el esquema. Procura comprobar que el interruptor está en la posición de abierto hasta que todas las conexiones no han sido hechas. Recubre con la cinta aislante todas las partes en que el conductor queda desnudo de su aislamiento.

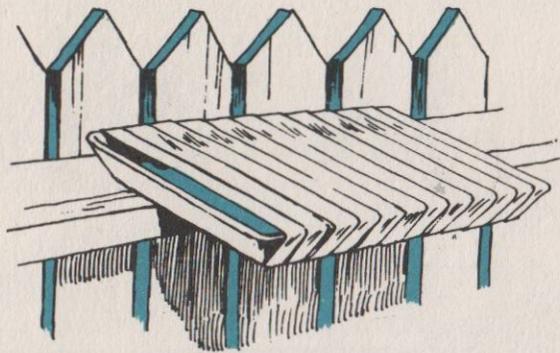
**Precaución:** Coloca solamente una mano sobre el aparato después de hacer las conexiones de las baterías para prevenir cualquier cortocircuito que puedas producir con tu propio cuerpo y por tanto evitar el recibir una fuerte descarga.

Cierra el circuito y acerca el tubo cerca del reloj.

**Observación:** A través de los auriculares escucharás un chasquido repetido continuamente.

Un tubo Geiger tiene dos electrodos en el interior de una ampolla de vidrio especial rellena de un gas determinado. Cuando es colocado cerca de una sustancia radioactiva, como el radio de la esfera del reloj, las partículas que se expulsan en la desintegración de sus átomos pasan a través del gas de la ampolla ionizando algunos átomos del mismo. Los iones tienen una carga eléctrica que producen el paso de la corriente entre los dos electrodos y que al llegar a los auriculares su mecanismo transforma en chasquidos bien audibles. Cada «click» corresponde a una partícula ionizante y, por consiguiente, pueden contarse, conociendo de esta manera la intensidad de la radiación.

El contador de Geiger lleva el nombre del físico alemán que lo inventó, Hans Geiger.



## Medida de la radioactividad

**Material necesario:** El contador Geiger que has preparado o uno normal obtenido en algún centro de Defensa civil, una fuente limpia, celofán adhesivo bastante ancho y una fuente de loza rectangular y poco profunda.

### Procedimiento.

Coloca el celofán adhesivo en sucesivas vueltas sobre la fuente rectangular y de manera que la parte engomada quede hacia el exterior. Toda la superficie de la fuente debe quedar cubierta. Aplica el contador Geiger a la superficie de la fuente y mide la radioactividad que hay en ella, anotándola debidamente. Para hacer la medida hay que poner el tubo del contador apuntan-

do a la superficie y manteniéndolo muy próximo a ella durante un minuto. A continuación lleva la fuente engomada a cualquier lugar fuera de la casa donde puedas dejarla sin que nadie la toque y déjala allí durante un día entero. Después retira el celofán y quémalo en la otra fuente preparada al efecto. Aplica ahora a las cenizas nuevamente el contador Geiger y de la medida que ahora obtengas resta la cantidad medida el día anterior.

**Observación:** La diferencia entre las dos cantidades representa la radioactividad caída durante el día sobre la fuente. La operación de quemar el celofán sirve para concentrar la radioactividad que no es destruida por el fuego.

Siempre hay radioactividad en la atmósfera, siendo la mayor parte de origen natural y otra más pequeña producida por el hombre, generalmente como consecuencia de las explotaciones de bombas atómicas y de hidrógeno. La mayoría de los científicos han opinado sobre el riesgo que pueden producir el aumento del nivel de radioactividad atmosférica como consecuencia de las experiencias nucleares. Pero mientras todos están de acuerdo en que demasiada radioactividad puede ser peligrosa para la población del mundo entero hay muy poco acuerdo en cuál es el límite donde comienza el peligro y en cómo calcular exactamente las cantidades de la radioactividad actual.

# Tabla de los elementos químicos

Nombre	Símbolo	N.º atómico	Nombre	Símbolo	N.º atómico
Actinio	Ac	89	Europio	Eu	63
Aluminio	Al	13	Fermio (*)	Fm	100
Americio (*)	Am	95	Fluor	F	9
Antimonio	Sb	51	Fósforo	P	15
Argón	A	18	Francio	Fr	87
Arsénico	As	33	Gadolinio	Gd	64
Astato	At	85	Galio	Ga	31
Azufre	S	16	Germanio	Ge	32
Bario	Ba	56	Hafnio	Hf	72
Berilio	Be	4	Helio	He	2
Berkelio (*)	Bk	97	Hidrógeno	H	1
Bismuto	Bi	83	Hierro	Fe	26
Boro	B	5	Holmio	Ho	67
Bromo	Br	35	Indio	In	49
Cadmio	Cd	48	Iridio	Ir	77
Calcio	Ca	20	Kriptón	Kr	36
Californio (*)	Cf	98	Lantano	La	57
Carbono	C	6	Laurencio (*)	Lw	103
Cerio	Ce	58	Litio	Li	3
Cesio	Cs	55	Lutecio	Lu	71
Cinc	Zn	30	Magnesio	Mg	12
Circonio	Zr	40	Manganeso	Mn	25
Cloro	Cl	17	Mendelevio (*)	Mv	101
Cobalto	Co	27	Mercurio	Hg	80
Cobre	Cu	29	Molibdeno	Mo	42
Cromo	Cr	24	Neodimio	Nd	60
Curio (*)	Cm	96	Neón	Ne	10
Disproσιο	Dy	66	Neptunio (*)	Np	93
Einstenio (*)	E	99	Niobio	Nb	41
Erbio	Er	68	Níquel	Ni	28
Escandio	Sc	21	Nitrógeno	N	7
Estaño	Sn	50	Nobelio (*)	No	102
Estroncio	Sr	38	Oro	Au	79

Nombre	Símbolo	N.º atómico	Nombre	Símbolo	N.º atómico
Osmio	Os	76	Selenio	Se	34
Oxígeno	O	8	Silicio	Si	14
Paladio	Pd	46	Sodio	Na	11
Plata	Ag	47	Talio	Tl	81
Platino	Pt	78	Tántalo	Ta	73
Plomo	Pb	82	Tecnecio	Tc	43
Plutonio (*)	Pu	94	Teluro	Te	52
Polonio	Po	84	Terbio	Tb	65
Potasio	K	19	Titanio	Ti	22
Praseodimio	Pr	59	Torio	Th	90
Prometio	Pm	61	Tulio	Tm	69
Protactinio	Pa	91	Uranio	U	92
Radio	Ra	88	Vanadio	V	23
Radón	Rn	86	Wolframio	W	74
Renio	Re	75	Xenón	Xe	54
Rodio	Rh	45	Yodo	I	53
Rubidio	Rb	37	Yterbio	Yb	70
Rutenio	Ru	44	Ytrio	Y	39
Samario	Sm	62			

(\*) Elementos artificiales.

El número atómico corresponde al número de protones del núcleo.

# INDICE

<b>PREAMBULO</b> .....	7
<b>MAGNETISMO</b> .....	10
La atracción magnética en el imán.....	11
El magnetismo a través de las sustancias.....	12
¿Se siente el magnetismo?.....	15
¿Se ve el magnetismo?.....	17
Acción de los polos de un imán.....	18
Cómo se hace un imán temporal.....	20
Construcción de un electroimán.....	21
Construcción de un imán permanente.....	23
Construcción de una brújula.....	25
Medidas del tiempo con la brújula.....	27
¿Qué ocurre cuando se corta un imán en trozos?.....	28
Fundamentos del magnetismo.....	29
Producción de una corriente eléctrica con un imán.....	30
<b>ELECTRICIDAD</b> .....	32
Producción de electricidad por frotamiento.....	33
Cómo sabes si un material es conductor.....	34
Construcción de un electroscopio.....	35
Construcción de una máquina electrostática.....	37
Construcción de una pila o batería.....	38
Cómo recargar una pila seca.....	39
Construcción de un acumulador eléctrico.....	41
Construcción de una linterna.....	43
Como funciona un interruptor.....	43
Circuito con dos interruptores.....	44
Montaje de elementos en serie.....	45

Montaje de elementos en paralelo.....	46
¿Qué es un cortocircuito?.....	47
Cómo hacer un fusible.....	48
Cómo funciona una lámpara eléctrica.....	50
Construcción de una lámpara de incandescencia.....	52
Un aparato que da la respuesta exacta.....	53
El telégrafo.....	56
Un telégrafo luminoso.....	57
Cómo puedes instalar un timbre en tu habitación.....	58
Construcción de una lámpara.....	60
La electrólisis.....	61
Cómo platear una llave.....	62
Construcción de un micrófono.....	63
Cómo puedes construir un generador eléctrico.....	65
Construcción de un motor eléctrico.....	67
Señales ferroviarias.....	69
El reostato.....	70
Las clases de electricidad.....	71
¿Qué es un transformador?.....	72
Contadores eléctricos.....	73
<b>ELECTRONICA</b> .....	75
Cómo puedes hacer lucir una lámpara fluorescente desconectada.....	76
Cómo funciona un tubo electrónico.....	77
Algunos símbolos empleados en electrónica.....	78
La resistencia.....	80
Los condensadores.....	81
Ondas electromagnéticas.....	82
La radiotelefonía o radiodifusión.....	83
Construcción de un receptor de radio.....	85
<b>ENERGIA NUCLEAR</b> .....	86
Construcción de un contador Geiger.....	88
Medida de la radioactividad.....	90
<b>TABLA DE ELEMENTOS</b> .....	92



Handwritten text in black ink, appearing to be a stylized signature or name, possibly "BAMMAM" or "BAMMAM" with "TT" below it. To the right of the main text is a red stamp or mark resembling a stylized eye or a circular design.

