

Lección 1

Teoría atómica y electricidad

La electricidad es la

base de todo lo que existe.

Nuestro mundo es un mundo eléctrico. Existen fenómenos naturales que dan origen a la electricidad y a sus efectos muy importantes como: la luz eléctrica, el calor, el movimiento en las máquinas y vehículos, etc. Fenómenos que son difíciles de entender porque suceden al interior de partículas tan pequeñas como el átomo que el ser humano no puede captar, y solo con ilustraciones podemos explicarlos. Esta lección analizará muchos de los fenómenos relativos al origen de la electricidad.



Teoría

Introducción

¿Qué es la electricidad?

Pregunta de respuesta difícil porque el término ELECTRICIDAD es demasiado amplio. Rápidamente se podría decir que la electricidad es una forma de energía o que es un medio que actúa en la materia. Una definición más técnica es: **la corriente eléctrica es un movimiento o flujo de electrones a través de un conductor; este movimiento no es posible sin la aplicación a dicho conductor de una fuerza especial llamada fuerza electromotriz.**

El conocimiento de la electricidad se ha ido ampliando a través de los años por medio de experimentos en muchos campos: en el magnetismo, en las pilas eléctricas, en el paso de la corriente a través de gases y en el vacío, estudiando los metales, el calor, la luz, etc. Anteriormente, la electricidad no se había utilizado de un modo tan amplio como se hace hoy en día. La importancia que tiene actualmente en nuestra vida individual y colectiva, se ha hecho tan evidente que no es fácil medirla.

Hoy por hoy no puede existir ninguna ciudad, por pequeña que sea, que no necesite la electricidad en su vida cotidiana: en la cocina, calefacción, frigoríficos, congeladores, televisores, ascensores, escaleras mecánicas, alumbrado público, incubadoras para recién nacidos, máquinas impresoras, tornos; inclusive los automóviles no pueden funcionar sin energía eléctrica para su arranque y alumbrado... y tantas otras cosas que no alcanzamos a mencionar.

Una de las grandes cualidades de la energía eléctrica es que se puede convertir rápida y eficazmente en diferentes formas de energía tales como: calórica (hornos, estufa eléctrica), lumínica (iluminación, rayo láser), mecánica (el motor eléctrico de todo tipo) y química (cargador de baterías, electrólisis), entre otras. Además, la energía eléctrica se puede transportar económicamente a grandes distancias para utilizarla donde sea necesaria como en las ciudades, fábricas, centros industriales, centros comerciales, centros de transporte, en el campo, etc.

A medida que avanza el desarrollo de la humanidad, la energía eléctrica se hace cada vez más indispensable ya que se puede utilizar fácilmente para numerosos y variados propósitos.

Una característica importante de la energía eléctrica es que está libre de toda clase de productos indeseables de la combustión como humos, cenizas y emanaciones que dañan la atmósfera. La aplicación de la electricidad se logra fácilmente si se posee un completo conocimiento de las leyes de la corriente eléctrica, sus relaciones con el magnetismo, así como la manera de producirla y de obtener efectos electromecánicos y electroquímicos, los cuales serán estudiados en próximas lecciones.

La materia

Todo lo que existe en el universo, que ocupa un lugar en el espacio y que podemos ver y tocar, e incluso, aquellas cosas que no podemos ver, pero

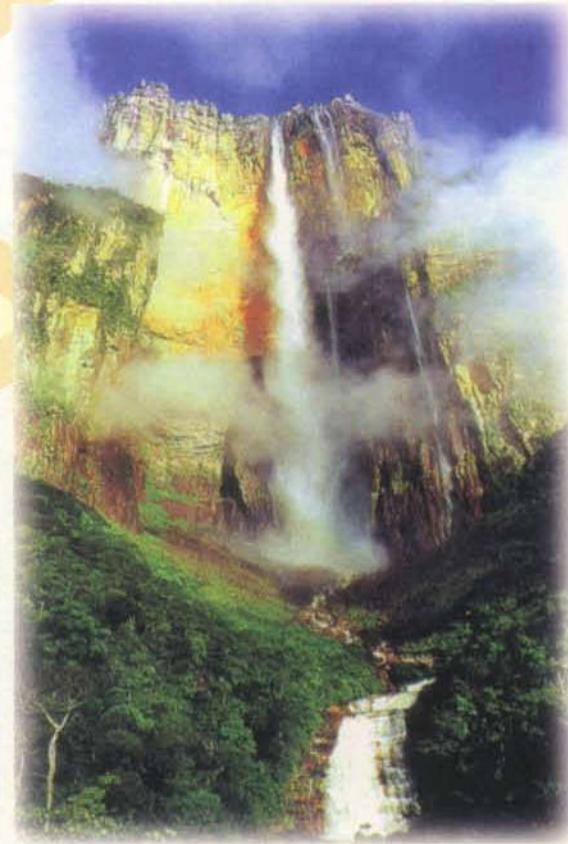


Figura I.1. La materia



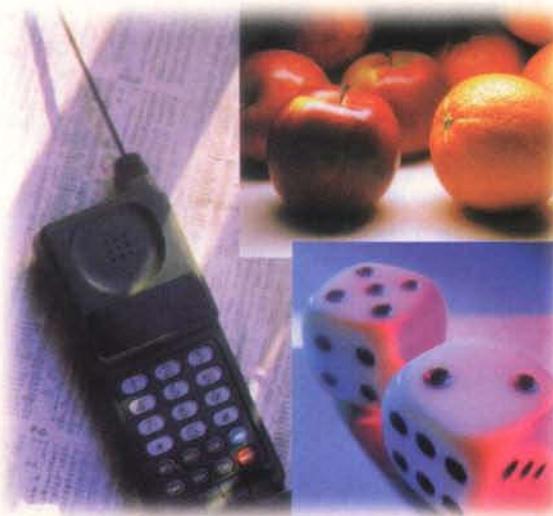


Figura 1.2. Estado sólido

que sabemos que existen, están formadas por materia. **Figura 1.1**

Después de muchos experimentos e investigaciones, se descubrió que los cuerpos no son indivisibles, sino que por el contrario, están formados por la unión de un gran número de partículas pequeñísimas. Gracias a este descubrimiento, los científicos han encontrado soluciones y leyes para muchos fenómenos químicos y físicos como por ejemplo, el caso de la energía nuclear.

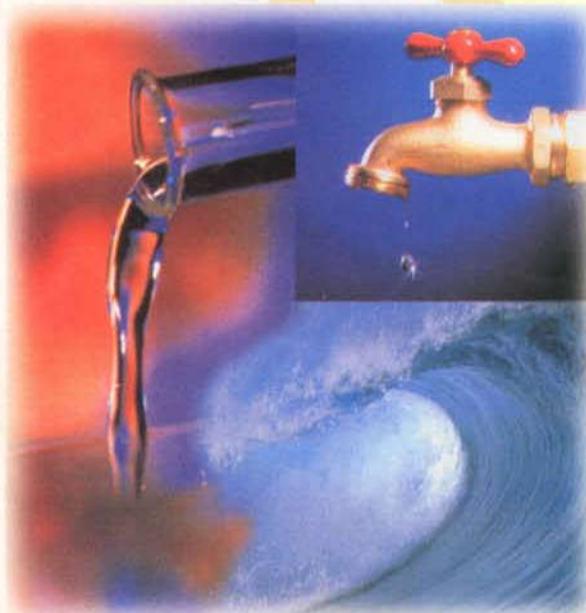


Figura 1.3. Estado líquido

Dependiendo del grado de unión que haya entre estas partículas, los cuerpos pueden presentarse en tres diferentes estados:

Estado sólido. Cuando el contacto entre dichas partículas es muy fuerte. Se caracteriza por tener forma y volumen definidos. **Figura 1.2**

Estado líquido. Cuando el contacto entre ellas es más flojo. En este caso, la materia cambia constantemente de forma para adaptarse a la del recipiente que la contiene. **Figura 1.3**

Estado gaseoso. Las partículas están totalmente libres, es decir, no existe contacto entre ellas. Se caracteriza porque puede cambiar su volumen y su forma, adaptándose a cualquier espacio. **Figura 1.4**

Composición de la materia

Analicemos cualquier estado de la materia, por ejemplo, el estado líquido. Para entenderlo mejor, utilicemos una vasija con agua. Si observamos el agua en la vasija, podría usted imaginarse ¿cuántas gotas de agua caben en ella? miles y miles ¿verdad?

Si tomamos una gota de agua y la dividimos muchísimas veces, llegaría un momento en que no podríamos hacerlo más porque perdería sus propiedades y, por ser tan pequeña, para lograr verla debemos utilizar un microscopio. Dicha gotita recibe el nombre de **MOLÉCULA**. Ésta constituye la parte más pe-



Figura 1.4. Estado gaseoso

Teoría

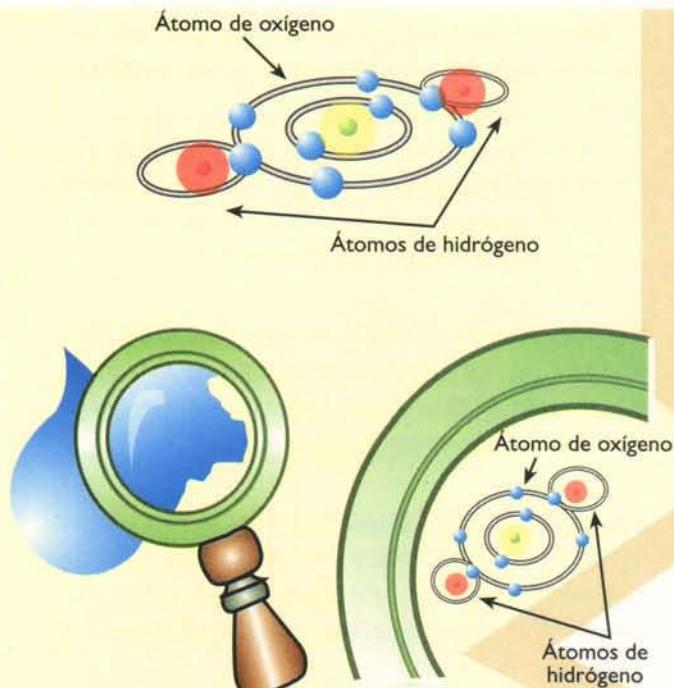


Figura 1.5. La molécula del agua

queña de cualquier cuerpo y conserva todas las características del mismo. En conclusión, todos los cuerpos están formados por millones de moléculas.

Seguramente usted ya se está haciendo una pregunta: ¿si dividimos dicha molécula, qué podríamos obtener? Efectivamente, esta molécula puede ser dividida en unas partículas mucho más pequeñas e invisibles llamadas ÁTOMOS, los cuales constituyen la unidad fundamental del universo, y solos o en combinación, forman todo lo que existe.

Retomemos el ejemplo de la gotita de agua. Si mediante un proceso químico la dividimos, encontraremos que esa gotita de agua tan pequeña está formada por tres elementos simples así: dos partes de hidrógeno y una parte de oxígeno, tal como se muestra en la figura 1.5. Luego, se puede concluir que la molécula de agua está formada por tres átomos: dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno. También se puede decir que la molécula de agua está formada por la combinación de dos elementos distintos, se dice entonces que es un cuerpo compuesto.

Estructura atómica

Una vez descubierto el átomo, la curiosidad del hombre lo impulsó a querer saber qué había en su interior. Fue así como, después de muchos experimentos, se descubrió que en el interior de éstos se encuentran encerradas una serie de partículas que poseen energía propia y que son las directas responsables de los fenómenos eléctricos.

- En 1808, el físico y químico británico Jhon Dalton (1766- 1844) formuló las primeras bases que marcaron el inicio de la era atómica. Sin embargo, una de sus teorías que afirmaba que el átomo era indivisible fue modificada, ya que como se sabe el átomo sí puede ser dividido siendo éste el principio de la energía nuclear. En 1913, Niels Bohr, enunció lo que hoy se conoce como TEORÍA ELECTRÓNICA y explicó que, si fuera posible ver el interior de un átomo, éste sería semejante a un sistema solar

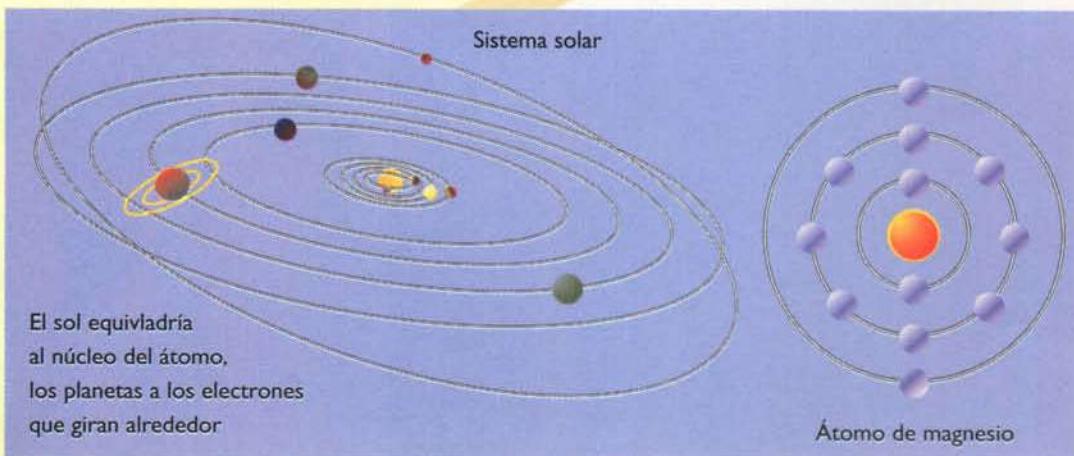


Figura 1.6. Analogía hecha por Niels Bohr



en miniatura. **Figura 1.6.** Hoy en día un átomo se representa como se muestra en la **figura 1.7**.

Carga eléctrica del átomo

Cuando decimos que los electrones y los protones tienen carga eléctrica, esto quiere decir que poseen una fuerza la cual ejercen en todas las direcciones y que, gracias a ella, una partícula tiene el poder de atraer o rechazar otras partículas.

La **carga negativa** del electrón y la fuerza ejercida por ésta, se encuentra dirigida hacia adentro y tiene el mismo valor que la **carga positiva** del protón, cuya fuerza está siempre dirigida hacia afuera. Esto genera dos **CAMPOS ELÉCTRICOS** contrarios, pero de igual magnitud, por lo cual, los átomos son eléctricamente neutros.

Para que se produzcan cambios eléctricos en los átomos, éstos deben estar descompensados o desequilibrados, y reciben el nombre de **iones**. Un ion se forma cuando un átomo gana o pierde uno o varios electrones. Pueden ser de dos clases:

Ion positivo: cuando hay más protones que electrones, por haber perdido uno o más electrones.

Ion negativo: cuando hay más electrones que protones, por haber ganado uno o más electrones.

Para que el átomo se equilibre de nuevo, necesita tener el mismo número de protones y de electrones. Así, el átomo cargado positivamente necesita de otro electrón. Esto crea una fuerza entre dicho átomo y todos sus átomos vecinos. Dicha fuerza llega a ser tan grande que se puede robar un electrón de su átomo vecino para poder estabilizarse de nuevo. De esta forma el átomo, al cual le ha robado el electrón, queda también desequilibrado y por ello intentaría obtener otro electrón de sus átomos vecinos, y así sucesivamente. Así se crea una cadena de intercambio de electrones entre los átomos que forman un cuerpo. Lo anterior es la base para enunciar dos leyes fundamentales de la electricidad:

1. Cargas iguales se rechazan. **Figura 1.8**

2. Cargas distintas se atraen. **Figura 1.9**

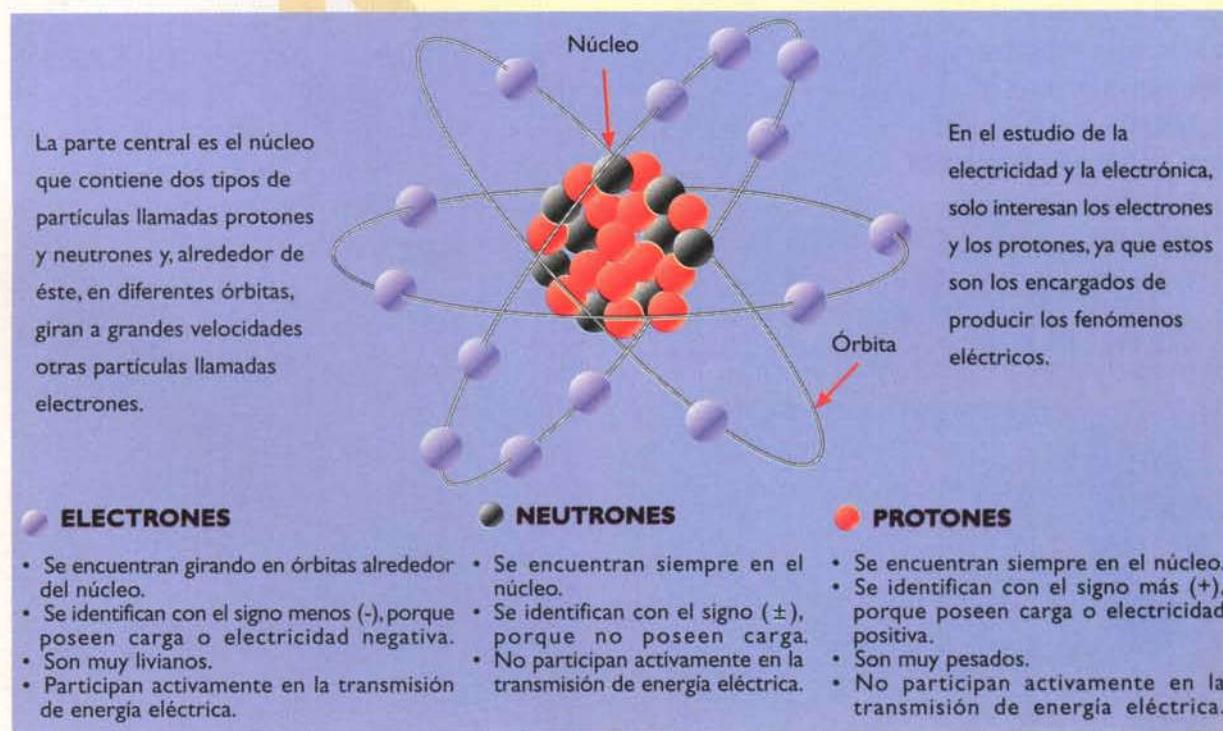


Figura 1.7. Representación moderna del átomo



Teoría

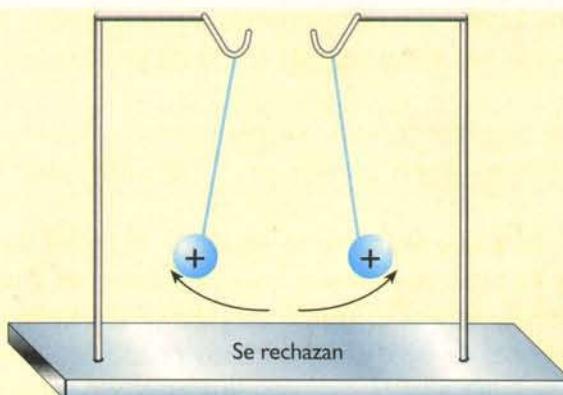


Figura 1.8. Cargas iguales se repelen

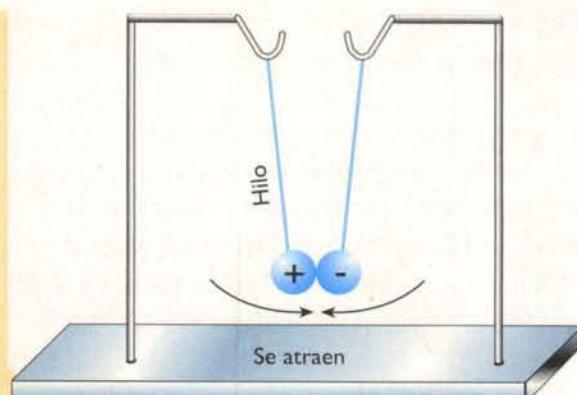


Figura 1.9. Cargas distintas se atraen

Número atómico

Todos los electrones y todos los protones son iguales, sin importar el material al que pertenecen. Entonces, si todos los materiales están formados por las mismas partículas ¿cómo es que son tan diferentes? Los materiales se diferencian unos de otros porque el número de electrones que poseen en cada átomo es diferente a los de los demás. El número de protones que hay en el núcleo de cada átomo es siempre igual al número de electrones que giran en torno de él. A esta característica se le conoce como **NÚMERO ATÓMICO**. Por ejemplo, el número atómico del oxígeno es 8 porque tiene 8 protones y 8 electrones, y se diferencia del aluminio, porque este último posee 13 electrones y 13 protones; es decir, su número atómico es 13; figura 1.10

Niveles de energía y distribución de los electrones en el átomo

Ya sabemos que los electrones se encuentran girando en órbitas alrededor del núcleo. Ahora la pregun-

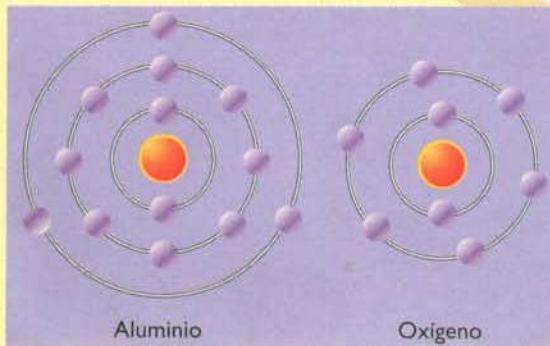


Figura 1.10. Número atómico

ta es: ¿cuántas órbitas pueden haber alrededor del núcleo y cuántos electrones pueden circular en cada una de ellas? Conforme a la **teoría electrónica** de Bohr y la cuantificación de la energía, los átomos pueden tener un máximo de siete órbitas o capas alrededor del núcleo, las cuales se denominan con las letras K, L, M, N, O, P, y Q, y cada una de ellas acepta solamente un cierto número de electrones así: la primera tendrá 2 electrones, la segunda 8, la tercera 18, la cuarta 32 y así sucesivamente, tal como se observa en la figura 1.11. Los electrones que se encuentran en las capas más cercanas al núcleo son atraídos con más fuerza por los protones, que los que se encuentran en las órbitas más alejadas. Como los electrones que hay en cada órbita poseen cierta cantidad de energía, a éstas también se les llama **niveles de energía**, y la cantidad de energía que tiene cada nivel, depende del número de electrones que posee.

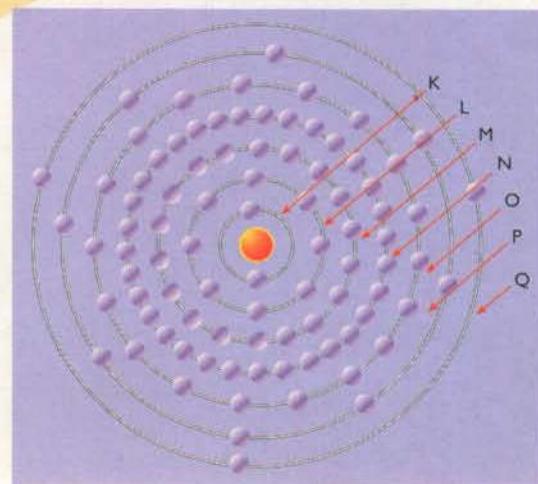


Figura 1.11. Niveles de energía

Electrones de valencia

Desde el punto de vista eléctrico, de todas las órbitas o niveles de energía, solo nos interesa estudiar la última de cada átomo, pues los electrones que se encuentran en ella son quienes determinan las propiedades químicas y físicas de los elementos y son directamente los responsables de los fenómenos eléctricos. Dichos electrones reciben el nombre de electrones de valencia y pueden ser un máximo de ocho. De acuerdo al número de **electrones de valencia** que tengan los átomos de un elemento, desde el punto de vista eléctrico, éstos pueden clasificarse como conductores, aislantes y semiconductores.

Conductores: a este grupo pertenecen los átomos que poseen menos de cuatro electrones de valencia, los cuales tienden a perder dichos electrones para lograr su equilibrio. Estos materiales reciben el nombre de **METALES** y son los más

adecuados para producir fenómenos eléctricos; a este grupo pertenecen, por ejemplo, el cobre que tiene un electrón de valencia, el hierro dos y el aluminio tres. Podemos observar la distribución de sus electrones en la **figura I.12**. Aquellos que poseen un solo electrón de valencia son los mejores conductores.

Aislantes: son aquellos que tienen más de cuatro electrones de valencia. Son llamados **METALOIDES**, porque tienden a ganar los electrones necesarios para lograr su equilibrio; ejemplos de éstos son el fósforo que tiene cinco electrones de valencia, el azufre que tiene seis y el cloro con siete. En la **figura 1.13** observamos la distribución de los electrones para estos elementos. Aquellos átomos que poseen ocho electrones de valencia son químicamente muy estables y por esta razón es muy difícil producir un fenómeno eléctrico con ellos, un ejemplo de éstos es el xenón.

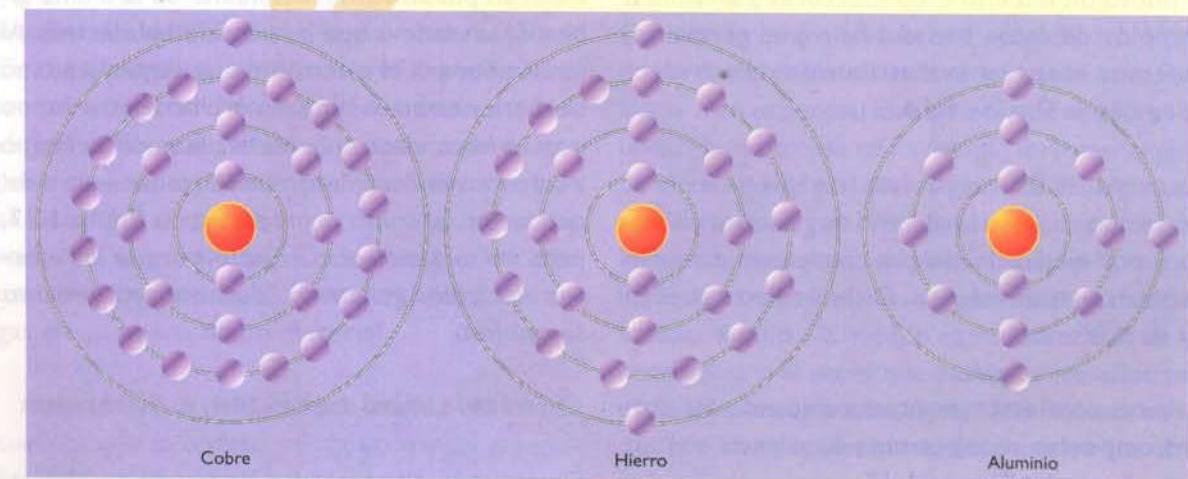


Figura 1.12. Átomos de los conductores

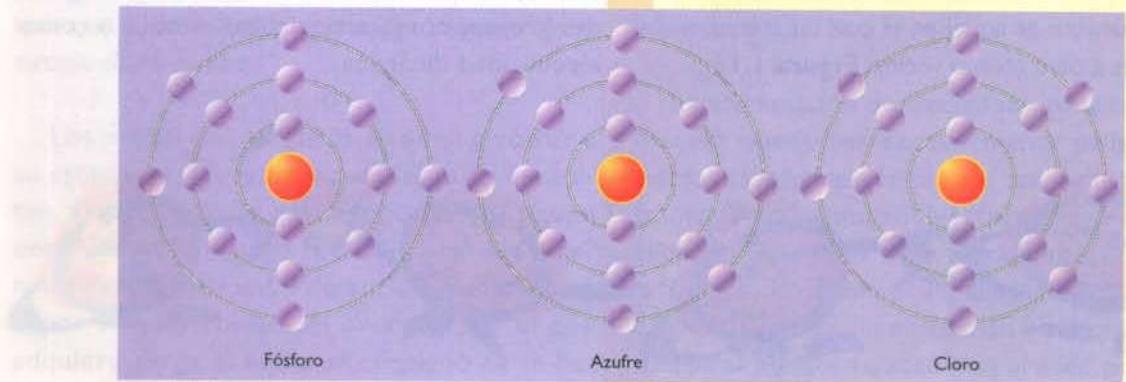


Figura 1.13. Átomos de los aislantes

Teoría

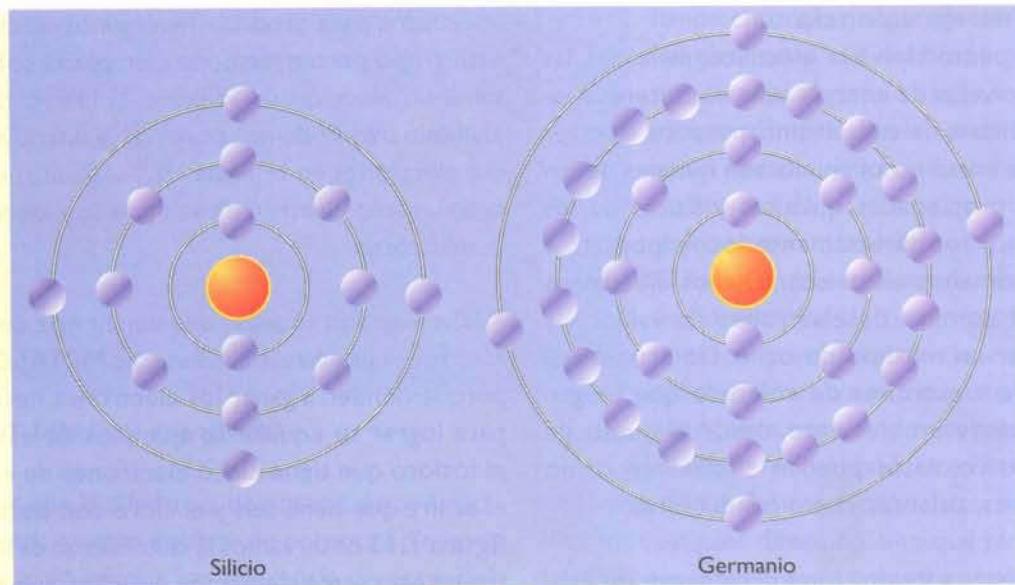


Figura 1.14. Átomos de los semiconductores

Semiconductores: poseen cuatro electrones de valencia y sus propiedades se encuentran en un punto medio entre conductores y aislantes. Ejemplos de éstos son el silicio y el germanio; podemos observar la distribución de sus electrones en la **figura 1.14**.

Electrones libres en los metales

Los átomos tienen la habilidad de relacionarse entre sí por medio de enlaces, empleando para ello los electrones de valencia. Dichos enlaces pueden ser de dos tipos:

Enlace covalente: se produce cuando los átomos, **comparten** sus electrones de valencia, con sus átomos vecinos. **Figura 1.15**

Enlace iónico: es aquel en el cual un átomo **cede** electrones a otro átomo vecino. **Figura 1.16**

Cuando un electrón de valencia se escapa de su órbita se convierte en un **electrón libre**. Dicho electrón puede entrar fácilmente en la última órbita de un átomo que ha perdido un electrón. Al mismo tiempo, el electrón de un segundo átomo se libera y entra en la última órbita de otro átomo y así muchos electrones libres pasan de un átomo a otro moviéndose desordenadamente dentro del conductor, tal como se muestra en la **figura 1.17**, pero **no se produce corriente porque los efectos eléctricos generados durante este proceso se anulan**.

Electricidad estática y dinámica

De acuerdo a la actividad de las cargas eléctricas, la electricidad puede clasificarse en dos grandes grupos: como electricidad estática o como electricidad dinámica.



Figura 1.15. Enlace covalente



Figura 1.16. Enlace iónico

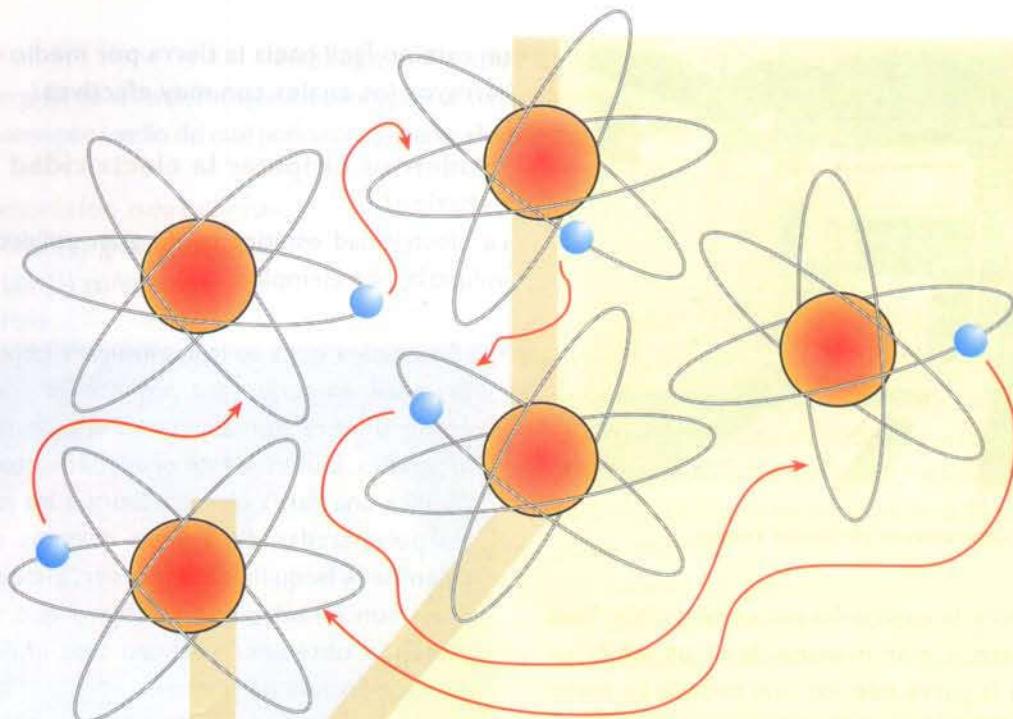


Figura 1.17. Electrones libres

¿Qué es la electricidad estática?

Recibe también el nombre de electrostática. Como su nombre lo indica, se refiere a los electrones estáticos o en reposo, es decir sin movimiento, aunque hablar de electrones en reposo no es muy común porque éstos siempre se visualizan como partículas inquietas y saltarinas que van de un lugar a otro. La electricidad estática se produce por la acumulación de cargas en un punto de un material.

Un cuerpo cargado siempre afecta a los demás cuerpos que lo rodean ya sea atrayendo o repeliendo sus electrones. Todo material cargado positivamente tiene en él escasez de electrones, mientras que todo material con carga negativa tiene exceso de electrones.

Los materiales cargados tienden a volver a su estado de equilibrio y para lograrlo necesitan descargarse. Al hacer esto, lo consiguen desprendiendo energía la cual se manifiesta generalmente por medio de acciones mecánicas o por simples chispas. El proceso por el que adquiere carga el material contiguo se le llama *inducción electrostática*.

Como crear electricidad estática

Cuando cargamos un material estamos acumulando partículas eléctricas en un punto del mismo. Para lograr esto es necesario mover electrones libres de un átomo a otro, de tal forma que un material pierda electrones y el otro los gane. El método más sencillo para cargar un material es por frotamiento. En las máquinas que se empleaban antiguamente para imprimir los periódicos, se generaba electricidad estática debido a la fricción entre los rodillos de las impresoras y el papel que pasaba entre ellos; por esta razón los operarios debían usar accesorios de protección especiales conectados a tierra que ofrecían una vía expresa a los electrones de manera que las cargas se neutralizaran; tal como se muestra en la figura 1.18.

La acumulación de electrones, resultado de la fricción, puede ser excesivamente peligrosa en ciertos casos, por ejemplo, los carro-tanques que transportan combustibles constituyen uno de ellos. A medida que el carro-tanque se desplaza, la fricción con el aire acumula electricidad estática en él. Si la tensión entre éste y cualquier objeto a su alrededor se hace muy grande, puede generarse una descarga eléctrica que podría causar





Figura 1.18. Generación de electricidad estática

un incendio y la explosión del combustible. Para prevenir esto, la gran mayoría de estos vehículos poseen en la parte inferior una cadena de metal que se arrastra constantemente por el camino para provocar un contacto con la tierra; de esta forma se descarga el vehículo y se previene de algún accidente. Este fenómeno se hace visible ya que se producen chispas contra el pavimento a medida que el vehículo se descarga.

Cuando los materiales se encuentran muy cargados, los electrones saltan de un material a otro antes de que se establezca un contacto real entre ellos. En estos casos la descarga se ve en forma de arco luminoso. Un claro ejemplo son las cargas que se producen en las nubes al frotarse con las moléculas del aire; la gran cantidad de electricidad acumulada en éstas puede descargarse a través de grandes espacios provocando arcos de muchos metros de longitud llamados rayos, tal como se muestra en la figura 1.19. El poder destructivo de ellos es un claro ejemplo de la cantidad de energía que pueden transportar los cuerpos cargados eléctricamente. La protección contra los rayos se obtiene solamente proporcionando a los electrones

un camino fácil hacia la tierra por medio de pararrayos los cuales son muy efectivos.

¿Podemos emplear la electricidad estática?

La electricidad estática es de gran utilidad en la industria, por ejemplo:

- Se emplea para aplicar pintura a objetos fabricados en serie; este proceso es conocido como pintura por aspersión o pintura electrostática. Durante este procedimiento se comunica una carga electrostática a las partículas pulverizadas de pintura después de que salen de la boquilla del aspersor; dichas partículas son atraídas por el objeto que se está pintando, obteniendo así una capa uniforme y sin desperdicio de pintura.
- En la fabricación de papel abrasivo (de lija) para metales.
- En la fabricación de fibras para tejer alfombras y telas especiales.
- En los llamados precipitadores que cargan las partículas de humo de las grandes chimeneas para luego llevarlas a unas pantallas donde no puedan contaminar la atmósfera.



Figura 1.19. Rayos eléctricos



Manos a la obra: (Experimento)

Con el fin de entender mejor los conceptos anteriormente expuestos, vamos a desarrollar un sencillo experimento por medio del cual podremos generar electricidad estática y verificar los fenómenos que ésta produce.

Materiales necesarios:

- Dos (2) globos de inflar
- Un (1) paño suave
- Hilo

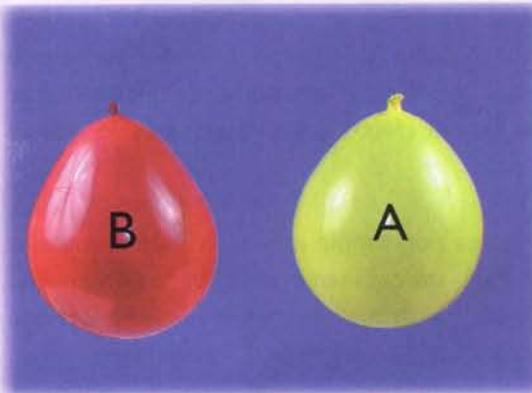


Figura 1.20

2. Tome el globo identificado con la letra B y frote suavemente la superficie de éste con un paño suave durante unos instantes, como se muestra en la figura 1.21.

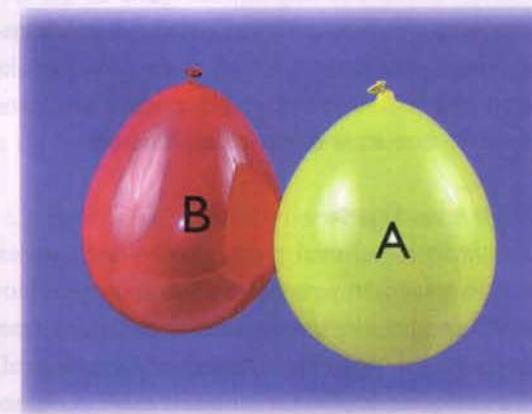


Figura 1.22

4. Espere unos cuantos segundos y observe si ocurre algún cambio en la posición de los globos. **Figura 1.23.**
- ¿Qué sucedió?
- ¿Cómo puede explicar esto?

Procedimiento:

1. Inflé dos globos de igual tamaño, sujetelos pendiendo de un hilo y llámelos o márquelos con las letras A y B. Acérquelos un poco, teniendo cuidado de no llegar a juntarlos, tal como se muestra en la **figura 1.20**.
- ¿Qué observa?
- ¿Se unieron los globos?
- ¿Se alejan uno del otro?
- ¿Permanecen inmóviles?

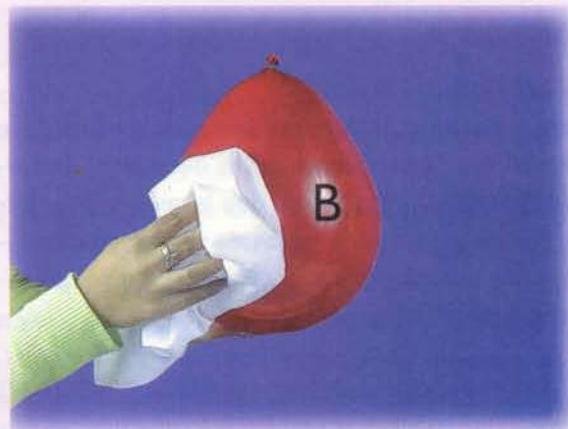


Figura 1.21

3. Acerque nuevamente los globos y observe lo que sucede. **Figura 1.22.**

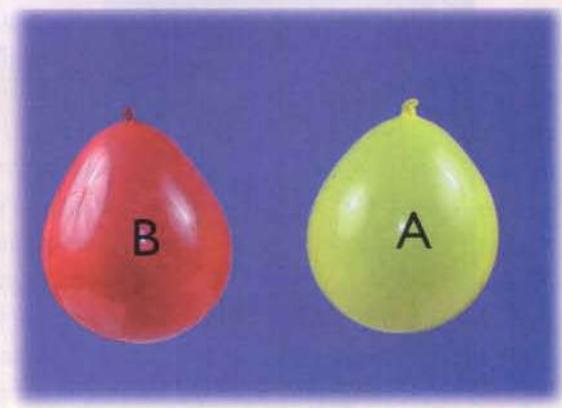


Figura 1.23

Teoría

Conclusiones

Antes de frotar el globo identificado con la letra B, las cargas eléctricas de los dos materiales (globo B y paño), se encontraban neutralizadas; al frotar el globo, algunas órbitas de valencia se relacionaron entre sí y el paño robó electrones de valencia al globo, quedando este último cargado positivamente. Tal como mencionamos anteriormente, los materiales cargados tienden a recuperar su estado de equilibrio y para lograrlo necesitan descargarse. En nuestro caso vemos como, al acercar nuevamente el globo identificado con la letra B al identificado con la letra A, éste lo atrae con facilidad ya que tiende a recuperar los electrones perdidos.

Cuando el globo B ha robado los electrones necesarios al globo A, éste volverá nuevamente a su estado inicial; es decir, después de unos minutos el globo B se separa nuevamente del globo A. Las cargas acumuladas en el globo B se llaman cargas estáticas y el efecto que producen es lo que se conoce como electricidad estática.

Este fenómeno se produce también en los metales, ya sea por simple contacto de dos metales diferentes o por medio de un proceso llamado inducción. Pero sea cual sea el caso, los fenómenos de carga y descarga son siempre los mismos, ya que siempre que se acerquen entre sí dos materiales con cargas opuestas el exceso de electrones de uno será atraído por las cargas positivas de otro.

Electricidad dinámica

Para que la electricidad sea realmente útil, ésta debe permanecer en movimiento, es decir, debe ser dinámica o activa y la fuente que la genere debe estar en constante renovación de sus cargas eléctricas para que no pierda su capacidad en pocos segundos de trabajo.

El conde italiano Alessandro Volta (1745-1827) inventó la pila eléctrica en 1799, lo que originó una revolución científica en ese tiempo; se dio cuenta que mediante la acción química pueden restituirse constantemente las cargas eléctricas y que a medi-

da que circula la corriente por el circuito los electrones que salen del terminal negativo de la batería, son sustituidos por la misma cantidad de éstos (pertenecientes al conductor) que entran por el terminal positivo de la misma. **Figura 1.24**

Solo después de que Volta descubrió una fuente de electricidad constante, se pudo conocer lo que es en realidad un circuito eléctrico, y por consiguiente, lo que es la electricidad dinámica.

Campo eléctrico

Es el espacio en el cual pueden manifestarse las fuerzas de atracción y repulsión entre cargas eléctricas. El campo eléctrico rodea a cualquier tipo de carga, ya sea positiva o negativa y en general, rodea a cualquier objeto cargado tal como se muestra en la **figura 1.25**. Dicho campo puede representarse mediante innumerables líneas rectas que salen radialmente desde el centro de la carga y van dirigidas en todas direcciones. Estas líneas reciben el nombre de **líneas de fuerza eléctrica**, las cuales tienen fuerza natural que actúa en un sentido determinado, hacia afuera en los protones y hacia adentro en los electrones. Éste es el origen de las leyes de atracción y repulsión de las cargas.



Figura 1.24. Pila de volta

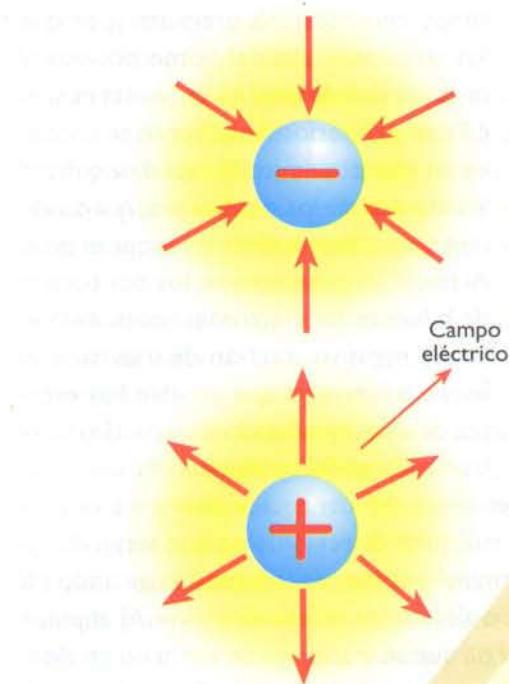


Figura 1.25. Campo eléctrico de una carga

De tal forma que cuando decimos que un electrón repele a otro **sin hacer contacto**, es la fuerza de repulsión entre las líneas de fuerza la que hace que las cargas se separen. Y, cuando decimos que un electrón y un protón se atraen, son las líneas de fuerza en el campo eléctrico quienes hacen que las cargas se unan.

De esta forma, podemos definir el campo eléctrico como **la fuerza de origen eléctrico ejercida sobre una carga, capaz de orientarla y moverla de un átomo a otro**. Si durante un proceso de carga se produce una acumulación de electrones sobre un objeto y de iones positivos sobre otro, cada cuerpo tiene su propio campo eléctrico. Estos campos son el resultado de la suma de todos los campos individuales de las cargas acumuladas y por tanto tienen una fuerza muy grande. **Figura 1.26**

Diferencia de potencial

En su estado natural, los átomos de los cuerpos se encuentran equilibrados o sea que todos poseen igual número de electrones y de protones. Un átomo o un cuerpo puede ser desequilibrado aplicando a éste una fuerza externa lo suficientemente

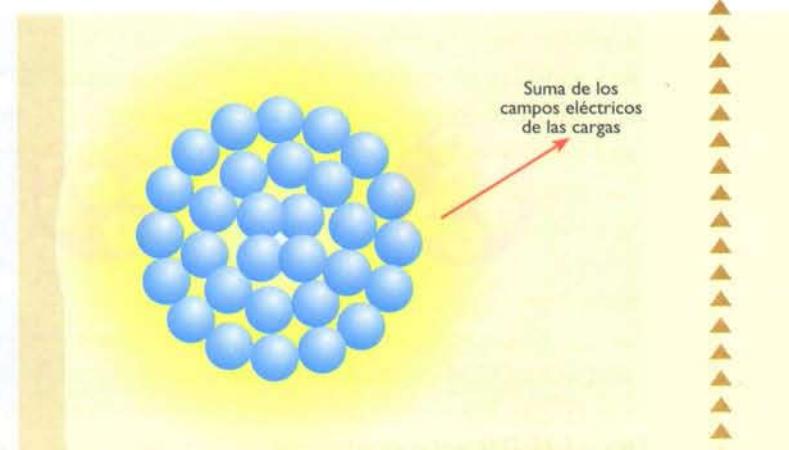


Figura 1.26. Campo eléctrico de un cuerpo

grande para hacer que el átomo pierda o gane electrones. Según lo anterior, se pueden presentar tres casos tal como se observa en la **figura 1.27**. En otras palabras, el potencial es el estado eléctrico en que se encuentra un cuerpo.

Observemos los dos átomos siguientes. Figura 1.28.

Comparando el estado de los dos átomos de la figura, vemos que existe una diferencia de potencial de cuatro electrones. De otra manera, pode-

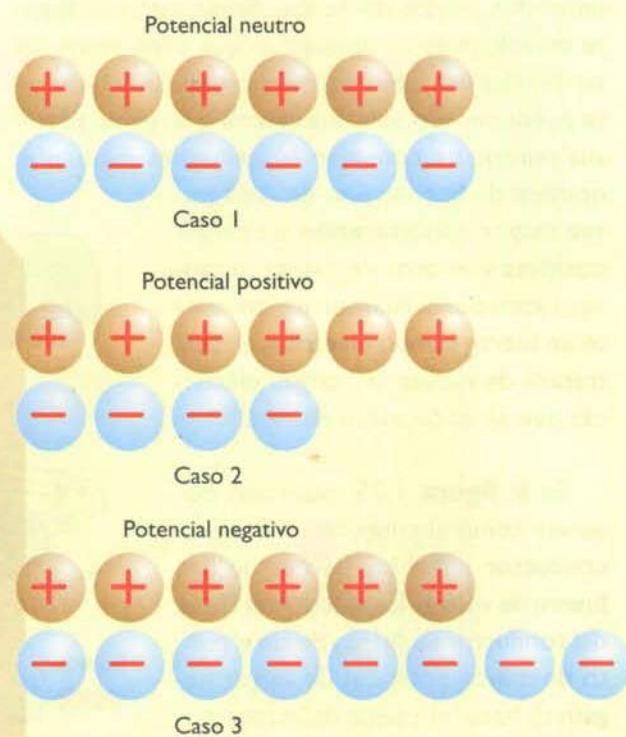


Figura 1.27. Potencial eléctrico

Teoría

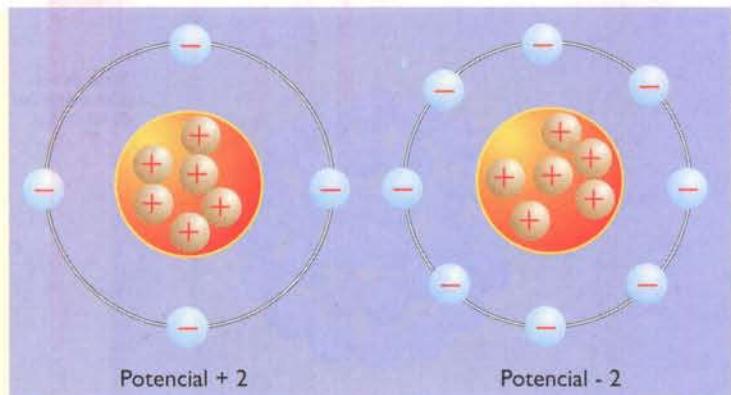


Figura 1.28. Diferencia de potencial

Mos decir que la diferencia de potencial nos indica una diferencia entre átomos de potencial distinto, o lo que es lo mismo, hay diferencia de potencial cuando los átomos de uno y otro cuerpo son diferentes en su estado eléctrico. Esta diferencia de potencial se llama voltaje, tensión o fuerza electromotriz (FEM) y se define como la fuerza o presión capaz de obligar a los electrones libres de un conductor a moverse en una determinada dirección. Su unidad de medida es el voltio.

La diferencia de potencial solo puede existir entre dos puntos diferentes. Según esto una fuente de voltaje es un dispositivo que tiene entre sus terminales una diferencia de potencial. Dicha fuente puede ser una pila, una batería o un generador y sus puntos de conexión o terminales reciben el nombre de bornes; uno de ellos posee mayor concentración de cargas positivas y el otro de cargas negativas, razón por la cual entre ellos existe un fuerte campo eléctrico, el cual tratará de mover las cargas eléctricas que se encuentren entre ellos.

En la figura 1.29, podemos observar como al conectar un material conductor entre los bornes de una fuente de voltaje, los electrones libres del conductor se dirigen desde el punto de mayor potencial de cargas negativas hacia el punto de mayor potencial de cargas positivas. Nos formu-

lamos entonces una pregunta: ¿por qué los electrones van del borne positivo al negativo de la fuente? La respuesta es sencilla: en el interior de la fuente se produce un efecto químico el cual desequilibra los átomos de los dos bornes, quedando un borne con más electrones que el otro. Al hacer un puente entre los dos bornes de la fuente, los electrones sobrantes del borne negativo tratarán de irse hacia el borne positivo ya que en éste hay escasez de ellos, impulsando a su paso los electrones libres del conductor. Por tanto, los

electrones libres del conductor ahora no se moverán en cualquier dirección, sino que serán dirigidos al terminal positivo de la fuente originando así un flujo de electrones en esa dirección. Al impulso de la energía que se transfiere de electrón en electrón se llama corriente eléctrica. Esta solo es útil cuando se le hace desarrollar un trabajo a lo largo de un circuito eléctrico.

ES CONVENIENTE RECORDAR QUE: VOLTAJE, TENSIÓN, FUERZA ELECTROMOTRIZ Y DIFERENCIA DE POTENCIAL SE REFIEREN A LO MISMO.

La tensión se representa con la letra **U** en el sistema europeo y con la letra **E** en el sistema americano, para mayor facilidad emplearemos la letra **V** en el desarrollo del curso.

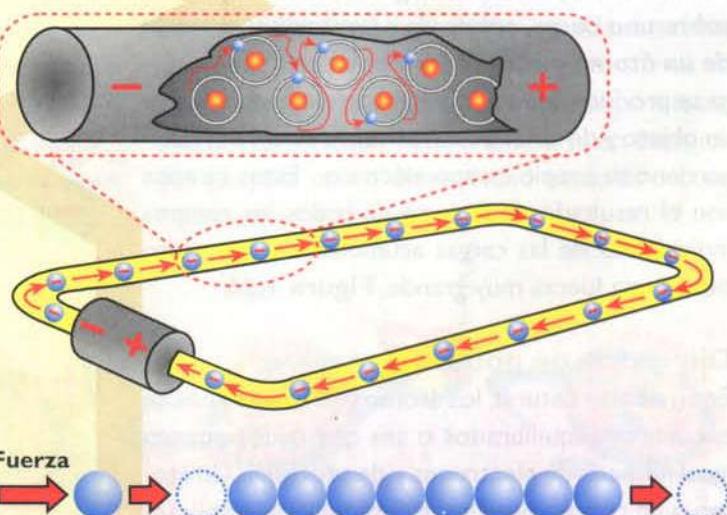


Figura 1.29. Circulación de los electrones

Formas de producir energía eléctrica en pequeñas cantidades

Por frotamiento o fricción

Como lo mencionamos anteriormente, el fenómeno de la electricidad es creado por el movimiento de electrones de sus órbitas naturales. La frotación o fricción fue la forma más antigua que conoció el hombre para generar electricidad. Se dice que fue el filósofo griego Tales de Mileto que vivió en el siglo 7 a.C. quien descubrió la electricidad; éste al frotar un trozo de ámbar con un trozo de tela o piel pudo atraer pequeños cuerpos livianos. Tales de Mileto no encontró la causa del fenómeno y quiso llamarlo de algún modo. Como ámbar en griego significa *elektron*, utilizó este nombre para esta fuerza invisible. Muchos siglos después se llamó **electrones** a las partículas de electricidad negativa que rodean el núcleo del átomo y que, cuando de alguna manera se mueven, forman la corriente eléctrica.

Hoy sabemos que la propiedad que Tales de Mileto descubrió en el ámbar no es solo de este material, sino que hay una gran cantidad de elementos con los que se puede repetir el experimento. En muchas de nuestras actividades diarias, voluntaria o involuntariamente se repite dicha experiencia. Por ejemplo, cuando se pasa varias veces un peine de plástico sobre el cabello seco, éste se carga eléctricamente; se comprueba si lo acercamos a unos trocitos de papel común, pues vemos como éstos son atraídos por el peine.

Ésta es una manifestación de la electricidad estática, la cual estudiamos al principio de esta lección. Al frotarse ambos materiales la piel pierde electrones y los mismos son ganados por el pe-



Figura 1.30. Producción de energía eléctrica por fricción

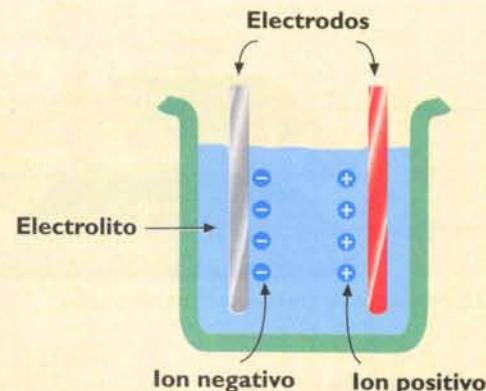


Figura 1.31. Producción de energía eléctrica por reacción química

ne. La piel se electriza positivamente y el peine negativamente. **Figura 1.30**

Otros ejemplos de electricidad por frotación o fricción:

- El roce de las nubes con el aire.
- La fricción de un automóvil con el aire al desplazarse por una carretera.
- La fricción de una prenda de vestir de lana o material sintético con la piel.
- La piel con la pantalla del televisor.
- El caminar sobre una alfombra, etc.

Finalmente podemos decir que, aunque ésta es la forma más antigua que se conoce para producir electricidad, es muy difícil manejarla y dosificarla; ella existe y se emplea industrialmente en casos particulares, pero producirla en grandes cantidades para consumo doméstico no es posible.

Por reacciones químicas

Es muy sencilla la forma de producir electricidad por acción química; como ya se dijo en el tema de electricidad dinámica, esto lo hacen las pilas y las baterías eléctricas. Su funcionamiento se basa en la reacción química entre dos elementos diferentes. Si se introducen dos placas metálicas o electrodos metálicos como el cobre y el zinc en una solución ácida más agua, se puede comprobar la existencia de una fuerza electromotriz entre las dos placas, tal como se muestra en la **figura 1.31**. Este tema lo trataremos ampliamente en una próxima lección.

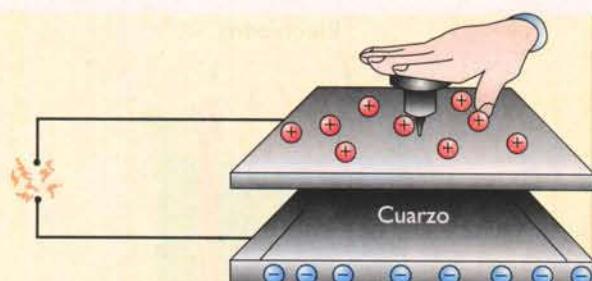


Figura 1.32. Producción de energía eléctrica por presión

Por presión o vibración

Ciertos cristales tienen propiedades piezoelectricas, es decir, convierten la energía mecánica en energía eléctrica al ser sometidos a presión o vibración; estos son: el cuarzo, la turmalina, el titanio de bario, la sal de rochelle, etc. A este fenómeno se le llama **piezoelectricidad**. Como ejemplo de este principio, podemos mencionar los tocadiscos antiguos que utilizan un pequeño cristal piezoelectrico con una aguja metálica, la cual, al pasar sobre la grabación del disco, presiona el cristal y genera pequeñas señales de fuerza electromotriz. Con la amplificación necesaria estas señales pueden hacer funcionar un parlante por medio del cual se escuchan los sonidos con un buen volumen.

Otra aplicación es el encendedor electrónico para la estufa de gas: cuando se acciona el pulsador, éste ejerce una presión sobre la superficie de un cristal de cuarzo y los electrones que se encontraban en dicha superficie saltan a la cara opuesta del cuarzo creando una diferencia de cargas entre ambas caras, generando la chispa. Los cristales piezoelectricos tienen muchas aplicaciones en la industria: registran niveles de ruido, detectan cambios de presión, etc. **Figura 1.32**

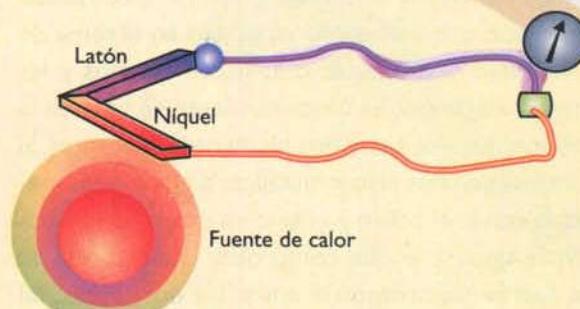


Figura 1.33. Producción de energía eléctrica por efecto termoeléctrico

Por el calor y por la luz

Energía radiante es el nombre que se le da a la energía proporcionada por fuentes de calor o de luz. Muchas clases de instrumentos eléctricos y electrónicos aprovechan este fenómeno llamado **efecto termoeléctrico** para convertir variaciones de temperatura en electricidad y con ello obtener mediciones de calor de cierta precisión a través de un termómetro eléctrico. El componente que produce electricidad a partir de la energía calórica se llama **termopar** y está formado por dos metales diferentes, por ejemplo, níquel y latón; en él la energía del calor lleva los electrones libres de un metal a otro, produciendo entre los dos una fuerza electromotriz (FEM). Los termopares tienen varias aplicaciones en el hogar y en la industria, se usan en termómetros, controles de temperatura en hornos y alarmas contra incendios, etc. **Figura 1.33**

También se puede obtener electricidad de la luz o de la energía lumínica; ello se consigue con una celda fotovoltaica, una celda fotoeléctrica o una batería solar, como las utilizadas en los satélites y naves espaciales para obtener energía eléctrica del sol. Una celda fotovoltaica es un sandwich de tres capas o materiales diferentes: una primera capa delgada y translúcida que deja pasar la luz que es recibida por una capa sensible de selenio o silicio, creándose de esta forma una fuerza electromotriz entre las dos capas exteriores. Las celdas fotovoltaicas también son utilizadas en estudios fotográficos, cámaras de video, televisión, cámaras de fotografía automáticas, iluminación en vías públicas, ascensores, etc. **Figura 1.34**

Formas de producir grandes cantidades de energía eléctrica

Por medios magnéticos

Uno de los efectos más familiares y más usados de la corriente eléctrica es la facultad que tiene de producir una fuerza invisible y poderosa que llamamos **electromagnetismo**. Esta fuerza magnética es la que hace posible la operación de motores, generadores, transformadores, instrumentos de medidas eléctricas, equipos de comunicación, etc. **Figura 1.35**

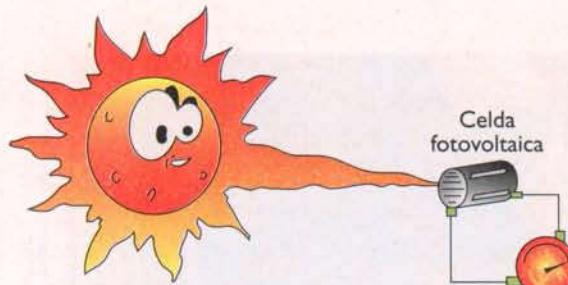


Figura 1.34. Producción de energía eléctrica por efecto de la luz

Es bueno entonces destacar lo importante que es la electricidad producida mediante el magnetismo, pues esta forma de energía posee características muy especiales que la hacen primero, la electricidad comercial más barata y segundo, la electricidad que prácticamente da origen a la electrónica. La electricidad por magnetismo se produce cuando un conductor, por ejemplo de cobre o una bobina, (alambre de cobre aislado y enrollado con muchas vueltas sobre un molde cilíndrico) se mueve dentro de la fuerza magnética de un imán. En ambos casos el campo magnético del imán impulsa los electrones libres del conductor de cobre.

Esta es la corriente que llega a través de los postes y extensas líneas de transmisión a nuestras casas para alimentar los aparatos eléctricos y que en muchos países se genera a una tensión de 120V y 60CPS (ciclos por segundo). Puede decirse entonces que esta corriente alterna se interrumpe 120 veces por segundo para que pueda cambiar de sentido y este fenómeno es tan rápido que prácticamente en una bombilla o lámpara eléctrica no se nota. La corriente alterna con todas sus características será estudiada

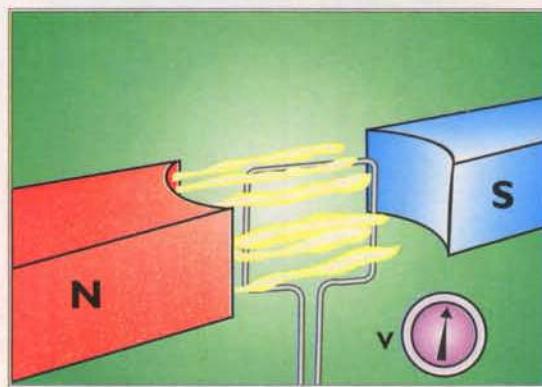


Figura 1.35. Producción de energía eléctrica por magnetismo

con más profundidad en una próxima lección. **Figura 1.36.** La corriente alterna se produce a gran escala por intermedio de grandes generadores que se encuentran en las llamadas centrales eléctricas.

Centrales eléctricas

Una central eléctrica es esencialmente una instalación que emplea una fuente de energía primaria para hacer girar las paletas o álabes de una turbina mediante agua, vapor o gas; éstas a su vez, hacen girar una gran bobina en el interior de un campo magnético, generando así electricidad. Éste es el principio básico de funcionamiento de la mayoría de las centrales eléctricas que hay en el mundo: transformar energía mecánica en energía eléctrica. No ocurre así en las instalaciones de tipo fotovoltaico (centrales solares), que transforman la energía lumínica de la radiación solar en energía eléctrica. Los principales tipos de centrales eléctricas son: las hidroeléctricas, las termoeléctricas, las nucleares y las solares.

Centrales hidroeléctricas

Tienen por finalidad aprovechar, mediante un desnivel, la energía potencial contenida en la masa de agua que transportan los ríos para convertirla en energía eléctrica utilizando turbinas acopladas a un generador. **Figura 1.37**

Centrales termoeléctricas

Se denominan centrales termoeléctricas aquellas que producen energía a partir de la combustión de carbón, fuel-oil o gas en una caldera diseñada para tal efecto. **Figura 1.38**

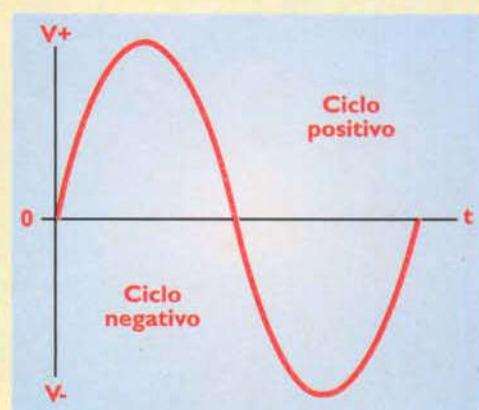


Figura 1.36. Forma de la corriente alterna

Teoría

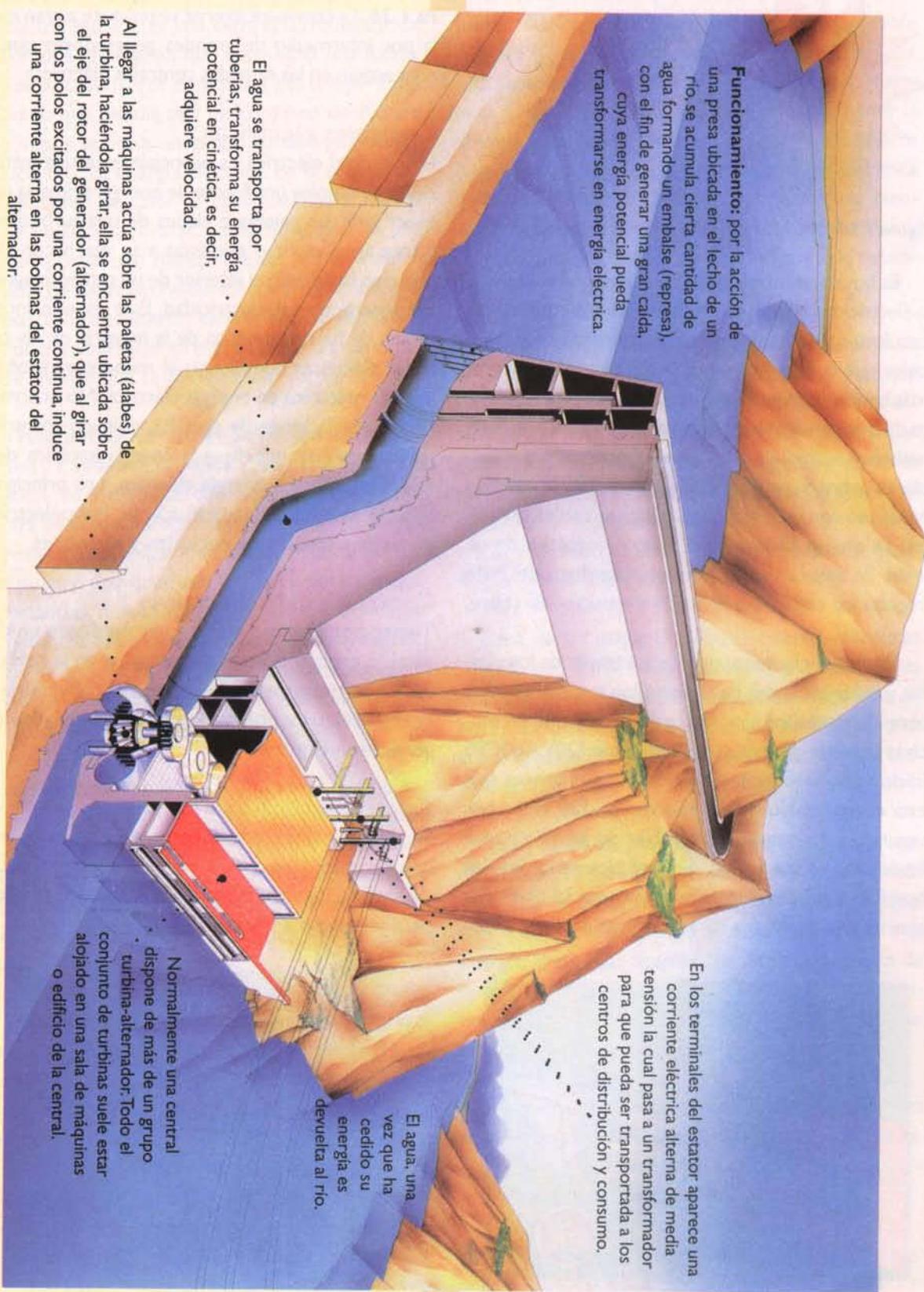


Figura I.37. Central hidroeléctrica

**Figura 1.38. Central termoeléctrica**

Teoría

Centrales nucleares

Una central nuclear es una central termoeléctrica, es decir, una instalación que aprovecha una fuente de calor para convertir en vapor a alta temperatura un líquido que circula por un conjunto de ductos, dicho vapor acciona un grupo turbina-generador, produciendo así energía eléctrica. En la central nuclear la fuente de calor se consigue mediante la fisión de núcleos de uranio. La fisión nuclear es una reacción por la cual ciertos núcleos de elementos químicos pesados se dividen en dos fragmentos por el impacto de un neutrón, emitiendo a su vez varios neutrones y liberando en el proceso una gran cantidad de energía que se manifiesta en forma de calor.

La reacción nuclear por fisión fue descubierta por O. Hahn y F. Strassman en 1938 cuando detectaron la presencia de elementos de pequeña masa en una muestra de uranio puro irradiado por neutrones. Los neutrones que resultan emitidos en la reacción por fisión pueden provocar, a su vez, y en determinadas circunstancias, nuevas fisiones de otros núcleos. Se dice entonces que se está produciendo una reacción nuclear en cadena. Por tanto, los reactores nucleares son máquinas que permiten iniciar, mantener y controlar una reacción en cadena de fisión nuclear.

Las centrales nucleares incorporan el más sofisticado equipo de seguridad, hasta el punto de que en ellas se invierte más de 1/3 del capital total de la planta. Igualmente, el medio ambiente que rodea la instalación es objeto constante de trabajos de vigilancia radiológica. **Figura 1.39**

Centrales solares

Son diversos los sistemas de aprovechamiento solar que existen en la actualidad y que tratan de utilizar la gran cantidad de energía que emite constantemente el sol, la que llega a nuestro planeta en forma de radiación. El sol viene a ser efectivamente una especie de gigantesco reactor nuclear de fusión. La energía solar llega a la superficie de la tierra por dos vías diferentes: incidiendo en los objetos iluminados por el sol (radiación directa), o como reflejo de la radiación solar absorbida por el aire y el polvo (radiación difusa). Solo es aprovechable la primera de manera eficaz y en forma masiva.

Entre las ventajas que ofrece la energía solar se suele citar su carácter gratuito y el ser inagotable a escala humana. En la actualidad, la energía solar está siendo aprovechada mediante dos vías: la térmica y la fotovoltaica. La primera transforma la energía solar en calorífica. La segunda convierte directamente la energía solar en energía eléctrica gracias al efecto fotovoltaico; estos son los aprovechados para la producción de la energía eléctrica y se llaman centrales termoeléctricas de receptor central. **Figura 1.40**

Constan de una amplia superficie de helióstatos, es decir, grandes espejos sostenidos por soportes que reflejan la radiación solar y la concentran en un punto receptor instalado en una torre. Los espejos poseen mecanismos electrónicos que reciben órdenes que hacen que se muevan de modo que en todo momento estén en posición de recibir con mayor intensidad la radiación solar y concentrarla eficazmente en el receptor central instalado en la torre.

• Una de las mayores centrales termoeléctricas solares tipo torre es la de Barstow, en California (E.E.U.U.) que posee 10 megavatios eléctricos de potencia. Consta de 1.818 espejos de 39.3 metros cuadrados de superficie cada uno y el receptor alojado en una torre de 77 metros de altura.

Otra forma de producir energía eléctrica en menor escala es utilizando la fuerza del viento, por medio de lo que se denomina una **central eólica**. Al igual que ocurre con otras muchas de las llamadas nuevas energías o energías alternativas, la eólica es una fuente de energía. La energía eólica es producida por el movimiento del aire y ha sido empleada desde hace muchos siglos, por ejemplo, en el transporte marítimo.

La energía eólica puede ser utilizada con cierta eficacia en zonas determinadas donde las características del viento cumplen una serie de condiciones tales como continuidad, estabilidad, etc.

Las máquinas que son movidas por la energía eólica para producir energía eléctrica reciben el nombre de aerogeneradores o turbinas eólicas.

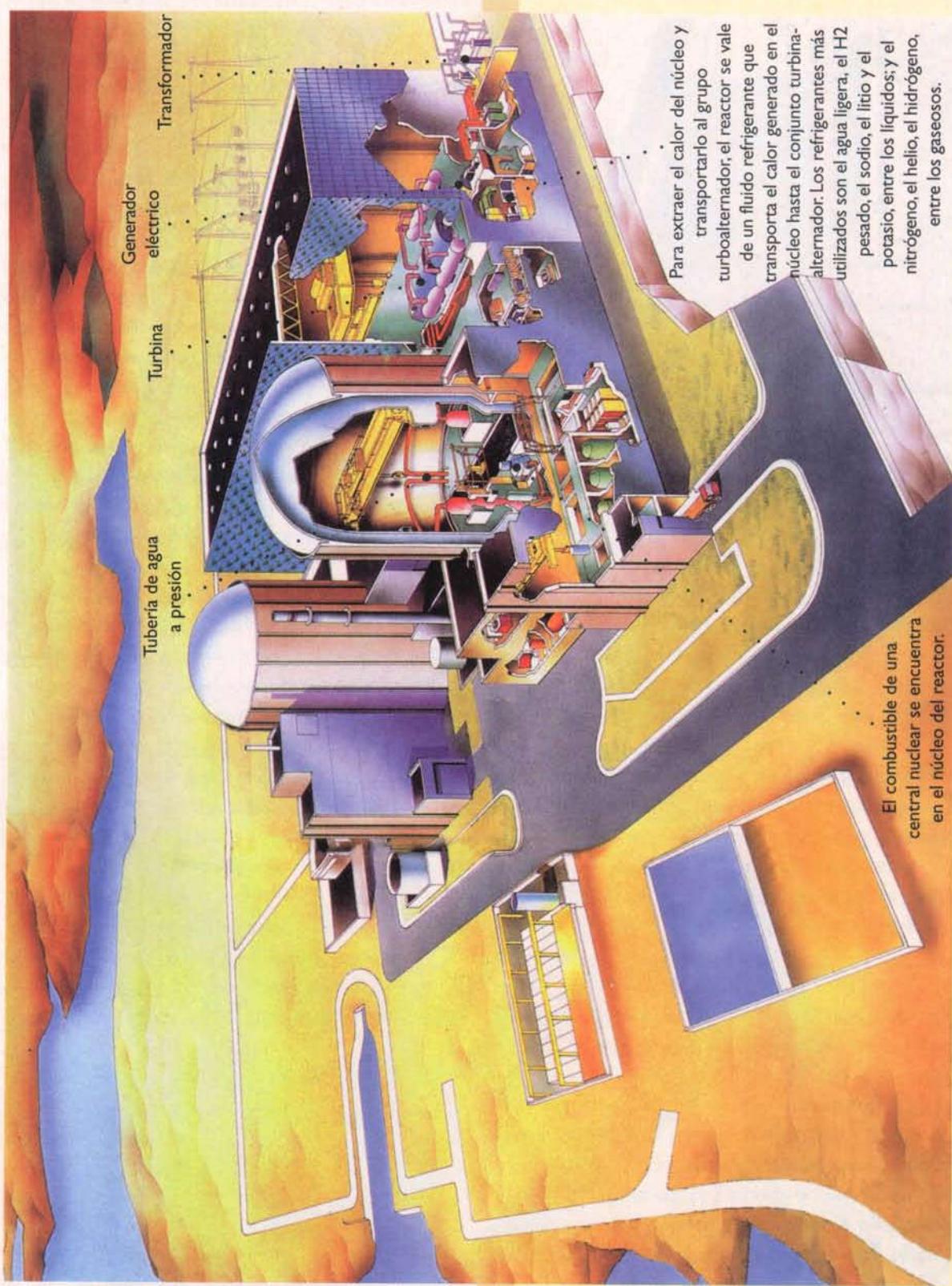


Figura I.39. Central nuclear

Teoría

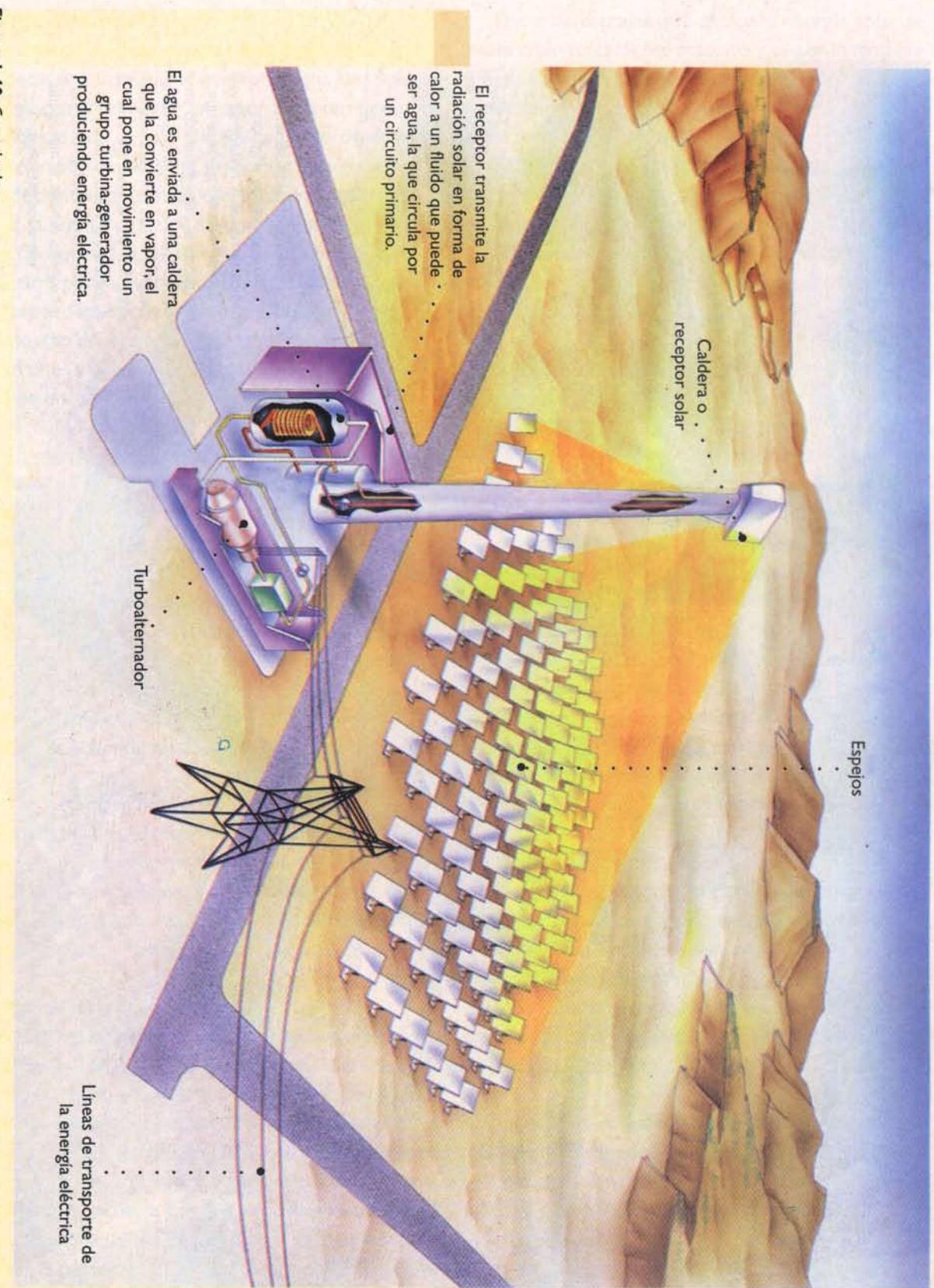


Figura 1.40. Central solar

Lección 2

Conceptos básicos acerca de los circuitos eléctricos y electrónicos

Después de que el hombre descubrió la energía eléctrica y la forma de producirla en grandes cantidades

quiso emplearla de manera productiva, razón por la cual se crearon los llamados circuitos eléctricos. En esta lección nos dedicaremos al estudio de los circuitos y los elementos que los conforman.

