

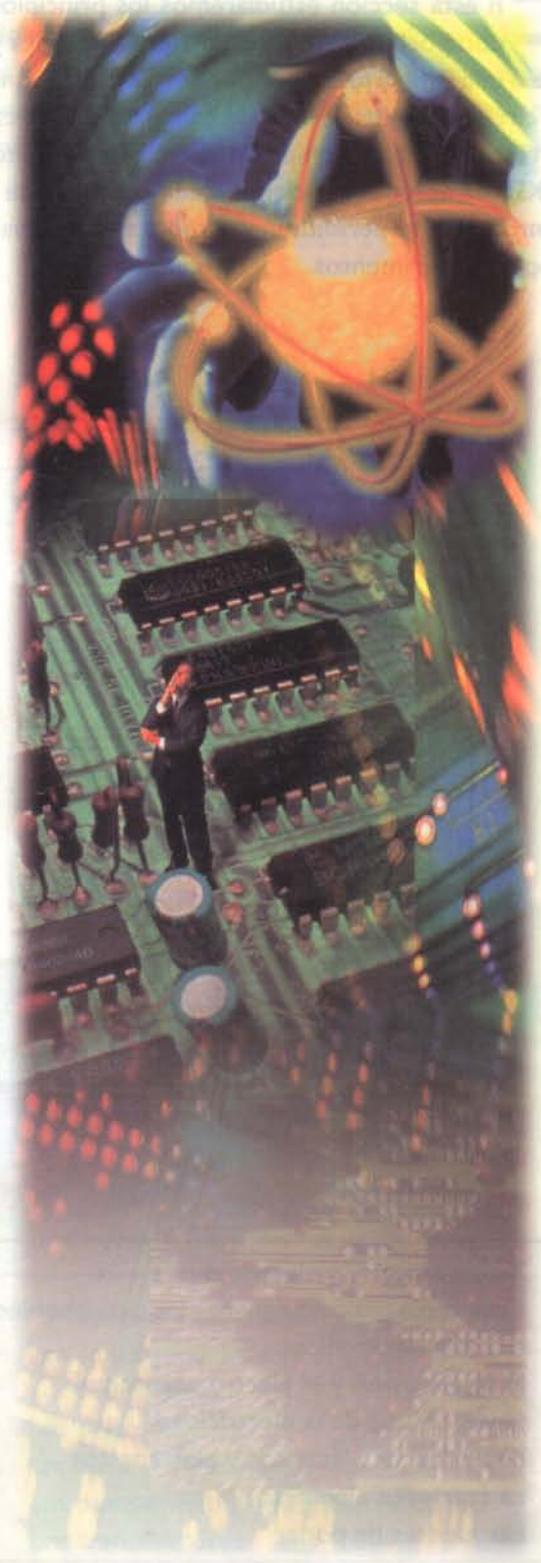
Secsi **Introducción** antes

CEKIT S.A. presenta a sus lectores de toda América Latina esta obra: **Curso fácil de Electrónica Básica** que incorpora toda la experiencia didáctica acumulada por más de quince años.

“**Aprender haciendo**” es la clave, y para esto solo es necesario saber leer y escribir, nada de conocimientos previos o avanzados, ni el manejo de las matemáticas.

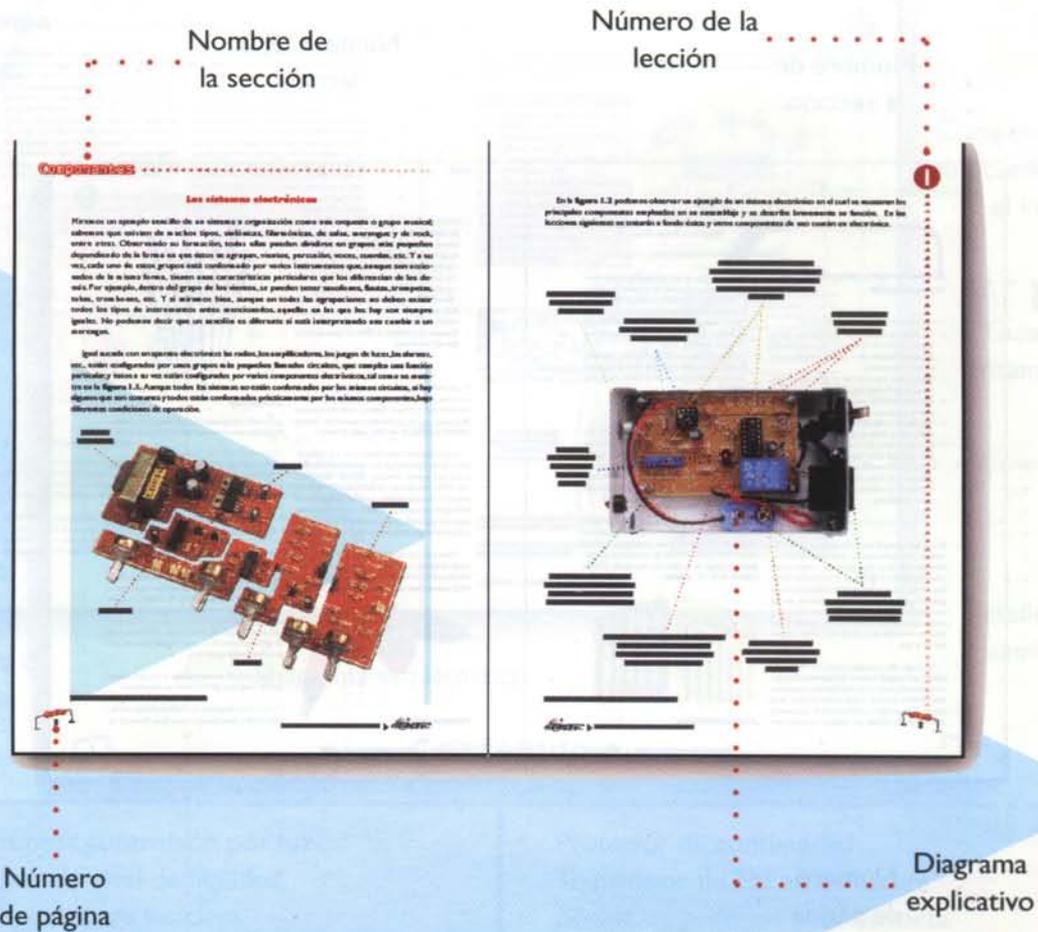
Saber electrónica en nuestros días no es un privilegio de unos pocos, se ha convertido en una necesidad debido a que esta tecnología ha avanzado tan rápidamente que se encuentra en casi todas nuestras actividades y ha cambiado definitivamente nuestra forma de vivir.

El **Curso fácil de Electrónica Básica** está escrito en un lenguaje claro y fácil de entender, con una gran cantidad de ejemplos, experimentos e ilustraciones, pensando siempre en nuestros alumnos. El curso está dividido en cuatro secciones, cada una de ellas especializada en diferentes temas y actividades que combinan armónicamente la teoría con la práctica, metodología que ha distinguido los cursos de CEKIT, cuyos resultados didácticos han sido ampliamente comprobados.



Sección de componentes

Aquí se estudian individualmente cada uno de los componentes básicos que conforman los circuitos y sistemas electrónicos. Incluye además de su definición y teoría de funcionamiento, la forma de identificarlos, su notación, forma de prueba, simbología y unidad de medida, entre otros. Se incluye una gran cantidad de ilustraciones y fotografías explicativas que le ayudarán en la comprensión del tema.



Contenido

- Los componentes electrónicos
- Símbolos y diagramas electrónicos
- Los componentes electromecánicos
- Lámparas
- Pilas y baterías
- Las resistencias
- Los condensadores
- Las bobinas y los transformadores
- Los semiconductores y el diodo
- Los transistores
- Los tiristores
- Los circuitos integrados
- Los componentes optoelectrónicos
- Los transductores

Sección de electrónica práctica

Esta sección se ha desarrollado con el objeto de brindar a los lectores una explicación muy clara y detallada de las técnicas y procedimientos necesarios para el ensamblaje, prueba y reparación de circuitos y sistemas electrónicos. Con ella se pretende dotar al estudiante con los conocimientos, habilidades, destrezas y competencias necesarios para que pueda desarrollar en forma exitosa y productiva todos los procesos y pasos necesarios en la práctica de la electrónica.

Nombre de la sección

Número de la lección

Selección de herramientas



Condiciones al usar las herramientas

- Usar siempre una línea que sea clara como marcación al cortar o la línea de la línea.
- No usar demasiado la línea en el corte para evitar la rotura de la línea.
- No aplicar demasiado presión sobre la línea.
- No cortar demasiado rápido.
- Usar la línea correcta verificando el tamaño de corte por página para que el corte sea uniforme y pulido.
- Colocar la línea con la línea hacia adelante, ya que cuando se separa de una línea, cuando se hace el corte. Si el espacio de la línea no corta.

El corte de la línea

Las herramientas de corte para producir un perfil de una línea de metal o otro material. Consisten en una pieza cilíndrica de acero, una línea de alambre y una manija de plástico, una línea de alambre y una manija de plástico. Cuando se usa la línea de alambre, se hace un corte de alambre. La línea se forma helicoidal o se separa de la línea. **Figura 1.12**

La línea de alambre se separa

Es una herramienta muy utilizada para cortar metales en electrónica se usa para cortar líneas de circuitos impresos, fibra de vidrio o otros materiales. **Figura 1.13** Consiste en un cabezal metálico con un eje de alambre que se inserta en un gancho sujetador de la línea de alambre, uno de sus extremos está marcado directamente en su línea y un resaca tipo resaca para cortar la línea. El resaca es ajustable para adaptarse a varias longitudes de la línea.

Las líneas más comunes son de 14, 18, 24 y 32 diámetros por página. Las líneas de acero rápido se usan al cortar y son fáciles para que el corte al proceso de corte la línea puede ser muy rápida. Para trabajar en electrónica se recomienda un tipo de 32 diámetro por página. **Figura 1.14**

Condiciones con las líneas

- Se debe verificar que tenga un buen filo, de lo contrario la línea y metales se van a romper.
- La línea puede ser de la línea de alambre.
- La línea se calienta mucho.
- La línea produce chispas o ruido agudo.
- El ruido producido tiene un fuerte olor.
- Para evitar la línea debe estar en posición correcta, de lo contrario puede producirse.
- Después de cortar, la línea se debe limpiar y guardar en su caja.

El trabajo manual

Es una herramienta diseñada para hacer perforaciones en líneas metálicas y otros materiales, por ejemplo se utilizan en cables para hacer perforaciones en cables de montaje, o para hacer líneas impresas. Todo lo anterior depende por un buen pago de línea.

Como se trabaja con las líneas

- Trabajar por el lado de la línea correcta para evitar el movimiento de la línea.
- Trabajar en posición de vertical de la línea para evitar la línea y evitar el ruido.
- La línea utilizada de la línea debe estar en posición correcta, de lo contrario puede producirse.
- Se va a trabajar y puede producirse.

Linea

Es una herramienta de mano de acero duro, que tiene un filo por el lado de la línea correcta o de la línea de alambre. Se utiliza para perforar metales y otros materiales y para hacer perforaciones. **Figura 1.15** Consiste en un eje de alambre que se inserta en un gancho sujetador de la línea de alambre, uno de sus extremos está marcado directamente en su línea y un resaca tipo resaca para cortar la línea. El resaca es ajustable para adaptarse a varias longitudes de la línea.

Para trabajar en electrónica se recomienda un tipo de línea que por su forma se denomina **Linea plana**. En ella se le da una línea de alambre y una línea de alambre que se le da una línea de alambre.



Número de página

Contenido

- Las herramientas en electrónica
- Los instrumentos básicos para mediciones eléctricas
- El *protoboard* o tablero de conexiones
- Diseño y fabricación de circuitos impresos
- Soldadura de componentes electrónicos
- Elaboración de *chasis* para proyectos electrónicos

- Ensamblaje de aparatos electrónicos
- Los manuales de reemplazos
- El banco de trabajo
- Diagnóstico y reparación de fallas en circuitos electrónicos
- Simulación de circuitos por computadora
- Búsqueda de información en la internet

Sección de proyectos

Incluye la fabricación de una gran cantidad de proyectos electrónicos sencillos, pero de una gran calidad tanto técnica como didáctica, que le servirán para desarrollar habilidades manuales y en el diseño de nuevos productos. Para cada uno de los proyectos se incluyen la teoría de funcionamiento, el diagrama o plano completo, la lista de materiales y la guía de ensamblaje.

Nombre de la sección

Teoría de funcionamiento

Lista de materiales

Número del proyecto

The image shows a page from a project kit manual. It contains several sections:

- Text:** Descriptions of the project's purpose and safety instructions.
- Diagrama esquemático:** A circuit schematic diagram with components labeled.
- Lista de materiales:** A list of parts including transistors, diodes, resistors, and capacitors.
- Guía de ensamblaje:** Step-by-step instructions for assembling the circuit board.
- Detalle del ensamblaje:** A close-up photo of the assembled circuit board.

Componentes que conforman el kit

Guía de ensamblaje

Detalle del ensamblaje

Número de página

Diagrama esquemático

Contenido

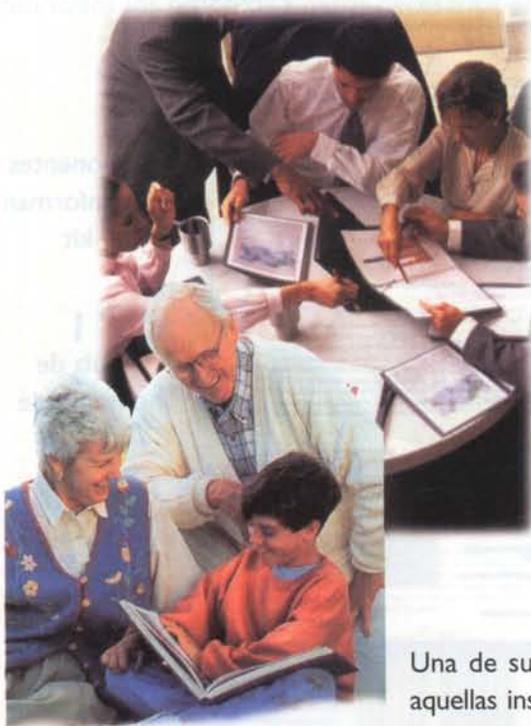
- Interruptor controlado por luz
- Medidor de nivel de líquidos
- Luz de giro para bicicleta
- Alarma electrónica temporizada
- Temporizador ajustable con relé
- Termómetro electrónico con indicador visual
- Fuente triple de poder
- Amplificador de audio con transistores
- Amplificador de audio monofónico con circuito integrado
- Amplificador de audio estéreo con circuito integrado
- Secuenciador de luces
- Interruptor activado por el tacto

- Probador de continuidad
- Transmisor de FM en miniatura
- Bocina de potencia para bicicleta
- Mezclador para micrófonos
- Miniórgano electrónico
- Probador de diodos
- Probador de transistores
- "Triqui" electrónico
- Dado electrónico
- Intervalómetro
- Intercomunicador
- Voltímetro luminoso
- Probador de reacción
- Y muchos más



A quienes va dirigido el curso

El **Curso fácil de Electrónica Básica** de CEKIT S.A. está dirigido a todas aquellas personas sin distinción de edad, sexo, ni actividad, con tendencia autodidacta, que estén interesados de una u otra forma en iniciarse en el conocimiento de la electrónica ya sea con fines académicos, lucrativos o simplemente como *hobby*. **Y más específicamente a:**



- **Docentes y Estudiantes de**
Colegios técnicos
Colegios de bachillerato académico con interés en la electrónica
- **Ingenieros**
De sistemas
Eléctricos
Mecánicos
- **Técnicos**
De radio y televisión principiantes
De computadoras
De mecánica y electricidad automotriz
De mantenimiento eléctrico y electrónico en todo tipo de industrias

Una de sus principales aplicaciones es servir como texto guía para aquellas instituciones educativas que incluyen la electrónica dentro de sus programas académicos.

Que aprenderá

El **Curso fácil de Electrónica Básica** de CEKIT S.A., complementado con el respaldo permanente de nuestra compañía, le proporcionará los conceptos y las habilidades prácticas necesarias para desenvolverse exitosamente en el campo de la electrónica. Gracias a esto y con un poco de iniciativa propia, usted podrá hacer de este curso no solo una fuente de conocimientos, sino que también le permitirá obtener ingresos adicionales. Por lo cual nuestro curso además de ser educativo, agradable y entretenido, es lucrativo.

Usted amigo lector, está invirtiendo en una obra de estudio, escrita con un lenguaje sencillo y ameno, a la que podrá tener acceso en su tiempo libre, ya sea en su trabajo, oficina o en su hogar y que le será entregada progresivamente en forma de fascículos semanales.

Además, usted como responsable de su propio aprendizaje y gracias a su disposición y a su interés por salir adelante, en poco tiempo podrá convertirse en un técnico de la electrónica.

Como se colecciona la obra

El **Curso fácil de Electrónica Básica** de CEKIT S.A., se publicará en 32 fascículos de circulación semanal y al finalizar el curso se agruparán en 3 tomos de pasta dura. Para facilitar la identificación de las secciones, ellas tienen un color diferente. Cada fascículo consta de 4 páginas de cubiertas y 20 páginas de contenido. De estas últimas, 8 están dedicadas a la sección de teoría, 4 a la sección de componentes, 4 a la sección de electrónica práctica y las 4 restantes a la sección de proyectos.



Las páginas de cada sección son encuadradas por separado. Debido a esto, debe desprender cuidadosamente de todos los fascículos las 4 páginas centrales de proyectos, las 4 páginas de electrónica práctica, las 4 páginas de componentes y las 8 restantes de teoría.

La distribución de los tomos es la siguiente:

- **Tomo 1: Teoría** (256 páginas)
- **Tomo 2: Componentes** (128 páginas)
- **Tomo 3: Electrónica práctica y proyectos** (256 páginas)

Lección I

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.



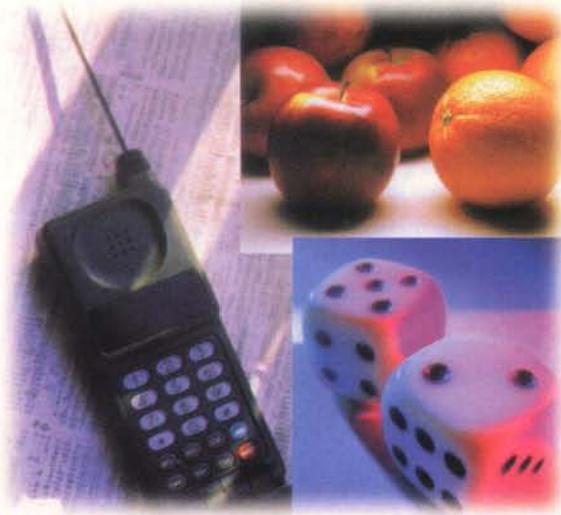


Figura 1.2. Estado sólido

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.

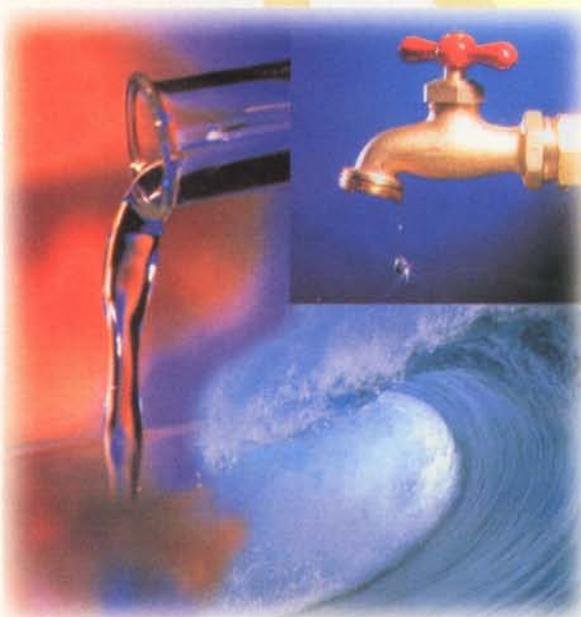


Figura 1.3. Estado líquido

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

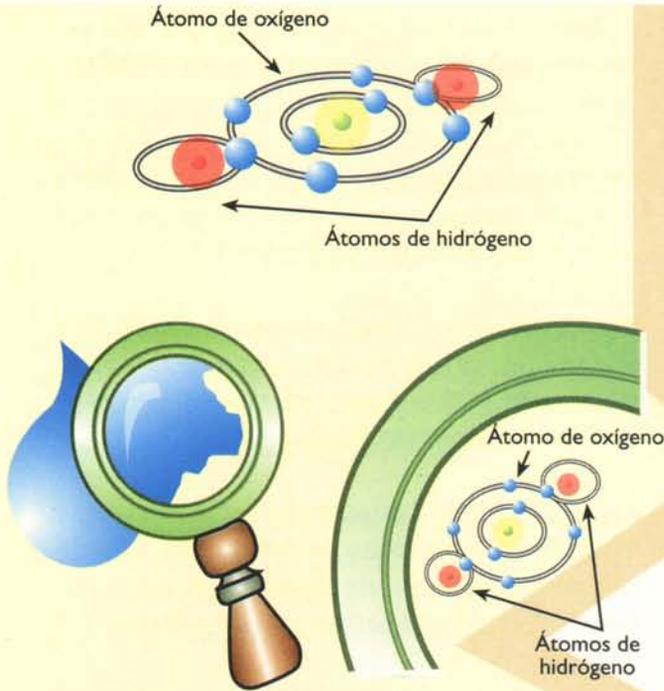


Figura 1.5. La molécula del agua

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.

peña 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.

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

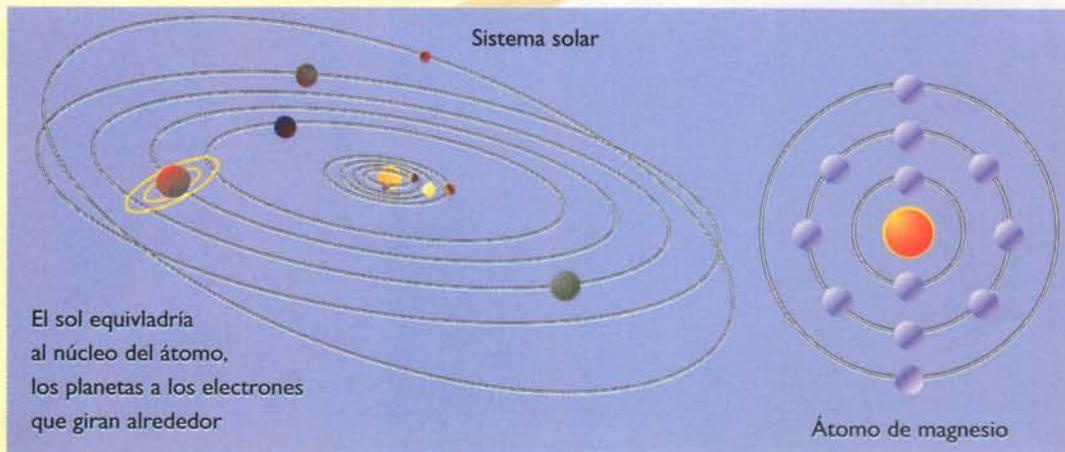


Figura 1.6. Analogía hecha por Niels Bohr



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**

La parte central es el núcleo que contiene dos tipos de partículas llamadas protones y neutrones y, alrededor de éste, en diferentes órbitas, giran a grandes velocidades otras partículas llamadas electrones.

Núcleo

Órbita

En el estudio de la electricidad y la electrónica, solo interesan los electrones y los protones, ya que estos son los encargados de producir los fenómenos eléctricos.

ELECTRONES

- Se encuentran girando en órbitas alrededor del núcleo.
- Se identifican con el signo menos (-), porque poseen carga o electricidad negativa.
- Son muy livianos.
- Participan activamente en la transmisión de energía eléctrica.

NEUTRONES

- Se encuentran siempre en el núcleo.
- Se identifican con el signo (±), porque no poseen carga.
- No participan activamente en la transmisión de energía eléctrica.

PROTONES

- Se encuentran siempre en el núcleo.
- Se identifican con el signo más (+), porque poseen carga o electricidad positiva.
- Son muy pesados.
- No participan activamente en la transmisión de energía eléctrica.

Figura 1.7. Representación moderna del átomo

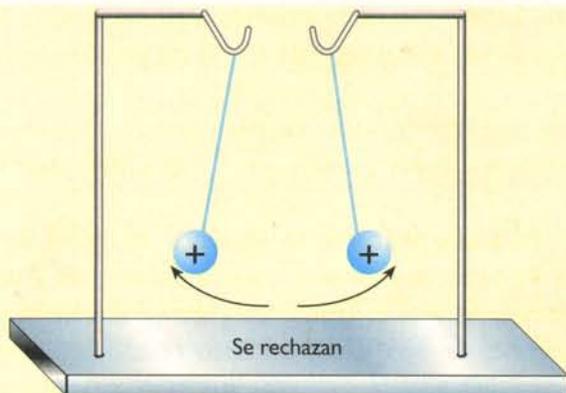


Figura 1.8. Cargas iguales se repelen

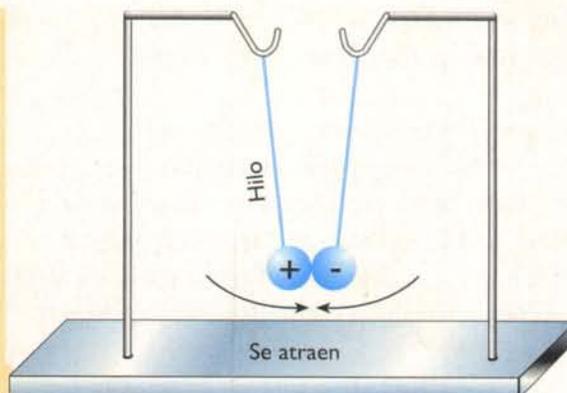


Figura 1.9. Cargas distintas se atraen

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-

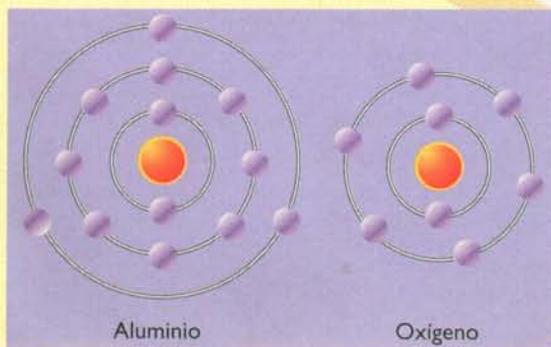


Figura 1.10. Número atómico

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.

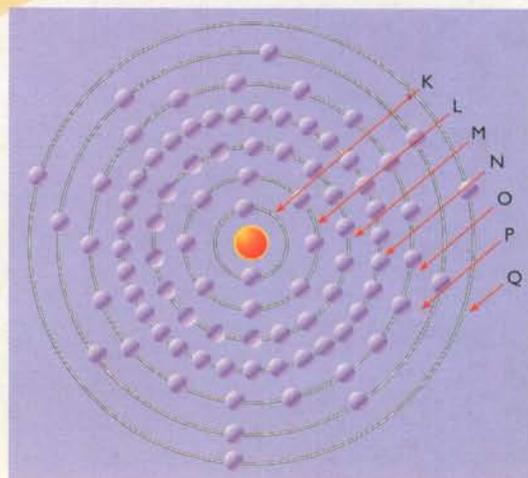


Figura 1.11. Niveles de energía

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 1.12**. 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.

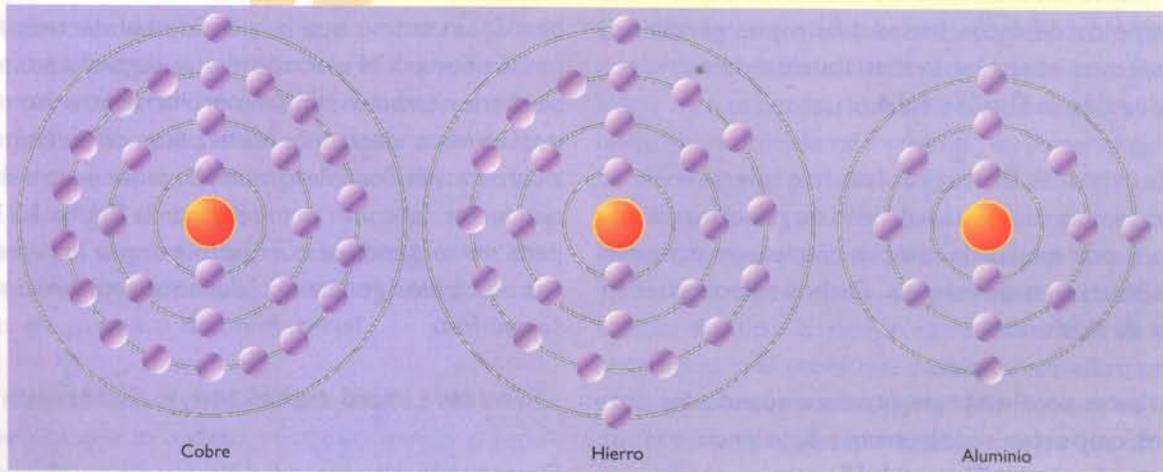


Figura 1.12. Átomos de los conductores

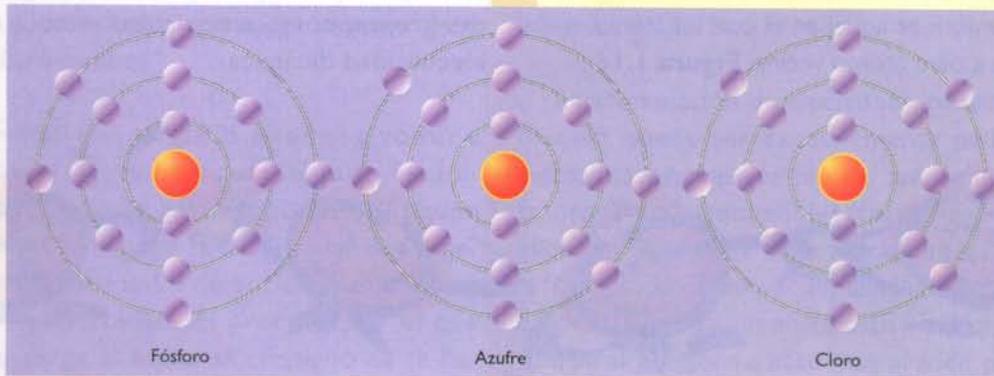


Figura 1.13. Átomos de los aislantes

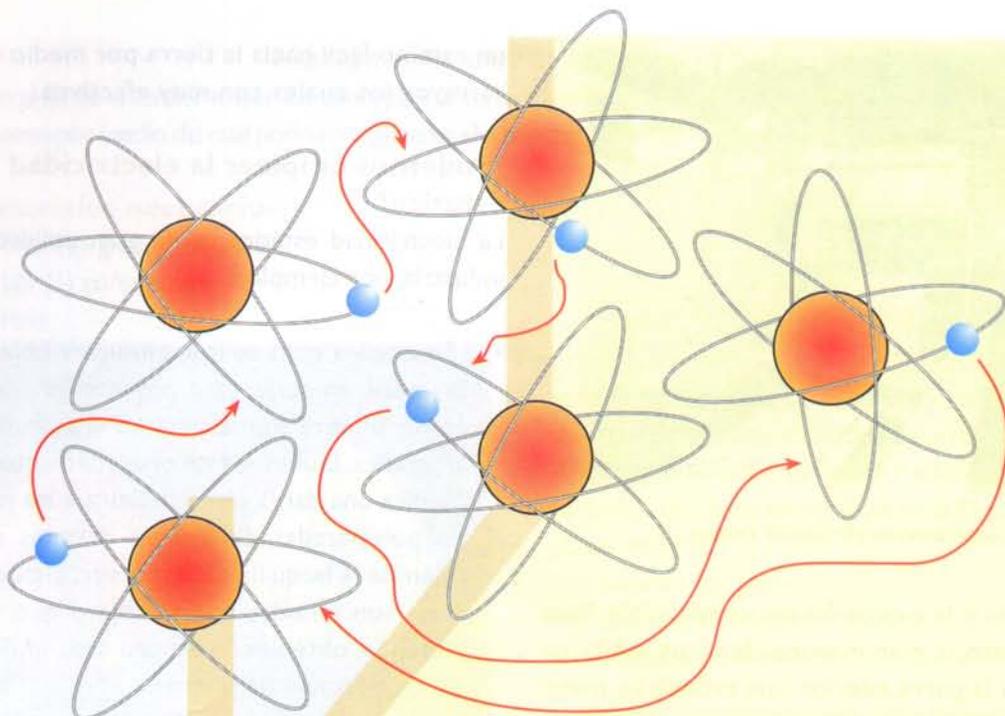


Figura 1.17. Electrones libres

¿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

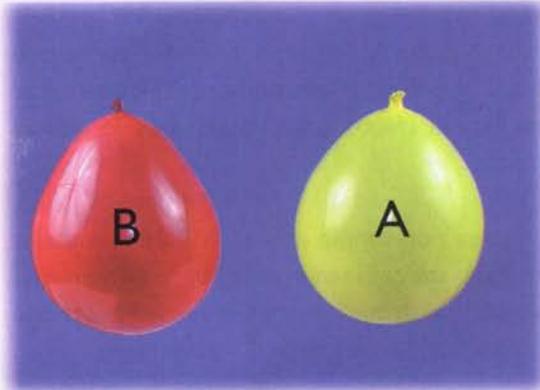


Figura 1.20

Procedimiento:

1. Infle dos globos de igual tamaño, sujételos pendiendo de un hilo y llámelos o márkelos 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?

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**.

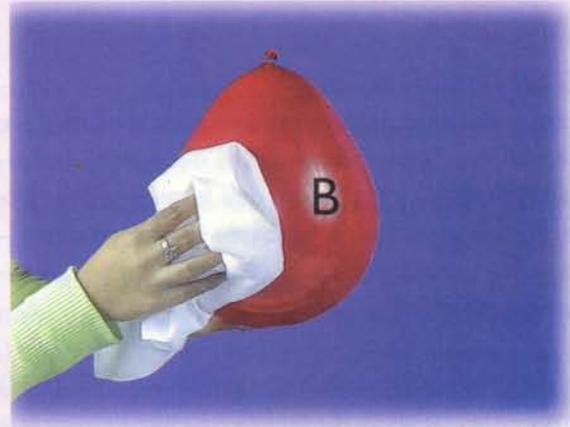


Figura 1.21

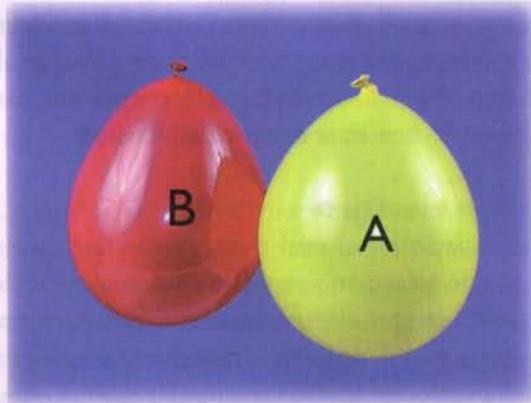


Figura 1.22

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

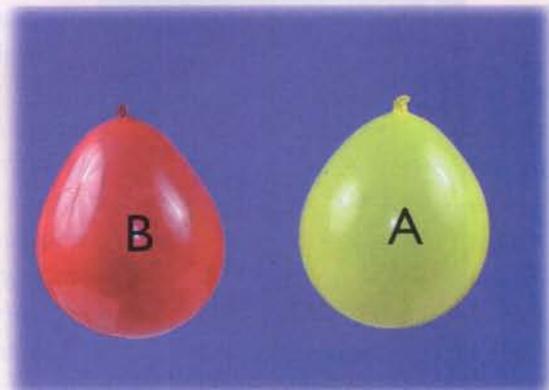


Figura 1.23

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

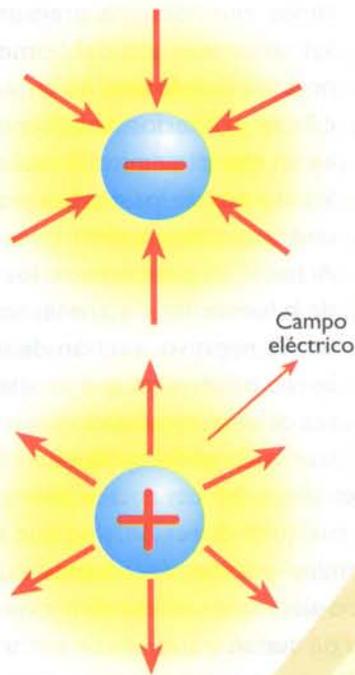


Figura 1.25. Campo eléctrico de una carga

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

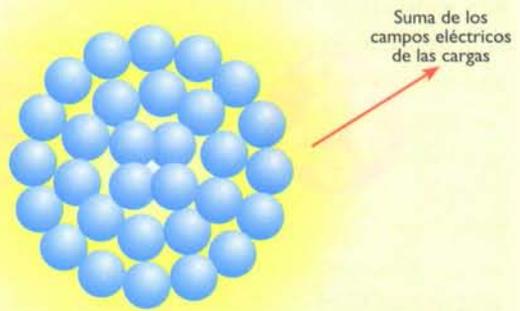


Figura 1.26. Campo eléctrico de un cuerpo

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-

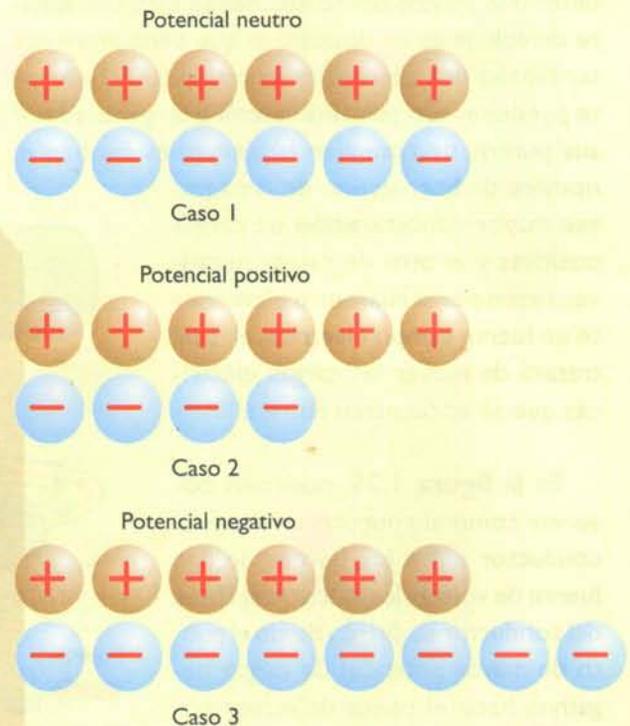


Figura 1.27. Potencial eléctrico

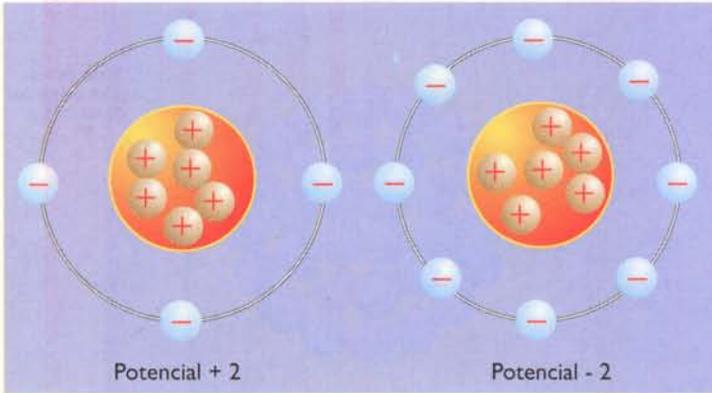


Figura 1.28. Diferencia de potencial

Podemos 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.

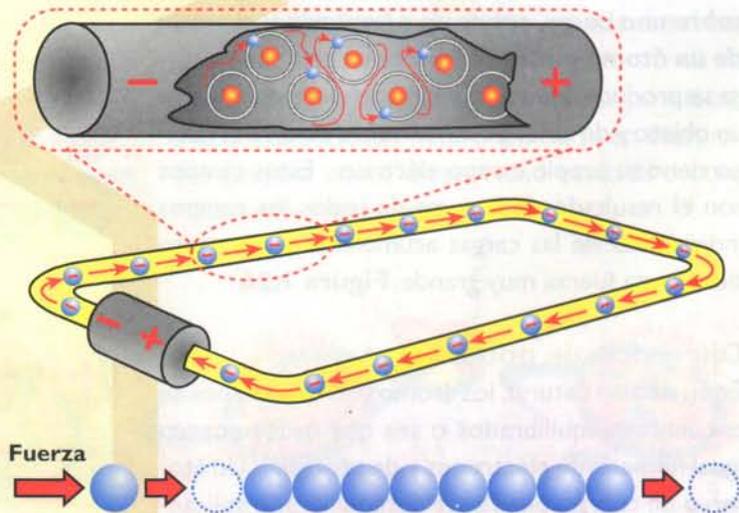


Figura 1.29. Circulación de los electrones

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 pei-



Figura 1.30. Producción de energía eléctrica por fricción

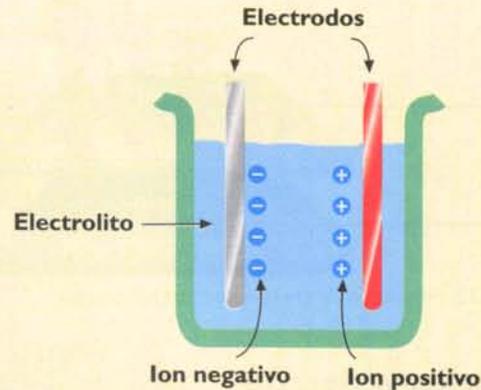


Figura 1.31. Producción de energía eléctrica por reacción química

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.

