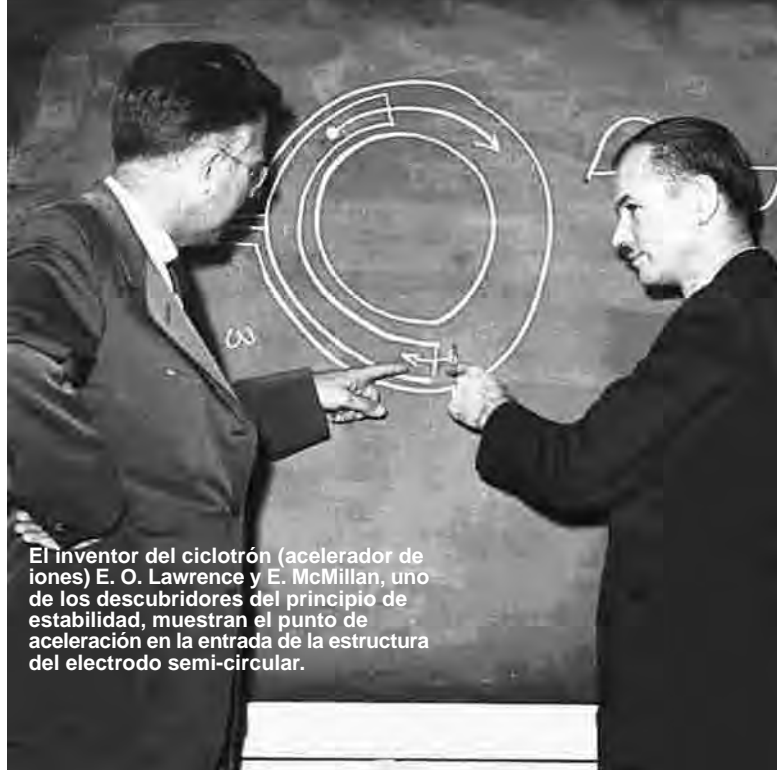


# Apoyo didáctico

## Una excelente oportunidad que puede utilizar el docente para comparar distintos tipos de fuerza

En el núcleo del átomo hay fuerzas que permiten atracciones entre protones, entre neutrones y entre neutrones y protones. La única condición que se requiere para que estas fuerzas actúen es que protones y neutrones tengan masa, y ¡ellos la tienen! También hay fuerzas electrostáticas de repulsión entre los protones, pues tienen cargas del mismo signo. Estas últimas son muchísimo mayores que las gravitatorias y destruirían al núcleo de no ser por un tercer tipo de fuerzas, las fuerzas nucleares fuertes, que se parecen a las gravitatorias en no tener nada que ver con la carga y sólo ser de atracción; pero se diferencian de las gravitatorias y de las electrostáticas en que son de mucho mayor intensidad y de corto alcance, por esto los nucleones (protones y neutrones) tienen que permanecer muy juntos, haciendo al núcleo tan pequeño.



El inventor del ciclotrón (acelerador de iones) E. O. Lawrence y E. McMillan, uno de los descubridores del principio de estabilidad, muestran el punto de aceleración en la entrada de la estructura del electrodo semi-circular.



El mundo de la química

## Capítulo II: De lo macro a lo micro

### Un poco de historia: Arístides Bastidas

Nació en San Pablo, estado Yaracuy, el 12 de marzo de 1924. Autodidacta, fue uno de los pioneros en la divulgación de la ciencia en Venezuela. Dirigió la página científica del diario El Nacional donde se insertó su columna "La ciencia amena". Cofundador de la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico en 1969 y fundador del Círculo de Periodismo Científico de Venezuela en 1974, se hizo acreedor de muchos premios nacionales e internacionales, entre los cuales está el Premio Kalinga (París, 1982) otorgado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). Produjo más de 20 libros entre los que se incluyen algunos muy relacionados con el contenido de este fascículo: "El átomo y sus intimidades", "Científicos del mundo" y "Aliados silenciosos del progreso". Consideró la divulgación de la ciencia como un instrumento para lograr la autodeterminación tecnológica y cultural de los países. Murió en Caracas en 1992.

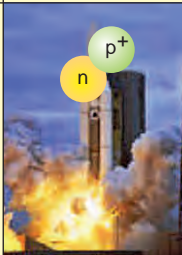
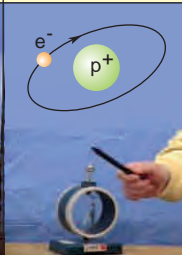
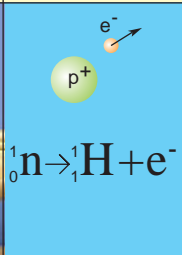
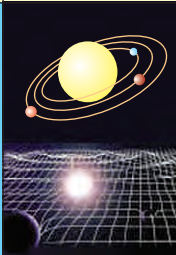


Fuente: Diccionario Multimedia de Historia de Venezuela (1999). Fundación Polar.

# Apoyo didáctico

## Una excelente oportunidad que puede utilizar el docente para comparar distintos tipos de fuerza

Hay fuerzas nucleares fuertes y débiles. Las fuertes son 100 veces más fuertes que las electrostáticas y muchísimo más fuertes que las gravitacionales y las denominadas fuerzas nucleares débiles. Las fuerzas fuertes son las que mantienen unidos a los nucleones dentro del núcleo. No tienen nada que ver con la masa ni con la carga. Por su parte las fuerzas nucleares débiles son las causantes de las transformaciones espontáneas entre especies nucleares como, por ejemplo, la transformación de un neutrón en un protón.

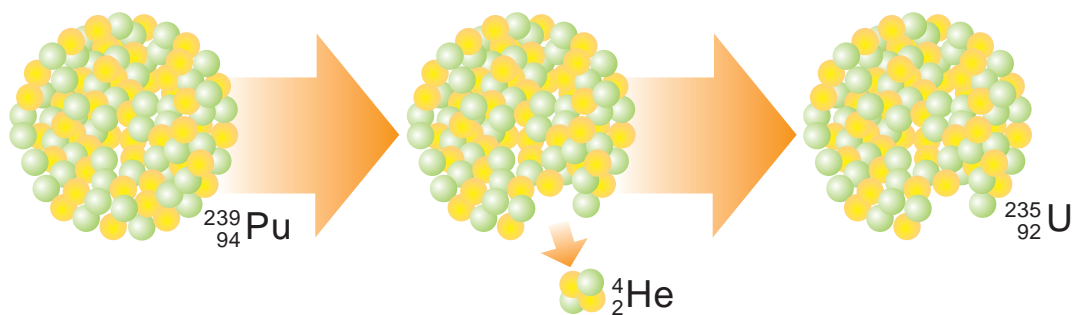
| FUERZA              | NUCLEAR   | ELECTROSTÁTICA   | DÉBIL   | GRAVITACIONAL   |
|---------------------|---|--|---|---|
| Intensidad relativa | 1   | $10^{-2}$  | $10^{-14}$  | $10^{-37}$  |
| Ejemplo             |  |  |  |  |

34

Una descripción de la estructura atómica, basada en la consideración de electrones, protones y neutrones es suficiente para explicar una parte del comportamiento químico de los materiales. Sin embargo, desde la tercera década del siglo XX, no sólo se configuró un modelo matemático del átomo en general, sino que se inició uno del núcleo y una serie de partículas que se fueron descubriendo. Al átomo que considera sólo protones, neutrones y electrones se lo llama "el átomo de los químicos".

## ¿Sabías que...?

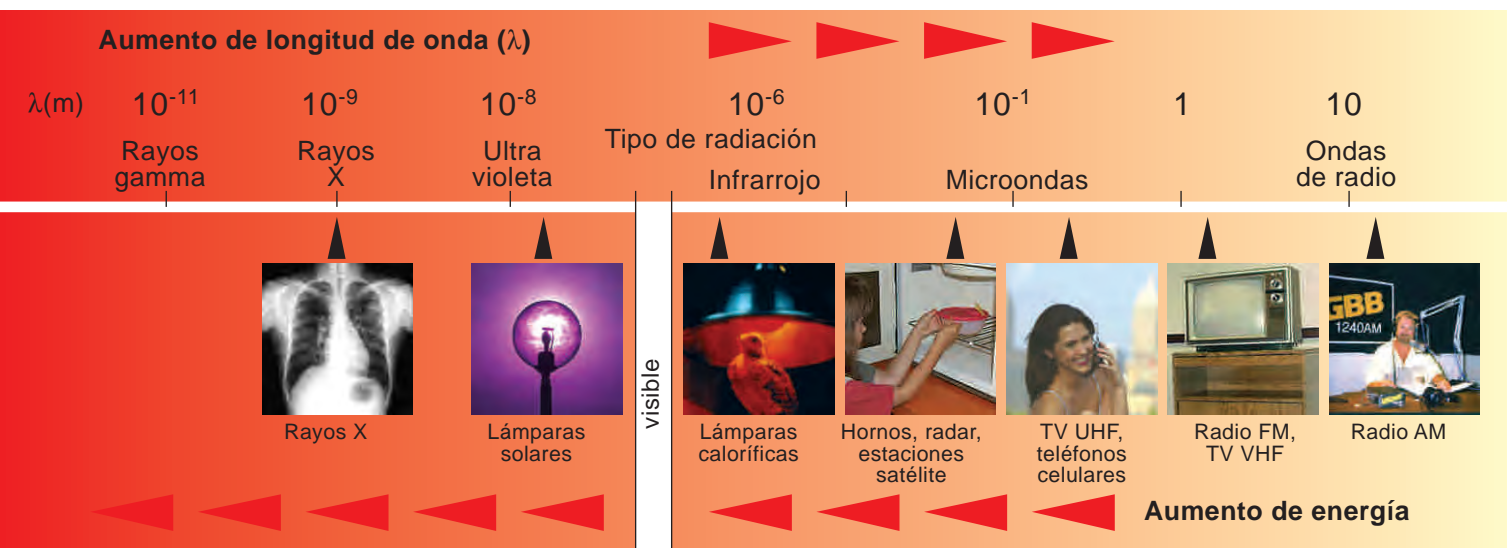
Cuando el número de protones y neutrones en el núcleo es muy grande, éste se hace inestable y comienza a emitir rayos ( $\alpha, \beta, \gamma$ ) para producir núcleos más estables. Los rayos  $\alpha$  son núcleos de helio y los  $\beta$  son electrones; en cambio los rayos  $\gamma$ , al igual que los rayos X y la radiación (ultravioleta, visible, infrarroja y microondas) son de naturaleza energética y formados por fotones.



La figura representa una reacción en la cual un núcleo de plutonio emite una partícula alfa para originar un núcleo de uranio.

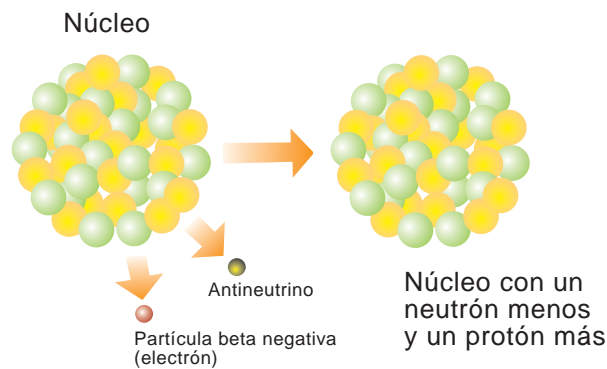
Primera muestra de plutonio obtenida durante la Segunda Guerra Mundial (1942).

La figura corresponde a las distintas regiones conocidas del espectro electromagnético y las aplicaciones de cada región. La energía aumenta de derecha a izquierda mientras que la longitud de onda aumenta de izquierda a derecha. Como puedes notar, la región visible es realmente angosta.



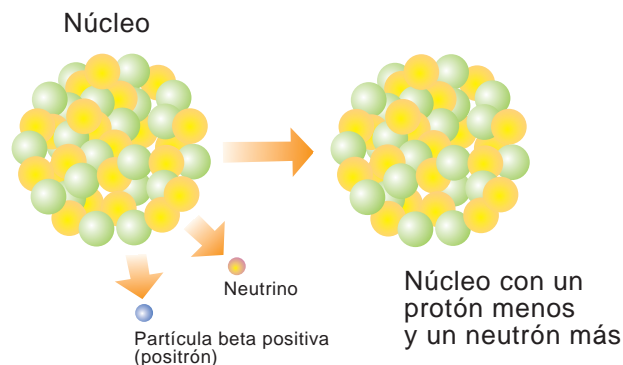
## Partículas y más partículas

Actualmente se sabe que en el átomo existen muchas partículas, además de los electrones, protones y neutrones. En 1928, Dirac predijo la existencia de antipartículas: antielectrón o positrón (un "electrón" cargado positivamente), antiprotón (un "protón" cargado negativamente) y antineutrón (que difiere del neutrón por tener spin opuesto, si uno es "hacia arriba" el otro es "hacia abajo"). A partir de los rayos cósmicos (núcleos atómicos, principalmente de hidrógeno, provenientes de las estrellas) y en los aceleradores de partículas, se han obtenido las antipartículas mencionadas y muchas más, como el neutrino ("pequeño neutrón") y su antineutrino, predichos por Pauli (1927) y Fermi (1934) respectivamente.



### Para pensar

Neutrino y antineutrino son partículas elementales sin carga y prácticamente sin masa, cuya existencia permite conservar la energía en las reacciones nucleares, además de otras leyes de conservación de la Física. Ellas son antipartículas entre sí. Entonces, ¿en qué propiedad difieren para ser consideradas antipartículas?





# “Zoológico” de partículas

El número de partículas descubiertas ha aumentado de tal forma, que motivó al físico norteamericano Murray Gell-Mann (a partir de 1953), y a otros científicos, a buscar un orden en ese "zoológico de partículas", por lo que se debía determinar cuáles eran las partículas elementales y cuáles se forman a partir de ellas. El electrón es una partícula elemental pues no posee estructura alguna. Pero, ¿ocurre lo mismo con el protón y con el neutrón? ¡Sorpresa! No son partículas elementales sino que están formadas por tres quarks. ¡Pero que no cunda el pánico! Los quarks dentro de los protones y neutrones están muy fuertemente atraídos entre sí, tanto que es imposible tener un quark separado de otro. Quarks y leptones son las unidades con las que se construye toda la materia. El electrón y los neutrinos se encuentran entre los leptones.

36

## Para pensar

Los dos quarks más frecuentes son denominados *arriba* (up) cuyo símbolo es *u*, y *abajo* (down) de símbolo *d*. El primero tiene carga  $+2/3$  y el segundo carga  $-1/3$ . Es sabido que el neutrón tiene carga cero y el protón carga 1. Ambos se forman a partir de tres quarks. ¿Cuál de las siguientes combinaciones corresponde al neutrón (n) y cuál al protón (p)?

( ) *uuu*      ( ) *uud*      ( ) *udd*      ( ) *ddd*

Lo verdaderamente importante no es que conozcas todas las partículas que existen, ni siquiera cuáles son las elementales. Lo realmente importante es disfrutar de la forma como se hace la ciencia, esa competencia maravillosa entre experimentación y teoría, donde a ratos una se adelanta a la otra, pero sin poder desprenderse, como los quarks.

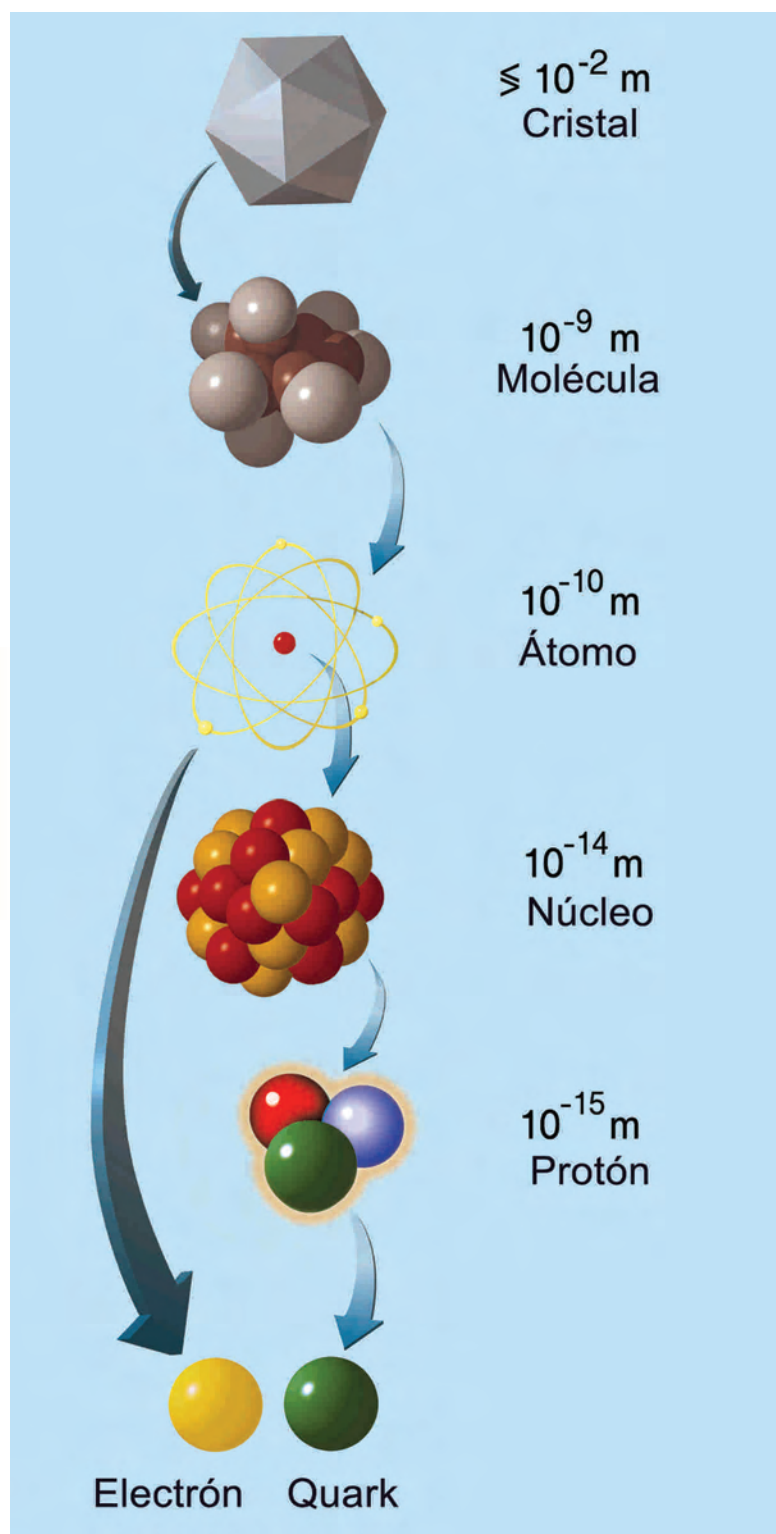


Ilustración de la aniquilación de un electrón y un positrón para transformarse en energía (rayos  $\gamma$ ). De esa forma, la materia se convierte en energía de acuerdo con la ecuación de Einstein;  $E=mc^2$ .

# Apoyo didáctico

Una oportunidad para que el docente aproveche las historietas de la televisión para aclarar algunos aspectos relacionados con las partículas elementales



Muchos personajes de las historietas tienen nombres relacionados con las partículas, como Jimmy Neutrón. Esto daría oportunidad para preguntar por qué creen que se escogió ese nombre para el pequeño genio inventor. Otros, como el gigante verde Hulk, en una de sus historias es encerrado en una fosa cubierta de antimateria. Esto daría entrada para discutir lo que es antimateria y qué propiedad tiene ésta que impide a Hulk escapar.



En la serie *Star Trek* (Viaje a las estrellas) había un personaje llamado Quark.

37



## Un poquito de historia: Murray Gell-Mann

Nació en Nueva York el 15 de septiembre de 1929. Estudiante brillante, obtuvo de su padre la pasión por la matemática y la ciencia. Su inclinación inicial fue hacia otros aspectos como: paleontología, lingüística y biología. Luego fue cautivado por la física. Obtuvo su doctorado en 1952, a los 23 años. En 1963, de forma independiente, él y su colega George Zweig presentaron la Teoría de los Quarks. En 1969 se hizo acreedor del Premio Nobel de Física. Se le deben las Teorías de la Extrañeza y la Cromodinámica, de gran importancia en el estudio de las partículas elementales. Ha compartido la docencia universitaria con la investigación. En 1994 escribió "El quark y el jaguar", trabajo en el cual insiste en su convencimiento de que la complejidad se origina de elementos simples: el jaguar proviene de los quarks.

## ¿Sabías que...?

El término quark es una palabra inventada por el escritor inglés James Joyce (1882-1941) en la frase: "Three quarks for the Muster Mark". Al físico Gell-Mann le cautivó la sonoridad de tal invento literario. Según Isaac Asimov (1920-1992), esto podría traducirse como "Tres cuartos para el señor Mark" y representaría una petición de una cantidad de cerveza.



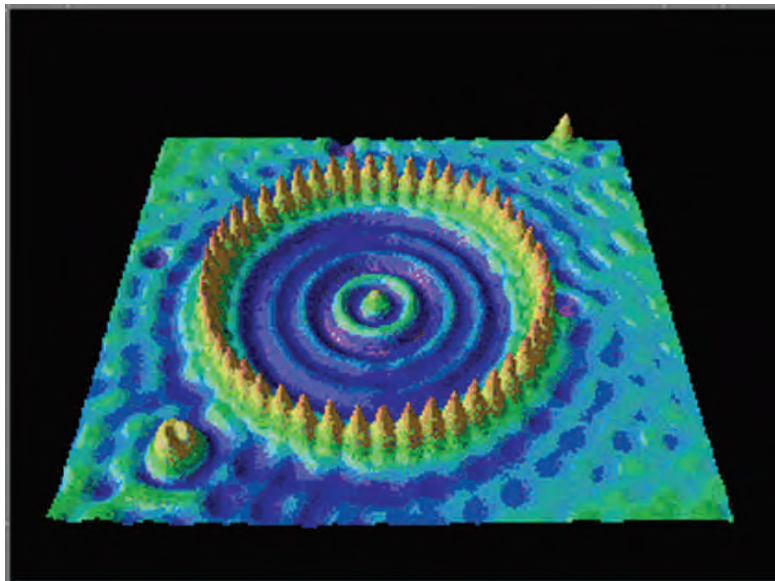


# ¿Cuán grandes son el núcleo y el átomo?

Para dar una idea del tamaño del núcleo y del átomo hay que usar unidades de medida muy pequeñas. Lo mismo ocurre con la masa de ambos. Si suponemos que un átomo tiene forma esférica, el radio del mismo sería  $1 \times 10^{-8}$  cm (0,000 000 01 cm).

El núcleo, que es 10 000 veces más pequeño, tendrá un radio de  $1 \times 10^{-12}$  cm (0,000 000 000 001 cm). Si bien el tamaño de los átomos difiere de un elemento a otro, siempre será tan pequeño que visualizar un átomo aislado es imposible.

Se tienen algunas imágenes que más que la estructura de los átomos nos dan información de su tamaño y disposición en un cristal. La masa de los átomos también difiere de un elemento a otro pero está alrededor de  $1 \times 10^{-24}$  g (0,000 000 000 000 000 000 001 g).



En 1986, el alemán Gerd Binnig y el suizo Heinrich Rohrer obtuvieron el Premio Nobel de Física, al desarrollar la técnica de "Microscopía de túnel de barrido" en los laboratorios de investigación de la IBM. Mediante esta técnica se obtienen imágenes, como la superior, donde se aprecia un corral circular de radio 7,13 nm formado por 48 átomos de hierro (los puedes contar), sobre una superficie de cobre metálico.

38



## Micro y macromundo: dos realidades estrechamente relacionadas

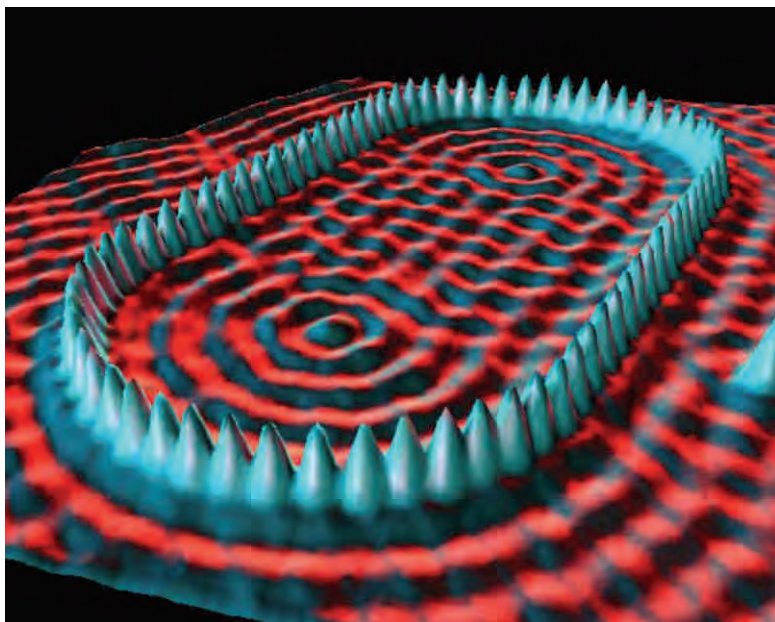
No vemos los átomos aislados, pero sus modelos han hecho posible explicar su comportamiento individual y colectivo que lleva a la formación de moléculas y a los estados de agregación. Esos modelos nos han permitido no sólo explicar y predecir comportamientos, sino también ser más asertivos en la utilización de los materiales existentes y en la preparación de nuevos materiales que contribuyen a mejorar cada vez más nuestra calidad de vida.

Las propiedades de los materiales que observamos, como dureza, maleabilidad, color, conducción eléctrica, conducción del calor y otras propiedades macroscópicas, si bien dependen de los átomos que forman el material y de la forma en que se disponen en el mismo, no son observables sino cuando se tiene en cuenta la presencia de gran cantidad de átomos, superior, incluso, al millón.



## ¿Sabías que...?

Para llenar una cuchara sopera se necesita un cuatrillón de moléculas de agua ( $1 \times 10^{24} = 1\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$ ).



Aquí podemos observar otra toma realizada con este tipo de microscopio de túnel de barrido denominada tipo "corral".



# Nanoestructuras

El hombre, a pesar de "sus manotas", avanza cada vez más en fabricar cosas muy pequeñas tales como agrupaciones de un número reducido de átomos. La estructura de estas agrupaciones determina sus propiedades. Algunas de estas agrupaciones serán de gran interés en medicina, por ejemplo, por poseer el tamaño adecuado para atacar microorganismos o para reparar estructuras dentro de nuestro cuerpo. Hoy en día se utilizan, por ejemplo, en la producción de películas de muy delgado espesor que protegen la vida de otros materiales. Estas agrupaciones de número reducido de átomos o moléculas son conocidas como nanoestructuras y los países invierten hoy grandes cantidades de dinero en la investigación en este campo, así como lo hacen en la producción de nuevos materiales.

Nano (nm) es un prefijo que significa  $10^{-9}$ . Referido al metro significaría  $10^{-9}$  m o  $10^{-7}$  cm. Si el tamaño de los átomos es del orden de  $10^{-8}$  cm, es evidente que en las nanopartículas se está trabajando con grupos formados por unos pocos átomos. Por ejemplo, en un cubo de 1 nm de arista hay aproximadamente unos 200 átomos. Para manipular cosas tan diminutas se necesitan nanomanipuladores controlados por computadoras y microscopios atómicos.

En el cine ya se habla de tecnologías "nano". En la película de ciencia-ficción-acción, "Yo, robot" (2004), ambientada en Chicago en el año 2035, Sonny, un robot diferente a los demás robots, debe inyectar "nanorobots" a un malvado engendro para evitar que tenga éxito una revolución que pretende someter a los humanos al dominio de los robots. Finalmente, el héroe de la película cumplirá esta misión para que Sonny salve a la heroína.

39



**Un poquito de historia:**  
**isaac asimov**

Escritor estadounidense (1920-1992). Su familia se trasladó a Nueva York cuando apenas tenía tres años. En la tienda de su padre comenzó a tener contacto con las revistas de ciencia-ficción. Asimov obtuvo su doctorado en bioquímica en 1948. Ejerció la docencia hasta 1958 cuando se dedicó por completo a escribir. Hizo grandes contribuciones a la divulgación de la ciencia a través de su trabajo como historiador y novelista de ciencia-ficción. Entre sus obras, más de 500, se destacan: *Yo Robot* (1950), *Los propios dioses* (1972), *Enciclopedia Biográfica de la Ciencia y la Tecnología* (1964, revisada en 1982), *Breve Historia de la Química* (1975) y *Átomo* (1991), además de sus series sobre "las Fundaciones". Opinó que todo lo que existe es producto del esfuerzo de los seres humanos en el curso de su historia.

## Apoyo didáctico

Partiendo de los modelos atómicos, el docente debe hacer énfasis en para qué se formulan modelos.

¿Cómo creer en la existencia de algo que no podemos ver por ser muy pequeño o muy grande o muy complejo? La respuesta es simple: se elaboran modelos para explicar y predecir. Los griegos sustentaron sus modelos en el razonamiento; posteriormente fue necesaria una concordancia entre razonamiento y hechos observados, sobre todo de procedencia experimental. Sus resultados no sólo debían ser comprobables sino también comunicables, para lo cual los modelos son de gran utilidad. Cada modelo nos permite formarnos una imagen de cómo deberían ser los objetos de acuerdo con su comportamiento. Mientras más rasgos de su comportamiento puedan ser explicados con el modelo, más útil será éste.

Es aconsejable que con materiales de bajo costo el docente trate de que sus estudiantes elaboren maquetas sobre aspectos presentados en este fascículo, lo cual le permitirá estimar la comprensión de estos temas por parte de sus alumnos.



Ti = 50      Zr = 90      ? = 180.  
 V = 51      Nb = 94      Ta = 182.  
 Cr = 52      Mo = 96      W = 186.  
 Mn = 55      Rh = 104,1      Pt = 197,4  
 Fe = 56      Ru = 104,1      Ir = 198.  
 Ni = Co = 59      Pl = 106,5      Os = 199.  
 Cu = 63,4      Ag = 108      Hg = 200.  
 Zn = 65,2      Cd = 112  
 ? = 68      Ur = 116      Au = 197?  
 ? = 70      Sn = 118  
 As = 75      Sb = 122      Bi = 210  
 Se = 79,4      Te = 128?  
 Cl = 35,5  
 K = 39  
 Ca = 40  
 ? = 45  
 ?Er = 56      La = 54  
 ?Yt = 60      Di = 95  
 ?It = 75,6      Th = 118?



# Capítulo III:

|  |          |           |           |           |           |           |           |           |          |          |           |           |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 1<br>H   |          |           |           |           |           |           |           |           |          |          |           |           |           |          |          |          | 2<br>He  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 3<br>Li  | 4<br>Be  |           |           |           |           |           |           |           |          |          |           | 5<br>B    | 6<br>C    | 7<br>N   | 8<br>O   | 9<br>F   | 10<br>Ne |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 11<br>Na   | 12<br>Mg |           |           |           |           |           |           |           |          |          |           | 13<br>Al  | 14<br>Si  | 15<br>P  | 16<br>S  | 17<br>Cl | 18<br>Ar |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc  | 22<br>Ti  | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni | 29<br>Cu | 30<br>Zn  | 31<br>Ga  | 32<br>Ge  | 33<br>As | 34<br>Se | 35<br>Br | 36<br>Kr |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 37<br>Rb   | 38<br>Sr | 39<br>Y   | 40<br>Zr  | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd | 47<br>Ag | 48<br>Cd  | 49<br>In  | 50<br>Sn  | 51<br>Sb | 52<br>Te | 53<br>I  | 54<br>Xe |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 55<br>Cs   | 56<br>Ba | 71<br>Lu  | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt | 79<br>Au | 80<br>Hg  | 81<br>Tl  | 82<br>Pb  | 83<br>Bi | 84<br>Po | 85<br>At | 86<br>Rn |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 87<br>Fr   | 88<br>Ra | 103<br>Lr | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Bh | 108<br>Hs | 109<br>Mt |          |          |           |           |           |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>57<br/>La</td><td>58<br/>Ce</td><td>59<br/>Pr</td><td>60<br/>Nd</td><td>61<br/>Pm</td><td>62<br/>Sm</td><td>63<br/>Eu</td><td>64<br/>Gd</td><td>65<br/>Tb</td><td>66<br/>Dy</td><td>67<br/>Ho</td><td>68<br/>Er</td><td>69<br/>Tm</td><td>70<br/>Yb</td> </tr> <tr> <td>89<br/>Ac</td><td>90<br/>Th</td><td>91<br/>Pa</td><td>92<br/>U</td><td>93<br/>Np</td><td>94<br/>Pu</td><td>95<br/>Am</td><td>96<br/>Cm</td><td>97<br/>Bk</td><td>98<br/>Cf</td><td>99<br/>Es</td><td>100<br/>Fm</td><td>101<br/>Md</td><td>102<br/>No</td> </tr> </table> |          |           |           |           |           |           |           |           |          |          |           |           |           |          |          |          |          | 57<br>La | 58<br>Ce | 59<br>Pr | 60<br>Nd | 61<br>Pm | 62<br>Sm | 63<br>Eu | 64<br>Gd | 65<br>Tb | 66<br>Dy | 67<br>Ho | 68<br>Er | 69<br>Tm | 70<br>Yb | 89<br>Ac | 90<br>Th | 91<br>Pa | 92<br>U | 93<br>Np | 94<br>Pu | 95<br>Am | 96<br>Cm | 97<br>Bk | 98<br>Cf | 99<br>Es | 100<br>Fm | 101<br>Md | 102<br>No |
| 57<br>La   | 58<br>Ce | 59<br>Pr  | 60<br>Nd  | 61<br>Pm  | 62<br>Sm  | 63<br>Eu  | 64<br>Gd  | 65<br>Tb  | 66<br>Dy | 67<br>Ho | 68<br>Er  | 69<br>Tm  | 70<br>Yb  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
| 89<br>Ac   | 90<br>Th | 91<br>Pa  | 92<br>U   | 93<br>Np  | 94<br>Pu  | 95<br>Am  | 96<br>Cm  | 97<br>Bk  | 98<br>Cf | 99<br>Es | 100<br>Fm | 101<br>Md | 102<br>No |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |