



Energía Nuclear

Con este número, la revista ESTUDIOS se propone iniciar una serie de artículos acerca de un tema de tanta actualidad e interés, tanto en la esfera científica, como también en el ámbito de nuestra vida diaria. Estarán a cargo del Rdo. F. Ricardo J. Cocito S. J., ingeniero civil al ingresar a la Compañía de Jesús. Finalizados sus estudios en las Fac. de Filosofía y Teología de San Miguel, tuvo oportunidad de retomar su contac-

La primera noticia acerca de esta sorprendente energía la tuvimos en agosto de 1945: la bomba atómica y su terrífico poder de destrucción. En toda explosión, como la de una bomba ordinaria, una cantidad muy grande de energía es liberada en un tiempo muy corto; esta combinación es la causa de la destrucción. En una bomba atómica ambos factores contribuyen a intensificar sus efectos: la cantidad de energía liberada es enormemente más grande, y a una fracción de milonésima de segundo es reducido el tiempo en que se desarrolla dicha energía.

Este fue el primer "éxito" de la era nuclear, luego del descubrimiento de la fisión en cadena (fenómeno básico como más adelante veremos) lograda en la Universidad de Chicago en diciembre de 1942.

ALCANCE DE LA ENERGIA NUCLEAR

Años más tarde fue alcanzado el modo de controlar esa colosal energía, y su consiguiente utilización para fines pacíficos. En los países que marchan a la vanguardia del progreso técnico-industrial se nota un continuo aumento en la cantidad de electricidad producida por usinas nucleares, y en nuestro país se acaba de concretar la instalación, en la localidad de Atucha, de una usina de ese tipo que será la primera en Sudamérica. Dado que la demanda de energía eléctrica se incrementa año tras año, el empleo del combustible nuclear resulta muy oportuno, pues las reservas del combustible fósil no son inexhaustibles (el agotamiento de las del medio oriente está previsto para fines de siglo), y, además, el

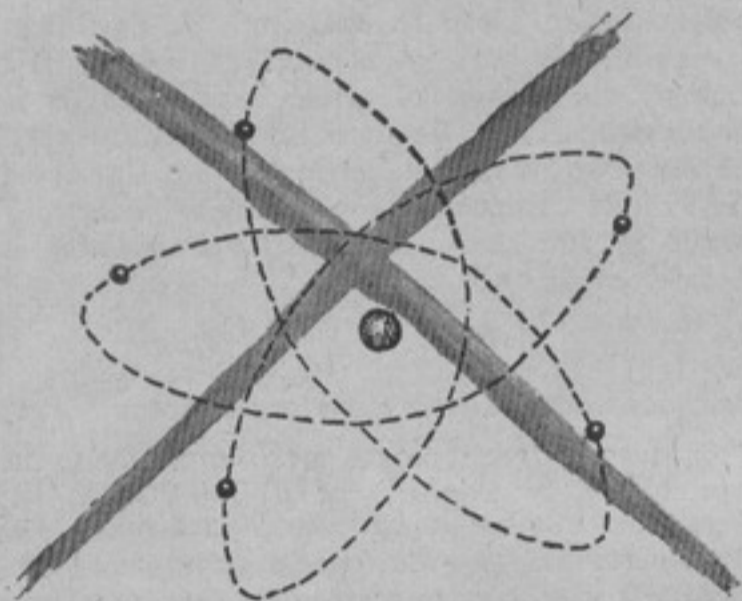
costo del kilovatio-hora generado en base al combustible nuclear comienza a ser competitivo con el convencional.

La energía nuclear ha ampliado ya el ámbito de su empleo. Está siendo usada como alma para accionar algunos submarinos y naves, incluyendo el rompehielos Lenin y el barco carguero Savannah. Además de las aplicaciones de las radiaciones nucleares en medicina y agricultura, en la industria, materiales radioactivos son diversamente empleados: para registrar el nivel del acero fundido dentro de los hornos donde la temperatura es demasiado alta para los medidores ordinarios, o para controlar el espesor de láminas de acero o de papel. El químico las usa para investigar reacciones químicas. Aun el arqueólogo ha ganado: él puede conocer la edad de antiguos objetos por medio de la cantidad de radiación emitida durante los siglos que han estado bajo tierra.

No cabe duda que en un futuro próximo los científicos descubrirán más modos de domesticar el átomo para uso del hombre.

Para entender el origen, producción, empleo y peligros de la energía nuclear se hace necesario, empero, un conocimiento previo del átomo y su estructura. Todos hemos oído hablar del átomo como de un núcleo compuesto por protones y neutrones y rodeado por electrones, pero no a muchos les constan las razones y motivos que han inducido a los físicos a dibujar el átomo según ese modelo. Más aún, ese modelo sensible de los electrones orbitando alrededor del núcleo hace tiempo dejó de ser la imagen científica del átomo, quedando tan sólo como modelo didáctico a falta de otro más plausible. Desde hace cuaren-

ta largos años, en efecto, la nueva mecánica cuántica nos viene describiendo al átomo como algo mucho más sofisticado, tanto que en expresión de los eminentes físicos Teller y Latter "es más difícil transmitir la idea de un átomo mediante un dibujo que dibujar lo soñado la noche anterior". El conocimiento de los detalles de la estructura íntima de un átomo afortunadamente no es indispensable para una clara comprensión de sus maravillosas manifestaciones en forma de energía nuclear. La concepción mecanocuántica, de todos modos será insinuada en su oportunidad, esforzándonos por evitar mayor confusión que iluminación. Tendremos en cuenta a un lector no familiarizado con la física actual.



EL DESCUBRIMIENTO DEL ATOMO

Desde antiguo el hombre aplicó el poder de su cerebro a la exploración del mundo que lo rodea. En primer lugar trató de dividir y agrupar los distintos cuerpos, preguntándose acerca de su naturaleza física y sus componentes básicos. Sobre esto han sido muy diversas y encontradas las opiniones. Fuego, aire, tierra y agua serían los cuatro elementos fundamentales para algunos. Mucho tiempo después se pensó que el éter sería la "quinta esencia" de los antiguos y último constitutivo de los cuerpos celestes. En los tiempos de Sócrates, los filósofos griegos como Demócrito, enseñaban que toda la materia estaba hecha de partes individuales muy pequeñas. Estas partículas dotadas de estas o aquellas cualidades unidades de diversos modos explicarían las variedades y diferencias del mundo material. Esas partículas pensadas como simples, indivisibles, fueron bautizadas con el nombre de "átomos". Nadie introdujo argumentos valederos para estas ideas, pero la tradición continuó a través de los tiempos. En los tiempos modernos, los alquimistas primero y luego los químicos lograron separar ciertas sustancias, plata por ejemplo, que por más que fueran divididas, las partes resultantes presentaban siempre las mismas cualidades que el todo. Estas sustancias fueron llamadas "elementos".

Para el año 1800, aproximadamente 25 ó 30 sustancias habían sido reconocidas como elementos. Ahora sabemos que existen 92 que se encuentran en forma natural: hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, aluminio, hierro, níquel, cobre, iodo, radio, . . . y uranio. Unos 10 más se pueden producir en pequeñas cantidades en el laboratorio por medio de los métodos más modernos de la física nuclear. La importancia de un elemento para uso económico puede hacérselo aparecer familiar. Sin embargo muchos elementos comunes, como el oro usado por el joyero y el dentista, el tungsteno usado en la bombilla incandescente y el tubo de radio, y el cromo usado en los automóviles, son escasos entre los elementos de los cuales la tierra está formada.

Otras sustancias, en cambio, aunque bien estables como p. e. el agua, la sal, el azúcar de caña, al ser manipuladas por los químicos han revelado no ser simples como los anteriores, por el contrario se han manifestado como constituidas por ellos. El agua está constituida por hidrógeno y oxígeno, el azúcar de caña puede ser descompuesto en carbono y agua.

La mayoría de los materiales que se encuentran en la tierra están en forma de "compuestos" de elementos. Casi toda la materia de los seres vivos —aun los compuestos más complejos de los cuales nosotros estamos hechos— consisten sólo de unas dos docenas de elementos, siendo los más abundantes: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, magnesio. . .

Los químicos continuaron por largos años pesando en la balanza (el gran instrumento del siglo pasado) las partes componentes de toda reacción química así como su producto. A principios del siglo pasado obtuvieron el deseado fruto de su paciente y constante trabajo. Sus experimentos les permitieron afirmar que toda sustancia compuesta está siempre constituida no sólo por los mismos elementos sino que además sus pesos se hallan siempre en la misma proporción. Así, un gramo de hidrógeno se combina siempre con ocho gramos de oxígeno para formar nueve gramos de agua. Si uno tratara de combinar 2 gramos de hidrógeno con 8 de oxígeno obtendría tan sólo 9 gramos de agua más un resto de 1 gramo de hidrógeno. Estos resultados indujeron a John Dalton, profesor en Manchester, a enunciar su teoría atómica en 1808.

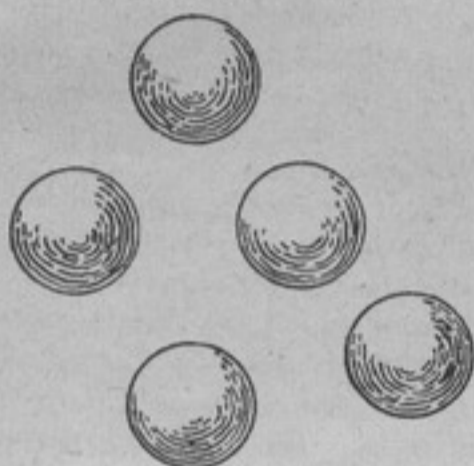
La idea tan antigua de que las sustancias están constituidas por partículas iguales, surgió, pues, nuevamente a principios del siglo pasado, pero esta vez fundada en observaciones y hechos experimentales y no en la mera intuición. A la partícula mínima que todavía conserva todas las cualidades de la sustancia que constituye se la llamó "molécula" (pequeño conjunto). Así hablamos de las moléculas de agua, de sal. . .

Los elementos de que está formada cada molécula son los denominados "átomos" en la nueva teoría atómica enunciada por Dalton, perfeccio-

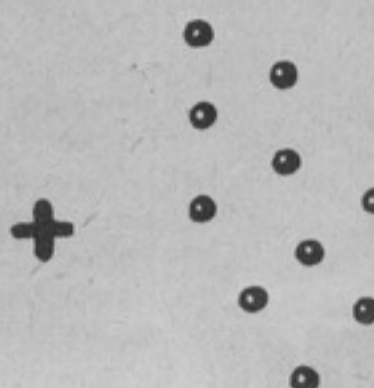
nada más tarde por Gay-Lussac como consecuencia de su investigación sobre las relaciones de los volúmenes gaseosos que intervienen en una reacción química.

Consideraciones basadas en cuidadosas medidas de componentes y productos de toda reacción química, y en las medidas de sus volúmenes gaseosos, permitieron establecer durante el siglo pasado los pesos relativos de casi todo los átomos, el más liviano de los cuales resultó ser el de hidrógeno.

átomos de oxígeno
(8 gramos)



átomos de hidrógeno
(1 gramo)



moléculas de agua
(9 gramos)



PESO COMPARATIVO DE LOS ATOMOS

Eligiendo al elemento hidrógeno como término de comparación, y asignándole consiguientemente el valor unitario para su masa, a la masa del oxígeno le corresponde el valor 16. A medida que las reacciones químicas permitían relacionar a los demás elementos, aquellos recibían un número característico: su peso relativo al del hidrógeno. Así se rotuló al carbono con 12, al nitrógeno con el 14, al sodio con el 22... La elección del hidrógeno resultó poco feliz pues son pocos los elementos que se combinan con él, de modo que la comparación había de ser indirecta. Para superar esta dificultad fue elegido el oxígeno por los químicos, pues los demás elementos se combinan fácilmente con él (por combustión).

Hemos avanzado ya hasta el año 1885. Con el correr del siglo la balanza de precisión se había ido perfeccionando: el peso relativo del hidrógeno resultaba ahora 1,008 en lugar de ser exactamente 1 con respecto al nuevo término de comparación, el oxígeno de peso 16. Debido a consideraciones que más adelante veremos, en 1960 fue adoptado como nuevo patrón el carbono de peso 12.

PESOS Y MEDIDAS ABSOLUTAS DE LOS ATOMOS

Las dimensiones de los átomos son tan inimaginablemente pequeñas que no puede pensarse siquiera en hacer una medición directa.

La primera medida plausible fue hecha por el

científico Loschmidt en 1865. Usando relaciones entre la viscosidad de un gas, el número de moléculas por centímetro cúbico y el tamaño de las mismas, y la densidad del líquido formado al ser condensado dicho gas, obtuvo los deseados valores absolutos, aunque debido a las suposiciones hechas esos valores resultan tan sólo aproximado. Las cifras obtenidas fueron las siguientes: 200.000.000 de moléculas de oxígeno en un centímetro cúbico, y como el peso de éste es de 0,001429 gramos, dividiendo esta cantidad por

la anterior tendremos el peso aproximado de una molécula de oxígeno: 0,000.000.000.007145 de gramo. Y puesto que una molécula de oxígeno contiene dos átomos el peso de cada uno de ellos será la mitad de la última cantidad.

Una medida grosera del diámetro de una molécula de aceite puede ser obtenida mediante el siguiente sencillo experimento. Una gota de aceite se derrama sobre una superficie de agua cubierta con polvo de licopodio. La mancha de aceite, bien delineada por dicho polvo, se irá extendiendo hasta convertirse en una película, digamos de una molécula de espesor. Dividiendo el volumen de la gota por el área de la mancha obtenemos el espesor de la película, esto es, el diámetro de una molécula. Dependiendo de la clase de aceite usado, el resultado oscilará alrededor de 0,000 000 3 de centímetro.

Dalton y sus colegas creyeron que el átomo no sólo era indivisible sino, además, algo lleno, sólido, neutro. Ayudados por esa imagen hicieron progresar no poco el conocimiento del microcosmos. Ellos, sin embargo, como todo científico auténtico, fueron conscientes de lo poco que todavía se conocía acerca de la naturaleza.

El modelo atómico descrito constituye el punto de partida de la actual teoría atómica, cuya primera etapa desarrollada durante el siglo pasado hemos tratado de condensar en pocos párrafos. En la próxima entrega daremos cuenta de los principales hechos que obligaron a cambiar la imagen íntima del universo al tener que modificar sus últimos sillares, los simples átomos.

Ricardo J. Cocito S.J.