

# EL ANALISIS POR RADIATIVACION

Las aplicaciones de las radiaciones nucleares en la investigación científica son múltiples y diversas. Entre ellas figura la técnica del análisis por radiactivación de los elementos componentes de una muestra muy pequeña de sustancia a la que se convierte en radiactiva por medios artificiales. La utilización de este método analítico se está extendiendo cada vez más en diversas esferas científicas.

El análisis químico constituye el procedimiento más usual para determinar cualitativa y cuantitativamente los elementos constitutivos de una muestra de sustancia; ahora bien, este método presenta ciertas limitaciones. Por ejemplo, si la muestra que se analiza contiene solamente ligeros vestigios de un determinado elemento, es posible que estos vestigios no puedan ser descubiertos por medios químicos. Del mismo modo, si la muestra es muy pequeña, puede resultar difícil someterla al análisis químico. En tercer lugar, el propio proceso del análisis químico puede modificar la naturaleza de los elementos constitutivos de la muestra y hacer imposible una determinación correcta de vestigios muy pequeños.

Estas dificultades pueden ser superadas en gran medida mediante el análisis por radiactivación, el cual, aunque no constituye una técnica analítica que basta por sí sola para todos los fines, con frecuencia complementa útilmente otros métodos de investigación más amplios. Es más, en algunos sectores especializados, es el único método analítico de que se dispone.

## Principios y métodos

La primera fase del análisis por radiactivación consiste en radiactivar artificialmente la muestra. Entre las diversas maneras en que esto puede conseguirse, la más eficaz consiste en someter la muestra a un bombardeo neutrónico. Como es sabido, por regla general un átomo estable se vuelve inestable después de captar un neutrón. Dicho de otro modo, un isótopo estable de un elemento se convierte en radiactivo después de absorber neutrones. Por ejemplo, si un átomo de cobalto-59, que es estable, capta un nuevo neutrón, se convertirá en un átomo de cobalto-60 que es ya un isótopo radiactivo.

Una vez activada la muestra, es decir, una vez convertida en radiactiva, corresponde analizar las radiaciones emitidas por la misma. Este análisis revelará la naturaleza y la cantidad de los diversos elementos presentes en la muestra. Esto es posible porque la radiación que emite un determinado radioisótopo es característica para el mismo. No todos los radioisótopos emiten la misma radiación. Es más, aun cuando dos isótopos emitan el mismo tipo de radiación, la velocidad con que ambos se desintegran es distinta e inmutable para cada isótopo. La

mitad de los átomos de cualquier cantidad dada de un isótopo se desintegra en un período de tiempo determinado que es característico para cada radioisótopo. Este período, conocido con el nombre de período de semidesintegración, es una de las constantes que distinguen a los radioisótopos. Además, la energía de la radiación varía de un isótopo a otro, siendo conocidos los valores energéticos correspondientes a los distintos radioisótopos.

Este método analítico es relativamente nuevo y está siendo empleado y perfeccionado cada vez más. Desde luego, son varios los factores que tienden a crear inseguridades; los problemas que ello plantea sólo podrán resolverse a medida que se adquiera mayor experiencia práctica y que vayan evaluándose más a fondo los resultados. Por esta razón, se dejó sentir la necesidad de celebrar una reunión en la que expertos en esta esfera pudieran discutir las técnicas por ellos empleadas y los resultados obtenidos, y el simposio realizado en Viena bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica y de la Comisión Mixta de Radiactividad Aplicada del Consejo Internacional de Uniones Científicas (CIUC) ha brindado la oportunidad de realizar este intercambio de conocimientos.

## El Simposio de Viena

En este simposio, celebrado del 1º al 3 de junio, destacados expertos en esta esfera presentaron memorias en las que describían diversos aspectos de su labor y explicaban los resultados obtenidos o los problemas con los que habían tropezado. Estas memorias fueron presentadas por los señores G. B. Cook (Centro de Investigaciones sobre Energía Atómica de Harwell, Reino Unido), W. Herr (Instituto Max Planck de Mainz, Alemania), J. Hoste (Universidad de Gante, Bélgica), G. W. Leddicotte (Laboratorio Nacional de Oak Ridge, Estados Unidos de América), J. M. A. Lenihan (Junta de los Hospitales Regionales del Oeste, de Glasgow, Reino Unido) y P. Leveque (Comisariado de Energía Atómica, Saclay, Francia). Tomando como base estas memorias, los participantes en el simposio procedieron a discutir con mayor detenimiento los diversos aspectos de la cuestión.

En una memoria en la que exponía las consideraciones generales sobre el análisis por radiactivación en los reactores, el Sr. G. B. Cook señaló que la sensibilidad de esta técnica se debe al hecho de que en un microgramo o una cantidad incluso menor de muchos elementos es posible inducir la formación de una cantidad de radioisótopos fáciles de valorar. Para superar imprecisiones, se irradia junto con la muestra una cantidad conocida del elemento buscado, con lo que puede establecerse una relación entre la velocidad de desintegración radiactiva y el peso de dicho

elemento. Sobre la base de esta relación resulta posible evaluar luego cuantitativamente el elemento de que se trate midiendo la velocidad de desintegración del mismo en la muestra.

Refiriéndose a los posibles métodos analíticos que pueden seguirse después de la activación, el Sr. Cook explicó que si los componentes principales de la muestra tienen radioisótopos de período corto, puede esperarse a que éstos se desintegren, a fin de estar en condiciones de determinar cuantitativamente, sin la perturbación producida por cantidades de otros isótopos, los vestigios de los radioisótopos de período largo presentes en las impurezas. En estos casos la emisión de rayos gamma, si es que la hubiere, puede medirse mediante un espectrómetro de centelleo sin necesidad de atacar la muestra. No obstante, tales casos constituyen la excepción más bien que la regla y, por lo general, es preciso someter las sustancias a un tratamiento químico. Ahora bien, las cantidades de vestigios de elementos son demasiado pequeñas para permitir un tratamiento químico sencillo y por ello es preciso recurrir a procesos especiales.

El Sr. Cook señaló también que este método podía entrañar varias fuentes de error y trató de estas posibilidades con cierto detenimiento.

El Sr. W. Herr llamó la atención de los participantes en el simposio sobre el hecho de que el análisis por radiactivación se ha convertido en un medio sumamente eficaz para abordar algunos problemas fundamentales en la esfera de la geoquímica y de la cosmoquímica, y presentó un estudio de la reciente labor realizada en dicha esfera. Una de las mayores ventajas de análisis por radiactivación estriba en que con frecuencia permite obtener simultáneamente datos sobre la cantidad y sobre la composición isotópica de los elementos presentes al estado de vestigios. Suscitan creciente interés las investigaciones relativas a la distribución y la abundancia de los vestigios de elementos y, en especial, la determinación de la edad geológica de los minerales y de los meteoritos. También es posible reunir valiosa información sobre los radioisótopos naturales y sobre la posibilidad de aplicarlos a la resolución de problemas geológicos. Los diversos datos analíticos obtenidos han facilitado una mayor comprensión del espectro energético y de la constancia de la intensidad de la radiación cósmica en el transcurso de los tiempos.

## Aplicaciones industriales

El Sr. P. Leveque, en su memoria sobre el análisis por radiactivación al servicio de la industria, señaló que debido a la extrema sensibilidad de este procedimiento de análisis, se le ha empleado principalmente para valorar vestigios de elementos; su uso más generalizado consiste en el control analítico de los semiconductores y de los metales muy puros. No obstante, su utilización sistemática se ve restringida por la necesidad de activar las muestras en un reactor nuclear. El Sr. Leveque sostuvo que debido a los errores inherentes a las mediciones de la radiactividad, ese método no presenta un interés par-



Expertos en análisis por radiactivación en el simposio celebrado en Viena

ticular cuando se trata de determinar los componentes principales de una muestra. En cambio, sobre la base de las interacciones de las radiaciones con la materia, es posible llevar a cabo toda una serie de análisis rápidos y no destructivos muy dignos de ser tenidos en cuenta aunque, hablando con propiedad, no constituyan análisis por activación.

El Sr. G. W. Leddicotte dio cuenta de la experiencia adquirida en los Estados Unidos de América, país en el que muchos investigadores en diversas esferas científicas utilizan actualmente el análisis por radiactivación como instrumento práctico y útil para efectuar determinaciones analíticas de los elementos químicos. Gran parte de esa labor ha consistido en la determinación de concentraciones del orden del microgramo y del submicrogramo de muchos elementos diversos contenidos en muestras de sustancias biológicas, productos farmacéuticos y alimenticios, fertilizantes, productos químicos puros, combustibles, vidrios, materiales cerámicos, metales, minerales, pinturas, productos derivados del petróleo, resinas, suelos, agentes tóxicos, aguas y otras sustancias. Además de estos estudios, otros investigadores han utilizado el análisis por radiactivación para evaluar las razones isotópicas de los isótopos estables de algunos elementos.

La memoria del Sr. K. M. A. Lenihan se refería al análisis por radiactivación en bioquímica y medicina. En opinión del autor, esta técnica, ya empleada con éxito (aunque no muy extensamente) en bioquímica humana y animal, resultará probablemente de una utilidad creciente en ambas ciencias. Las ventajas inherentes al método de activación, a saber,

sencillez, rapidez, sensibilidad y precisión se han aprovechado en escala limitada en odontología, medicina forense e investigaciones sobre el cáncer. En éstos y otros sectores de la investigación clínica, el mencionado método permitirá sin duda estudiar una gran variedad de interesantes problemas. En bioquímica la técnica de activación se suele aplicar principalmente en el análisis de muestras de tejidos no sólo con el propósito de valorar vestigios de ciertos elementos, sino también los componentes más corrientes (como el sodio y el potasio) cuando los otros métodos carecen de sensibilidad o presentan inconvenientes técnicos. El metabolismo de algunos elementos como, por ejemplo, el estroncio sólo puede esclarecerse parcialmente con ayuda de los trazadores radiactivos o de las técnicas bioquímicas usuales. En cambio, los métodos de análisis por radiactivación permiten estudiar la distribución del elemento normal en los tejidos y las excreciones. El Sr. Lenihan señaló que si bien la mayor parte de las aplicaciones bioquímicas del análisis por radiactivación requieren el empleo de un reactor nuclear, resulta posible proceder con rapidez y exactitud a

mediciones de la concentración del sodio contenido en la sangre con ayuda de una fuente neutrónica que puede instalarse sin dificultad en los hospitales.

El Sr. J. Hoste manifestó que el análisis por radiactivación no sólo constituye un medio de gran valor para la determinación analítica de vestigios de elementos, sino que permite también valorar componentes presentes en pequeña proporción en sustancias de composición muy compleja. En algunos casos, los resultados obtenidos han revelado que la exactitud y precisión del análisis por radiactivación son del mismo orden de magnitud o de un orden superior a los que se alcanzan en el análisis químico, aun cuando no se haya procedido a una separación química previa.

Estas memorias, así como los debates a que dieron lugar y que ofrecerán considerable interés para los hombres de ciencia, investigadores y técnicos en las diversas esferas, serán publicadas conjuntamente por el OIEA y por la Comisión Mixta de Radiactividad Aplicada.



El Profesor Arkady N. Rylov presta juramento al tomar posesión de su cargo de Director General Adjunto del Departamento de Formación e Información Técnica, ante el Director General, Sr. Sterling Cole, el 25 de mayo de 1959

El Profesor Rylov es un conocido catedrático y hombre de ciencia de la Unión Soviética. Antes de ocupar este cargo en el OIEA, era jefe de la División de Formación Profesional de Especialistas Científicos y Técnicos de la Junta Central de Utilización de la Energía Atómica de la Unión Soviética y profesor de la Escuela Superior Técnica Bauman de Moscú. Es autor de unos 20 libros y trabajos sobre física nuclear y mecánica cuántica

El Profesor Rylov sucede al Profesor Vladimir Migulin, que ha vuelto a hacerse cargo de su cátedra de la Universidad de Moscú al terminar su contrato con el OIEA