

# El análisis por activación neutrónica y sus alcances en la investigación criminal

Autor Dra. ALICIA LUCÍA MORALES PEREZ - COLOMBIA  
jueves, 22 de febrero de 2007

El análisis por activación neutrónica y sus alcances en la investigación criminal Dra. ALICIA LUCÍA MORALES PEREZ - COLOMBIA

Los análisis químicos, físicos y fisicoquímicos han sido desde épocas muy remotas herramientas útiles en la investigación criminal. El advenimiento de las técnicas analíticas instrumentales que permiten el análisis de vestigios ha producido una verdadera revolución, poniendo al servicio de la investigación científica y del desarrollo tecnológico herramientas con una potencia nunca sospechada. Los elementos presentes a niveles de trazas o vestigios, generalmente no alteran el aspecto químico y físico de las sustancias ni tampoco sus propiedades y por lo tanto su cuantificación nos permite diferenciar sustancias muy semejantes en los aspectos mencionados. Desde el descubrimiento de la Radiactividad los científicos pensaron en la posibilidad de identificar y cuantificar los elementos radiactivos mediante sus emisiones y la suposición era correcta, pero el descubrimiento de la radiactividad Artificial, es decir la posibilidad de transformar sustancias completamente inertes en radiactivas, mediante reacciones nucleares, extendió la idea de análisis mediante esta técnica para la mayoría de los elementos presentes en la naturaleza. Aunque se empezó a utilizar en 1936, su verdadera potencia se hizo evidente alrededor de 1960 con el desarrollo de la electrónica moderna, indispensable en su aplicación. Por aquella época se empezó a utilizar en la investigación criminal y fue tan espectacular el éxito alcanzado que varios casos famosos en los cuales se utilizó, fueron objeto de comentarios en el mundo entero. Centenares de artículos aparecieron en revistas científicas y aún no científicas como selecciones (noviembre de 1964), hablando de la nueva técnica de la cual llegó a decirse: "era el investigador infalible";

Entre los varios casos famosos que se conocieron en el mundo en aquel entonces merecen mencionarse:

1. Análisis de varios elementos trazas en dos muestras de cabellos humanos; una de un sospechoso de asesinato y otra de cabellos encontrados en la mano de la víctima. Al fallar las técnicas hasta entonces utilizadas, los científicos de los laboratorios de la Real Policía Montada del Canadá acudieron a los científicos de la universidad de Toronto que ya trabajaban en análisis por activación.

La técnica fue utilizada con éxito y sus resultados aceptados como prueba por los tribunales después de una explicación de los científicos acerca de los principios en que se fundamenta y de la probabilidad de acertar. 2. El primer caso en que el análisis por activación de pintura se presentó como prueba ante un Tribunal de Justicia se realizó en California en 1964.

Se trataba de establecer si la palanca manivela de un gato de camión, encontrada a varios metros de la forzada puerta trasera de un almacén de licores, había sido el instrumento utilizado para forzarla y si pertenecía a un sospechoso que había sido arrestado en un aparcamiento cerca a la puerta en cuestión a la una de la madrugada cuando acudió la policía. El sospechoso era la única persona en la escena del robo y su automóvil, con un gato en la parte trasera, pero sin manivela para maniobrarlo, estaba en el aparcamiento. El sospechoso negó toda conexión con el robo así como que la palanca fuera de él. No se encontró ninguna huella aprovechable. El examen de la herramienta reveló que había unas pequeñas motas de pintura marrón adherida a la parte afilada de la manivela y unas pequeñas motas de pintura azul adherida a una mancha alquitranada en el mango de la misma. Dado que el marco de la puerta forzada era marrón y el coche del sospechoso de color azul, había una fuerte evidencia pero se necesitaba una prueba de coincidencia de las pinturas más técnica y concluyente. Debido a las pequeñísimas cantidades de pintura disponible se decidió aplicar el análisis por activación. Los análisis demostraron que las dos muestras de pintura marrón contenían los mismos siete elementos trazas (Mn, Na, Sb, Zn, In, Al y Ti ordenados de mayor a menor en concentración). Así mismo, las dos muestras de pintura azul contenían cinco elementos (Ti, Al, Na, Cu y Mn en orden de mayor a menor concentración) y también en concentraciones coincidentes dentro de estrechos límites estadísticos.

Los resultados fueron presentados ante la Corte con un análisis estadístico y a pesar de los esfuerzos de la defensa por descalificar la prueba, el Juez la aceptó y el veredicto fue de culpabilidad. 3. Análisis de suelos.

Investigaciones realizadas por grupos de científicos en EE.UU., los llevaron a la conclusión de que muestras de suelo tomadas en un radio de 3.5 metros son completamente semejantes en el contenido de elementos trazas, pero que las diferencias empiezan a ser apreciables cuando se aumenta la distancia. Así mediante esta técnica se pudo comprobar que el barro adherido a la parte inferior de un camión cargado con whisky ilegal, coincidía con muestras de suelo tomadas en una destilería ilegal en Georgia.

## ¿EN QUÉ CONSISTE EL ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN?

El análisis por activación neutrónica se fundamenta en la identificación y medida de las radiaciones emitidas por Radioisótopos producidos artificialmente. Por consiguiente hay dos etapas esenciales, a saber: 1. Producción de radiactividad artificial mediante reacciones nucleares, lo que se puede conseguir con diferentes instrumentos siendo el más utilizado, el Reactor Nuclear.

2. Identificación y medida de las radiaciones. La producción de Radiactividad está gobernada por la siguiente ecuación:  $A_s = 1n_2 F_s A(Ci/g) = (0.62 \times 10^{23} \times \phi \times f \times m) (1 - 10^{-\lambda t}) T_{3.7} \times 10^6 \times MB \times 20.602 : N_0$  de avogadro  $\times 10$  (Factor de conversión barn a  $cm^2$ )  $\lambda$  : Sección eficaz (barn)  $\phi$  : Flujo de partículas  $P \times cm \times seg.f$  : Abundancia isotópica en fracción  $m$  : Masa del elemento en gramos  $MB$  : Número másico del elemento  $t$  : Tiempo de irradiación  $T$  : Periodo de semidesintegración del radioisótopo producido  $A_s$  : Actividad de saturación  $F_s$  : Factor de saturación

La ecuación es un poco compleja y en ella intervienen muchas variables cuya explicación se considera fuera del alcance del simposio; sin embargo hay que tener en cuenta que tan pronto como empieza a producirse átomos radiactivos, empieza también a desintegrarse, entonces llega un momento en que la producción y la desaparición son iguales por lo que no valdría la pena irradiar más tiempo la muestra que se desea analizar. El nivel de radiactividad alcanzado es

determinante en la posibilidad de analizar bajas concentraciones y depende entre otros factores de la masa de la muestra y de la potencia del reactor utilizado para la irradiación. Una representación gráfica de la actividad alcanzada en un tiempo de irradiación  $t_i$ , con relación al máximo alcanzable se puede apreciar en la fig. No. 1

Fig. No. 2 DIAGRAMA DE DECAIMIENTO La figura No. 2 muestra diferentes esquemas de decaimiento radiactivo.

Si la primera etapa esencial en el análisis por activación requiere instrumentación tan sofisticada como un Reactor Nuclear, no menos puede decirse de la segunda fase ya que para la detección y medida de las radiaciones en la forma en que se requiere hacerlo en análisis, es necesario contar con equipos electrónicamente muy avanzados. De los diferentes tipos de radiaciones emitidas (Alfa, Beta y Gamma), la única que puede utilizarse en análisis por activación en muestras complejas es la radiación gamma. Estas son radiaciones electromagnéticas como los rayos X, pero mil veces más energéticas y tienen origen en el núcleo mismo mientras aquellos tienen origen en los niveles electrónicos del átomo.

Un espectrómetro gamma de alta resolución permite medir la energía de las radiaciones con mucha precisión pudiéndose diferenciar emisiones con energías muy próximas, evitándose así las interferencias.

Fig. No. 3 ESQUEMA DEL MONTAJE DE UN SISTEMA DE ESPECTROMETRIA GAMMA La figura No. 3 muestra un esquema con los diferentes módulos que comprenden un buen espectrómetro gamma. APLICACIONES POSIBLES EN INVESTIGACIÓN CRIMINAL

#### 1. Identificación de origen de muestras

Uno de los problemas planteados frecuentemente en investigación criminal es establecer la identidad o el origen de una muestra encontrada en el escenario de un crimen por comparación con muestras obtenidas de la persona y objetos personales del sospechoso. Estas muestras generalmente son pequeñas y de gran diversidad de materiales como: papel, fibras, pintura, cabellos, barro, aceites, polvo, etc. En muchos casos es difícil hacer esta identificación por métodos clásicos. En otros casos es conveniente conservar la muestra, lo que puede ser posible mediante análisis por activación no destructivo.

#### 2. Aplicaciones en toxicología y casos de envenenamiento

Puesto que el análisis por activación es una técnica que permite el análisis de elementos y no de compuestos, sus aplicaciones en este campo se limitan a casos de envenenamiento con arsénico, mercurio, selenio y antimonio. Se pueden analizar muestras como vísceras, secreciones o tejidos en crecimiento como cabellos y uñas.

#### 3. Determinación de residuos de pólvora Frecuentemente en casos de crímenes cometidos con arma de fuego, se pueden capturar sospechosos cerca a la escena.

Es muy interesante examinar las manos de los sospechosos para ver si recientemente han disparado un arma de fuego. Lo que se ha hecho durante muchos años es la prueba del guantelete de parafina utilizando una solución sulfúrica de difenil - amina para detectar la presencia de nitratos y nitritos presentes en los residuos de pólvora en la parafina. Bien conocidos son los problemas que presenta dicha prueba y por ello en los últimos años se ha tratado de cambiar por otras más seguras. La activación neutrónica ofrece la posibilidad de reemplazar la determinación de nitratos y nitritos por la de antimonio, bario y a veces cobre, lo que da mucha mayor seguridad.

#### ¿QUE SE REQUIERE PARA EMPLEAR EL ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN?

Aunque esta técnica es muy utilizada en investigación científica control de calidad, estudios de contaminación ambiental, investigación criminal y cualquier trabajo en donde el análisis elemental en el ámbito de trazas sea útil está limitada por la necesidad de estar próximos a un Centro Nuclear dotado de un reactor nuclear. Sin embargo, esto no basta puesto que para cuantificar los elementos por las radiaciones emitidas se necesitan espectrómetros gamma modernos con una electrónica muy sofisticada y muy exigente en cuanto a su operación y mantenimiento. Se necesita también personal muy capacitado ya que esta técnica analítica requiere planificación de las irradiaciones y tiempos de decaimiento y de conteo, interpretación de los resultados, supervisión del funcionamiento de la instrumentación, etc. Al observar la cantidad de exigencias y de factores que juegan un papel importante en el análisis, parece como si fuera algo impracticable, pero lo cierto es que teniendo buenos conocimientos y experiencia, cada parámetro que se esté en capacidad de cambiar de acuerdo a las conveniencias, se convierte en una gran ventaja con respecto a otras técnicas ya que permite en la mayoría de los casos salir de posibles dudas.

#### ¿QUE SE PUEDE HACER EN EL INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES?

El IAN es la única entidad en Colombia que cuenta con un reactor Nuclear en el cual se pueden activar las muestras para analizar, pero la potencia y por consiguiente el flujo de neutrones está entre quinientas y mil veces por debajo de los proporcionados por los reactores de grandes centros de investigación. Sin embargo con las condiciones actuales se pueden prestar servicios a la Investigación Criminal, estando desde luego un poco limitados por la baja potencia del reactor. Si se logra elevar la potencia actual de 50 a 100 veces, el apoyo podría ser de mucha importancia.

BIOGRAFIA Doctor HORACIO GOMEZ GOMEZ

INSTITUTO DE ASUNTOS NUCLEARES Fuente

<http://www.policia.gov.co/inicio/portal/unidades/egsan.nsf/paginas/ELAN%C3%81LISISPORACTIVACION%93NNEUTR%C3%93NICAYSUSALCANCESENLAINESTIGACION%93NCRIMINAL>