

Sección II: La Ciencia al Servicio de la Justicia.

Coordinador: Carlos Matías González Lizano, M.Q.C., M.Sc.

Escaneado por Biblioteca Judicial "Fernando Coto Albán"



**NUEVOS METODOS PARA LA DETERMINACION DE TRAZAS
DE METALES EN BALISTICA FORENSE**

Lic. Rigoberto Blanco S.

Laboratorio de Ciencias Forenses, Organismo de Investigación Judicial, Centro de Electroquímica y Energía Química y Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

M. Sc. Pablo Zúñiga A.

Centro de Electroquímica y Energía Química y Escuela de Química, Universidad de Costa Rica.

En las actuales circunstancias de inestabilidad económica y social, las tensiones desarrolladas por la crisis se manifiestan como un aumento exagerado de la delincuencia (1). La cantidad de armas de fuego ilegales, provenientes muchas de ellas de las acciones bélicas en Centroamérica, o legalmente inscritas, en poder de los ciudadanos, ha aumentado considerablemente. Nos hemos ido convirtiendo en una sociedad armada y temerosa. La consecuencia de todo esto ha sido el incremento de las acciones delictivas con armas de fuego.

En este tipo de delitos, la identificación del sujeto responsable muchas veces implica el hallazgo de residuos de pólvora o fulminante en sus manos o ropas. Este tipo de determinación forense es, en último caso, una determinación química, que debe cumplir (para que tenga validez) con todos los requisitos de un buen análisis químico: sensibilidad, especificidad y reproducibilidad.

Varios métodos se han utilizado para lograr esta identificación: el método clásico del guantelete de parafina y sus modificaciones, se basa en la presencia de nitratos en la pólvora o en sus residuos. Estos se hacen visibles por la reacción química con agentes cromogénicos, dando coloraciones azules y rojizas, que indican de esta manera la presencia de agentes oxidantes o nitrantes. Sin embargo, por su inespecificidad y baja sensibilidad, disminuida aún más por la forma dispersa de

aparición de los residuos de pólvora, no se acepta actual y científicamente como prueba de que una persona haya disparado recientemente un arma de fuego. Así, en las pruebas realizadas por el Dr. Echeverrey (2), no se pudo diferenciar con seguridad entre las personas que habían disparado y las que no, ni tampoco pudo definir con certeza con cuál mano se disparó. Concluyó (2) que la prueba "no es específica para pólvora sino para nitratos, nitritos y sustancias nitrogenadas, y no constituye prueba científica (válida) para afirmar que un individuo ha disparado o no un arma de fuego en fecha reciente" (2).

En la actualidad se prefiere dirigir la atención a otros componentes residuales producidos por la pequeña explosión provocada al disparar un arma, para obtener así una prueba definitiva y objetiva del disparo. Así se han considerado los elementos metálicos constituyentes del fulminante: plomo, bario, antimonio y cobre, que parecen ser los más significativos. Estos metales se encuentran, luego del disparo, en pequeñísimas cantidades, del orden de los microgramos o de los nanogramos. Estas cantidades requieren de técnicas analíticas y equipo muy especializado: activación neutrónica, absorción atómica, voltimetría de desnudamiento anódico y métodos microquímicos de análisis, como el horno circular de Weisz.

La validez del análisis se basa en la alta sensibi-

lidad y especificidad de estos métodos instrumentales y químicos, y en la bajísima probabilidad de que estos elementos se presenten juntos en las proporciones y cantidades propias de un disparo.

Los métodos de activación neutrónica, que se basan en la producción y detección posterior de isótopos radiactivos de los elementos analizados, requieren del acceso a reactores nucleares u otras fuentes de neutrones lentos y de un sofisticado equipo de detección. Además, tiene la limitación de no ser aplicables a la determinación de plomo.

Los métodos de absorción atómica requieren un equipo de alto costo y el tratamiento de la muestra, que es laborioso y lento, por la necesaria separación de los elementos y su posterior concentración.

La voltimetría de desnudamiento anódico consiste en la concentración por deposición electrolítica de los distintos metales reducibles sobre un microelectrodo, y su posterior oxidación y detección.

La existencia de estos métodos implica la adecuación del Laboratorio de Ciencias Forenses del Organismo de Investigación Judicial a los mismos, pero el costo y la accesibilidad del instrumental utilizado implica una escogencia acorde con la actual crisis económica. Es necesario lograr un justo equilibrio entre la validez analítica y un costo razonable del método. Buscando una solución, se ha propuesto la voltimetría de desnudamiento anódico como la alternativa más viable.

La metodología de la toma de muestra, en la que se utilizan ácidos inorgánicos y materia absorbente de fácil adquisición, permite un manejo sencillo de los especímenes a analizar. El equipo usado, puede, en principio, ser construido en su parte electrónica por técnicos nacionales; el resto del equipo se obtendría a un bajo costo. Por otra parte, la rapidez en la obtención de resultados, menos de dos horas desde la toma de la muestra, es de importan-

cia en la investigación policíaca. Además, la técnica permite obtener resultados con una altísima sensibilidad y reproducibilidad.

En experimentos realizados por Brihaye y colaboradores (3), utilizando la voltimetría de desnudamiento anódico, se pudo discriminar entre individuos que habían disparado o no un arma y también diferenciar con cuál mano se realizó el disparo (cuadro I). Las diferencias en las cantidades encontradas son significativamente diferentes, aumentando los ámbitos de concentración en 5 a 10 veces después de realizar un disparo.

La determinación simultánea de antimonio y plomo, así como la relación de cantidades encontradas al realizar disparos con diferentes municiones (cuadro II), sugiere la posibilidad de desarrollar un método que no sólo sea orientador acerca de las circunstancias de un disparo, sino también indicativo del tipo de munición utilizada. Estos hallazgos fueron informados con anterioridad por Kananur y Van Loon (4), quienes hicieron un estudio muy cuidadoso de las condiciones y validez del método, llegando a las mismas conclusiones que Brihaye y colaboradores. Sin embargo, esta metodología sólo permite la identificación y cuantificación del plomo, antimonio y cobre, por lo que el barío se debe determinar por un método alternativo.

Pruebas preliminares, realizadas en el Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ), han mostrado la posibilidad de determinar plomo y cadmio en partes por billón (5, 6) utilizando esta metodología. Con base en la experiencia acumulada y como resultado del trabajo conjunto del Laboratorio de Ciencias Forenses y el CELEQ, muy pronto el Organismo de Investigación Judicial (O.I.J.) contará con una nueva metodología, que enriquecerá significativamente la labor técnica policial en Costa Rica, poniéndola en este aspecto a la altura de los más modernos centros de investigación policíaca.

BIBLIOGRAFIA

1. La Nación, viernes 30 de diciembre de 1983, ps. 12 y 13.
2. Echeverrey Gómez, Pedro Thelmo. "Balística Forense", Editorial TEMIS, Bogotá, 1980. p. 98.
3. Brihaye, Cl.; Machiroux, R.; Gillain, G. "Gun-power residues detection by anodic stripping voltammetry", Forensic Science International, **20**, 269–275 (1982).
4. Konanur, N.K.; Van Loon, G.W. "Determination of Lead And Antimony in Firearm Discharge residues on hands by anodic stripping voltammetry". Talanta, **24**, 184–187 (1977).
5. Blanco, R.; González, C.M.; Silva, P. y Bravo, S. Un método polarográfico para determinar plomo en partes por billón". Investigación y Ciencia Química, **7**, 19–21 (1983).
6. Blanco, R.; Bravo, S. "Determinación de cadmio en partes por billón por voltametría de desnudamiento anódico" (en prensa).

CUADRO I

AMBITOS DE CANTIDADES DE METAL
ENCONTRADAS EN LAS MANOS (μg) (3)

	Plomo	Antimonio	Bario
Manos normales	5 – 95	0,003 – 0,94	0,07 – 0,27
Después de disparar un revólver .38	13 – 326	0,35 – 5,9	0,19 – 1,4

CUADRO II
RESULTADOS COMPARATIVOS (µg)

Referencia	Arma de fuego	Mano izquierda		Mano derecha	
		Pb	Sb	Pb	Sb
Candela et al.	Beretta	0,17 - 1,36	0,03 - 0,14	3,10 - 3,37	2,28 - 2,98
	S and W .375	0,31 - 1,53	0,04 - 0,12	9,26 - 10,12	9,01 - 10,54
Konanur and Van Loon	S and W .375	5,5 - 16	0,016 - 0,043	63 - 115	0,25 - 1,31
	S and W .38	22,11 ^a	0,45 ^a	27,52 ^b	1,88 ^b
Brihaye et al. ^c	F.N. Browning	0,23 - 0,45	<0,005	0,40 - 0,72	0,33 - 0,63
	S and W .375	0,39	<0,005	0,42	<0,005

^a En mano derecha, antes del disparo.

^b En mano derecha, después del disparo (uno solo).

^c Después de un solo disparo.