

DR. L. RAFAEL MORENO  
GONZALEZ

# BALISTICA FORENSE



EDITORIAL PORRUA, S.A.

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL SUPREMO TRIBUNAL  
DE JUSTICIA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS.

ESTADO DE TAMAULIPAS 134 CARRANZA 23 MARZO 1987  
ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL SUPREMO TRIBUNAL  
DE JUSTICIA DEL ESTADO DE TAMAULIPAS.

ESTADÍSTICA FORENSE



SEXTA SALA  
CD. VICTORIA, TAM

ESTADO DE JUSTICIA DEL ESTADO DE TAMAUCAPO  
ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL SUPLENTE DEL JUEFE



ESTADO DE JUSTICIA DEL ESTADO DE TAMAUCAPO  
ESTADO DE JUSTICIA DEL ESTADO DE TAMAUCAPO

DR. L. RAFAEL GONZALEZ



SEXTA SALA  
CD. VICTORIA, TAM.

BALISTICA FORENSE

BALISTICA FORENSE



CONTRIBUCION Y SUPERVISADA



EDITORIAL FORNIA S. A.  
AV. REPUBLICA ARGENTINA 11  
MENDOZA



SECTA BALIA  
CIV. MICHIGAN. 1848

BALISTICA FORENSE

**DR. L. RAFAEL MORENO GONZALEZ**

*Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias Penales. Presidente Honorario Vitalicio y Miembro Fundador de la Academia Mexicana de Criminalística. Miembro de la Asociación Americana de Ciencias Forenses. Profesor Titular de Medicina Forense en la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional Autónoma de México.*

# BALISTICA FORENSE



TERCERA EDICION  
CORREGIDA Y AUMENTADA

SEXTA SALA  
CD. VICTORIA, TAM.



EDITORIAL PORRUA, S. A.  
AV. REPUBLICA ARGENTINA 13  
MEXICO 1986



# INDICE

Introducción		11
I. Consideraciones generales		13
1. Antecedentes históricos		17
2. Definición		18
3. Partes de la balística forense		19
4. Áreas de fuego		20
5. Cartuchos		25
6. Pólvoras		33
7. Bala	<i>A la memoria del</i>	34
8. Balística	<i>Dr. Alfonso Quiroz Cuarón,</i>	36
9. Balística	<i>preclaro maestro.</i>	38
10. Levantamiento, embudaje y valor retroactivo de armas de fuego portátiles y casquillos		50
11. Establecer si el arma fue disparada técnicamente		54
12. Estadía de las armas de fuego casquillo, proyectiles e impactos en el lugar del suceso		58
13. Cuestiones médico-forenses de orden balístico		62
II. Identificación en las manos y en las ropas de los residuos resultantes del disparo de un arma de fuego		71
14. Técnica de la Prueba de Waller		91
15. Técnica de la Prueba del rodamiento de sodio		98
16. Técnica de espectroscopía de absorción atómica sin flama		106
17. Balística forense e informática		111
III. Procedimiento investigativo de orden criminalístico de homicidios por disparo de arma de fuego		117
ILUSTRACIONES		129

Excmo. Sr. Ministro de Justicia  
Sr. D. Rafael María González  
Sr. D. Antonio A.  
Sr. D. Juan C. López  
Sr. D. Juan C. López  
Sr. D. Juan C. López

Este libro y sus contenidos son propiedad de la  
SECRETARÍA DE JUSTICIA, y a  
los señores Diputados de la Cámara de Diputados  
de la Unión Interdepartamental de la República de Chile.

# INDICE

INTRODUCCIÓN .....	11
I. Consideraciones generales .....	15
1. Antecedentes históricos .....	17
2. Definición .....	18
3. Partes de la balística forense .....	19
4. Armas de fuego .....	20
5. Cartuchos .....	25
6. Pólvoras .....	33
7. Bases físicas de la balística .....	34
8. Balística forense identificativa .....	39
9. Balística forense reconstructiva .....	46
10. Levantamiento, embalaje y valor in- vestigativo de armas de fuego, pro- yectiles y casquillos .....	55
11. Establecer si el arma fue disparada recientemente .....	56
12. Estudio de las armas de fuego, cas- quillos, proyectiles e impactos en el lugar del suceso .....	58
13. Cuestiones médico forenses de orden balístico .....	62
II. Identificación en las manos y en las ropas de los residuos resultantes del disparo de un arma de fuego. ....	71
III. Técnica de la Prueba de Walker .....	91
IV. Técnica de la Prueba del rodizonato de de sodio .....	99
V. Técnica de espectrofotometría de absor- ción atómica sin flama .....	105
VI. Balística forense e informática .....	115
VII. Procedimiento investigativo de orden cri- minalístico de homicidios por disparo de arma de fuego .....	127
ILUSTRACIONES .....	139

# INDICE

139	ILUSTRACIONES
137	armas de fuego
117	VII. Procedimiento investigativo de orden cronológico de hechos por disparo de
115	VI. Balística forense e informativa
107	con tróncas sin llama
90	V. Técnica de espectrofotometría de absor-
90	de sodio
81	IV. Técnica de la Prueba del rodadura de
77	de los residuos resistentes del disparo de
73	en armas de fuego
61	III. Técnica de la Prueba de Walker
53	II. Identificación en las marcas y en las copias
53	partido
48	13. Cuestiones médico-forenses de orden
48	lugar del suceso
48	análisis proyectil e impactos en el
48	12. Estados de las armas de fuego, car-
48	terizadamente
48	11. Factores si el arma fue disparada
48	y cerillas y cerillos
48	investigativo de armas de fuego, pro-
48	10. Levantamiento embalaje y valor in-
48	9. Balística forense reconstructiva
48	8. Balística forense identificativa
48	7. Bases físicas de la balística
48	6. Pólvoras
48	5. Cartuchos
48	4. Armas de fuego
48	3. Factores de la balística forense
48	2. Definición
48	1. Antecedentes históricos
48	I. Consideraciones generales
48	Introducción

## INTRODUCCION

La publicación de esta obra en su tercera edición, obedece a tres razones fundamentales que nos parece la justifican como una modesta pero oportuna contribución al área de su especialidad, ciertamente urgida de fuentes informativas. Así queda de manifiesto en la aceptación brindada a las dos anteriores ediciones, circunstancia digna de tomarse muy en cuenta pues, al fin y al cabo, el objetivo primordial de un libro —si no el único— es su lectura. A ello se añade, precisamente, la exigua bibliografía sobre el tema en nuestro país, restringida a unos cuantos títulos y, en su mayor parte, orientados al ámbito castrense.

Por las razones expuestas y con la esperanza de que el presente volumen responda, en la medida de sus posibilidades, a llenar parte del vacío antes mencionado y a contribuir a esclarecer y rigorizar los conceptos y las técnicas que constituyen la moderna balística forense, he creído conveniente enriquecer y actualizar el texto original mediante la inclusión de dos nuevos capítulos y la revisión exhaustiva de todo el material; cuyo ordenamiento y sistematización constituirán sin,

*dada, una gran ayuda para resolver los problemas fundamentales de la balística forense.*

*El primer capítulo, intitulado Consideraciones generales, contiene la definición de los principales conceptos de tan importante rama de la criminalística, así como su división. Asimismo, incluye la descripción de las técnicas aplicadas más frecuentemente y las respuestas a las principales cuestiones médico forenses de orden balístico.*

*El capítulo segundo se ocupa, previa revisión histórica, de las modernas técnicas que se aplican para identificar en las manos y en las ropas los residuos resultantes del disparo de un arma de fuego, haciendo de cada una de ellas su respectivo examen crítico.*

*El tercer capítulo contiene el fundamento químico y la descripción de la técnica que se aplica para establecer la distancia de un disparo, problema forense de gran importancia.*

*El capítulo cuarto describe la técnica denominada "prueba del rodizonato de sodio", tendiente a identificar la mano que ha disparado un arma de fuego. De entre todas las técnicas químicas que se aplican con tal fin, es importante señalar que la del rodizonato es la más confiable, sencilla y económica.*

*El capítulo quinto, novedad en esta tercera edición, trata de la espectroscopia de absorción atómica, técnica física sensible y confiable, aplicada en los modernos laboratorios de criminalística, con el fin de determinar la mano de quien disparó un arma de fuego. Distinguen ésta técnica, repito, lo sencillo de su aplicación, su gran sensibilidad y la elevada confiabilidad de sus resultados.*

*El capítulo sexto, también novedad en este volu-*

... sobre un tema de gran actualidad en el mundo de las aplicaciones de la informática en la defensa. Este libro es el resultado de un trabajo conjunto de algunos de los autores que se mencionan en el prefacio. El libro está dividido en tres partes: la primera trata de los fundamentos de la informática, la segunda de las aplicaciones de la informática en la defensa y la tercera de las aplicaciones de la informática en la defensa.

Por último, el capítulo quinto trata de los aspectos económicos de la informática en la defensa. Este capítulo es el más interesante de todo el libro, ya que trata de los aspectos económicos de la informática en la defensa. Este capítulo es el más interesante de todo el libro, ya que trata de los aspectos económicos de la informática en la defensa.

Este libro es el resultado de un trabajo conjunto de algunos de los autores que se mencionan en el prefacio. El libro está dividido en tres partes: la primera trata de los fundamentos de la informática, la segunda de las aplicaciones de la informática en la defensa y la tercera de las aplicaciones de la informática en la defensa.

Este libro es el resultado de un trabajo conjunto de algunos de los autores que se mencionan en el prefacio. El libro está dividido en tres partes: la primera trata de los fundamentos de la informática, la segunda de las aplicaciones de la informática en la defensa y la tercera de las aplicaciones de la informática en la defensa.



## CONSIDERACIONES GENERALES

CRISTÓBAL COLÓN

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Indagáronse las armas de fuego más antiguas identificadas por el caso. En el tiro se pudo llegar en el caso de un proyectil encontrado en el lugar de los hechos, permitiendo identificar al autor, cuya revista ser el tipo del Dr. Froide, médico residente en Rancos.

## CONSIDERACIONES GENERALES

Tradicionalmente, con la invención del cartucho aparecieron los proyectiles, cuyas características de clase (calibre, número, anchura y dirección de las cavas) son recogidas por los expertos para marcar el debido valor entre los proyectiles relacionados con el caso, y los disparados por el arma cuando cada uno de ellos se examina concordando entre las características de cada uno y las posibles conclusiones del tipo de proyectil. "El proyectil ha sido disparado por el arma de acuerdo a por otra arma".

Henry Godard (1835), Alejandro Lacazeque (1888), Paul Jérome (1893) y Victor Balthazard, así como los seguidores de esta disciplina. De estos ellos, Balthazard fue el primero en formular la correspondencia de los diversos elementos del arma (el proyectil se halla en la bala o en el casquillo, y ubi-

CONSIDERACIONES GENERALES



## CONSIDERACIONES GENERALES

SESTA SALA

CD. VICTORIA, TAM.

### 1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Antiguamente las armas de fuego eran identificadas por el taco.<sup>1</sup> En el tiroteo que tuvo lugar en el caso Cadoudal,<sup>2</sup> los restos de papeles que habían servido de taco, encontrados en el lugar de los hechos, permitieron identificar al autor, quien resultó ser el hijo del Sr. Troche, relojero residente en Francia.

Posteriormente, con la invención del cartucho aparecieron los proyectiles, cuyas características de clase (calibre, número, anchura y dirección de las estrias) eran utilizadas por los expertos para realizar el debido cotejo entre los proyectiles relacionados con el hecho y los disparados por el arma cuestionada. Sin embargo, al encontrar concordancia entre las características de clase, sólo podían formular conclusiones del tipo siguiente: "El proyectil ha sido disparado por el arma del acusado o por otra semejante".<sup>3</sup>

Henry Goodard (1835), Alejandro Lacassagne (1889), Paul Jeseride (1893) y Victor Balthazard, figuran como los iniciadores de esta disciplina. De todos ellos, Balthazard "fue el primero en formular la nomenclatura de los diversos elementos del arma que imprimen su huella en la bala o en el casquillo, y ob-

servó que, incluso en una fabricación en serie y con el mismo utillaje, su aspecto varía hasta el punto de permitir la identificación".<sup>4</sup>

## 2. DEFINICION

La balística, en general, es definida por el Diccionario de la Lengua Española en los siguientes términos: "Ciencia que tiene por objeto el cálculo del alcance y dirección de los proyectiles". Sin embargo, la balística que nos interesa es la forense, es decir, la balística aplicada a la criminalística. Ahora bien, con relación a la balística forense, recordemos algunas definiciones que de ella se han dado, a saber:

"Ciencia dedicada al estudio de balas, cartuchos y armas, en los casos de homicidio y lesiones personales".<sup>5</sup>

"Ciencia que estudia los movimientos de los proyectiles, dentro y fuera del arma".<sup>6</sup>

"Es la ciencia y arte que estudia integralmente las armas de fuego, el alcance y dirección de los proyectiles que disparan y los efectos que producen".<sup>7</sup>

La balística forense "comprende el estudio tanto de las armas de fuego como de todos los demás elementos que contribuyen a producir el disparo, y también los efectos de éste dentro del arma, durante la trayectoria del proyectil, y en el objetivo".<sup>8</sup>

Sin lugar a dudas, de las definiciones dadas, las tres últimas son las más completas, ya que comprenden los fenómenos que se suceden en el interior del arma en el momento del disparo, los relacionados con el proyectil a partir del momento en que sale del arma

y, finalmente, los correspondientes a los efectos del proyectil en el objeto sobre el cual se disparó.

### 3. PARTES DE LA BALISTICA FORENSE

#### 3.1. BALÍSTICA INTERIOR

La balística interior se ocupa del estudio de todos los fenómenos que ocurren en el arma a partir del momento en que la aguja percutora golpea el fulminante del cartucho, hasta que el proyectil sale por la boca de fuego del cañón. También se ocupa de todo lo relativo a la estructura, mecanismo y funcionamiento del arma de fuego.

Sucintamente describamos los fenómenos a que hemos hecho referencia en el párrafo anterior: al ser percutido el fulminante del cartucho, su carga explota, incendiando de inmediato la carga propulsora, generalmente pólvora. Ahora bien, en virtud de encontrarse ésta comprimida, al quemarse produce una gran elevación de temperatura y una gran cantidad de gases, los que empujan el proyectil al ánima del cañón.<sup>2</sup>

#### 3.2. BALÍSTICA EXTERIOR

La balística exterior estudia los fenómenos que ocurren al proyectil desde el momento en que sale del arma, hasta que da en el blanco.

### 3.3. BALÍSTICA DE EFECTOS

La balística de efectos, como su nombre lo indica, estudia los daños producidos por el proyectil sobre el objeto apuntado u otro que el azar determine.

## 4. ARMAS DE FUEGO

### 4.1. CONCEPTO

Las armas de fuego son instrumentos de dimensiones y formas diversas, destinados a lanzar violentamente ciertos proyectiles aprovechando la fuerza expansiva de los gases que se desprenden en el momento de la deflagración de la pólvora. Al respecto, es conveniente apuntar que el hecho de que sea el fuego el que origina el proceso que termina con la expulsión violenta del proyectil al espacio, ha dado lugar a que estos aparatos mecánicos —inventados para el mejor aprovechamiento de la fuerza de expansión de los gases de la pólvora— sean llamados "armas de fuego".

### 4.2. CLASIFICACIÓN

#### 4.2.1. Según la longitud del cañón

##### 4.2.1.1. Armas de fuego cortas

Comprenden las siguientes variedades: revólveres, pistolas automáticas y pistolas ametralladoras.

##### 4.2.1.2. Armas de fuego largas

Comprenden las siguientes variedades: escopetas de caza, fusiles, carabinas, fusiles ametralladoras y subfusil o metralleta.

#### 4.2.2. Según el tipo de ánima

##### 4.2.2.1. De ánima lisa, a saber: escopetas

4.2.2.2. De ánima rayada, a saber: revólveres, pistolas, fusiles, metralletas, etc. Caracterizan a este tipo de armas los surcos y eminencias helicoidales que tienen dibujadas en el ánima del cañón. Los primeros, es decir, los surcos, se denominan *estrias*; las segundas, a saber, las prominencias helicoidales, *campos* o *mesetas*. La distancia en que una arista de una estria vuelve a la misma recta en la pared del ánima, paralela al eje longitudinal de esta ánima, se llama: *largo del rayado*. El ángulo que forma esta recta con la *espira*, se denomina *ángulo de rayado*.

La dirección de las estrias puede ser de izquierda a derecha o a la inversa, según la fábrica que produce el arma. En el primer caso decimos que el rayado es en sentido *dextrórsus*; en el segundo, *sinistrórsus*. Al igual el número de estrias y campos, lo mismo que su ancho y profundidad o altura, varían según la fabricación y el tipo de arma. Detalles todos que tienen importancia en la identificación de proyectiles.

#### 4.2.3. Según la carga que disparan

##### 4.2.3.1. Armas de proyectil único

##### 4.2.3.2. Armas de proyectiles múltiples

#### 4.2.4. Según la forma de cargarlas

##### 4.2.4.1. Armas de antecarga o de cargar por la boca

##### 4.2.4.2. Armas de retrocarga

### 4.3. DESCRIPCIÓN

Desde el punto de vista de la investigación criminalística, las armas de fuego más usadas por los delinquentes son las de cañón corto, fundamentalmente los revólveres y las pistolas. Sin embargo, a últimas fechas también están empleando, aunque no muy frecuentemente, armas de cañón largo, del tipo metralleta, por ejemplo.

Por lo antes enunciado, a continuación nos ocuparemos exclusivamente de la descripción genérica de revólveres y pistolas.

#### 4.3.1. *Revólver*

Arma corta, de proyectil único, compuesta: a) de un cañón; b) de un cilindro con alvéolos para ubicar la carga, que gira juntamente con la acción del disparador; c) de un mecanismo de percusión; y d) de una armadura que sirve de sostén a todas las piezas.

Los revólveres se pueden dividir en *revólveres de acción simple* y *de doble acción*. En los primeros, cada vez que se va a efectuar un disparo se debe montar el gatillo con la mano; en los segundos, con sólo presionar el disparador se hace girar el cilindro y se pone el gatillo en posición de disparo, gracias a que tienen un dispositivo especial de palancas.

La carga y descarga se realiza mediante el sistema de la nuez con desplazamiento lateral izquierdo. Accionando un pestillo sale el cilindro y permite la carga. La descarga se efectúa empujando la vainilla del expulsor. En otro tipo de revólver se quiebra el arma por el centro, quedando separadas la empuñadura y el cañón. Ahora bien, en el momento de quebrarse o abrirse

el arma, un resorte hace funcionar el expulsor.

Martillo y disparador constituyen principalmente el sistema de percusión de la mayoría de los revólveres modernos. El martillo, generalmente, está descubierto y puede ser accionado por el dedo pulgar, que lo desplaza hacia atrás y lo deja amartillado esperando que el dedo índice presione el disparador, o actúa directamente mediante la acción del disparador que lo levanta y suelta con una sola presión.

Lo común es que tenga 5 ó 6 alvéolos el cilindro, el cual gira generalmente de izquierda a derecha, desplazándose un lugar con cada presión del disparador. Sin embargo, existen ciertas marcas de revólveres cuyo cilindro gira de derecha a izquierda. Es conveniente conocer este hecho, pues su ignorancia ha causado muchos accidentes entre quienes acostumbran hacer bromas con las armas.

El cañón —que lleva la "mira" y el "guión"— puede estar adherido o articulado a la armadura. Su longitud varía según la marca y modelo del arma. Generalmente hay una gran demanda de revólveres de cañón corto, por ser más portátiles, por su reducido volumen y menor peso.

La mayoría de las marcas conocidas tienen mecanismos de seguro en el disparador, con sistemas muy diversos.

#### 4.3.2. *Pistola*

Arma corta compuesta de las siguientes piezas: armadura, corredera, cañón, extractor, botador, cargador y empuñadura.

La armadura contiene las diversas piezas que inte-

gran su mecanismo.

La corredera, que contiene la "mira" y el "guión", se desplaza hacia atrás y hacia adelante sobre las guías de la armadura; se mantiene abierta por el "retén de corredera" al quedar vacío el cargador.

El cañón es desmontable, previo desplazamiento y separación de la corredera.

El extractor, mediante la "uña extractora", tiene por misión sacar de la recámara los cartuchos o vainas servidos, arrastrándolos hasta que son expulsados por el botador.

El cargador, ubicado en la empuñadura, contiene los cartuchos que luego han de trasladarse a la recámara del arma, ya sea accionando manualmente la corredera, o automáticamente por los retrocesos que ésta sufre por la acción de los gases que se producen a raíz del disparo.

El martillo y la aguja constituyen el sistema de percusión, el cual funciona de la siguiente manera: al accionar el disparador, el martillo cae sobre la aguja percutora, la que al picar la cápsula del cartucho produce el disparo.

Las pistolas se pueden dividir en *no automáticas*, *semiautomáticas* y *automáticas*; siendo las últimas las más usadas por los delincuentes. La diferencia entre las pistolas *automáticas* y las *semiautomáticas* consiste en que con las primeras se pueden disparar ráfagas de proyectiles mientras se comprime el disparador.

Es conveniente señalar que toda pistola tiene seguro y, algunas, doble. Sin embargo, hay algunos sistemas que fallan al caer y golpearse el arma, especialmente en modelos chicos.

## 5. CARTUCHOS

### 5.1. CONCEPTO

Se entiende por cartucho la pieza completa con que se carga toda arma de fuego.

Por otra parte, la Real Academia de la Lengua lo define de la siguiente manera: "Carga de pólvora y municiones, o de pólvora sola, correspondiente a cada tiro de alguna arma de fuego, envuelta en papel o lienzo, o encerrada en un tubo metálico, para cargar de una vez".

Habitualmente se reserva el nombre de cartucho para el correspondiente a proyectiles múltiples. En cambio, se usa el nombre de casquillo para el correspondiente al proyectil único o bala.

### 5.2. CLASIFICACIÓN

#### 5.2.1. Según el número de proyectiles

##### 5.2.1.1. Cartuchos de proyectiles múltiples

##### 5.2.1.2. Cartuchos de proyectil único

#### 5.2.2. Según el sistema de percusión

##### 5.2.2.1. Cartuchos de percusión central: son aquéllos con el fulminante ubicado en el centro del culote de la vaina.

##### 5.2.2.2. Cartuchos de percusión periférica o anular: son aquéllos en que la sustancia fulminante está ubicada en la periferia del culote.

5.2.2.3. Cartuchos de percusión lateral: están caracterizados por poseer una púa o pivote en la porción lateral de la vaina próxima al culote.

### 5.3. DESCRIPCIÓN

La variedad de los cartuchos depende de los múltiples tipos de arma y de las modalidades propias de fabricación que tiene cada industria.

Sin embargo, en términos generales, el cartucho está compuesto de las siguientes partes: vainilla o casquete, cápsula fulminante o estopín, carga de proyección y, finalmente, proyectil o bala. A continuación, pasemos a describir cada una de ellas.

#### 5.3.1. Vainilla o casquete

Generalmente de metal, aloja y contiene a los demás elementos del cartucho.

El examen físico de la vainilla comprende el estudio del *manto de cilindro*, del *culote*, del *reborde* y del *cuello*.

En el caso de armas semi o automáticas encontraremos en el *manto de cilindro* las marcas producidas por el cargador o las guías especiales. También se pueden encontrar las impresiones digitales de la persona que cargó el arma.

En el *culote* encontraremos las marcas del percutor, cuya forma, centrado y profundidad varían de un arma a otra. Al respecto, sin embargo, es conveniente anotar que las señales dejadas por el percutor no tienen el mismo valor si se trata de armas con aguja flo-

tante, ya que ésta varía de uno a otro disparo, en cuanto a la posición en que percute el fulminante. También encontraremos las marcas dejadas por el macizo que cierra la recámara, debidas al retroceso violento de la vainilla hacia atrás, al producirse el disparo. Estas últimas marcas tienen mayor valor identificativo que las dejadas por el percutor.

En el reborde encontraremos las huellas del extractor y del eyector. En los revólveres y escopetas no automáticas, las huellas de referencia faltarán y sólo encontraremos las del extractor si el arma ha sido descargada después del disparo.

En el cuello encontraremos las señales típicas del fogonazo, asimismo como las dejadas cuando la recámara no es lo suficientemente larga para alojar bien el cartucho.

### 5.3.2. Cápsula fulminante o estopin

Contiene en su interior el explosivo destinado a dar fuego a la carga de proyección. Explota por percusión.

### 5.3.3. Carga de proyección

Fundamentalmente, está compuesta de pólvora. En virtud de estar en contacto con la parte abierta de la cápsula fulminante, al producirse la explosión, recibe directamente el fuego.

### 5.3.4. proyectil

Generalmente metálico, varía en forma, dimensiones y peso, según el arma que lo dispara y la fábrica que lo produce.

### 5.3.4.1. Forma

A fin de producir mayor estabilidad en la trayectoria, mayor expansión, resistencia a los impactos y otras cualidades más, los fabricantes han ideado muchas formas de proyectiles, a saber: esféricos, biojivales, cilíndricos, cilindro-ójivales, con ójiva achatada, etc. Muchas veces, la forma del proyectil nos indica las características del cartucho del cual procede y el tipo de arma que lo pudo haber disparado.

### 5.3.4.2. Dimensiones

Estas nos pueden señalar la clase o tipo de cartucho de donde proviene y el calibre del arma de la cual salió disparado.

En el proyectil podemos considerar un calibre real y otro nominal. El primero corresponde al diámetro que une dos estrías; el segundo, al diámetro que une dos campos, también denominados macizos.

Ahora bien, en el caso del arma de fuego, el calibre está dado por el diámetro del cañón, medido de macizo a macizo.

Es conveniente apuntar que el número, dirección, dimensiones (anchura y profundidad) y paso de hélice de las huellas producidas por el rayado del cañón en la superficie del proyectil, son valiosos datos que nos permiten determinar el grupo de armas a que pertenece el proyectil en cuestión, para después especificar cuál ha sido la que lo disparó.

“Estas marcas o huellas señala —J. D. VILLALAIN— son tanto más intensas cuanto más blando es

el metal que constituye el proyectil; así, en los de plomo son más profundas que en los blindados, cuya dureza y elasticidad las reduce al mínimo, pero siempre son lo suficientemente acentuadas para fundamentar en su estudio la identificación del arma.

“Valoremos, para los fines de la identidad, el número, dirección, dimensiones y paso de hélice de dichas huellas.

El número es bastante variable (de 4 a 8).

La dirección puede ser a la derecha o a la izquierda. Estos datos, como se comprende, pueden descartar por sí solos una determinada arma o grupo de armas cuando no coincidan el número o dirección de las rayas marcadas en el proyectil con las del cañón. Igualmente, sus dimensiones — anchura y profundidad — son datos dignos de tenerse en cuenta: la primera se mide con un micrómetro ocular; la segunda con el calibre.

“Por último, el paso de hélice del rayado del cañón varía de unas armas a otras. Puede determinarse sobre las impresiones del proyectil conociendo el ángulo que forma la huella con el eje de la bala y el calibre de ésta. La fórmula es la siguiente:

$$P = \frac{C \times \alpha}{\text{tag. } \alpha}$$

“C es el diámetro del proyectil y  $\alpha$  el ángulo de la huella con el eje del mismo”.

El calibre se mide en fracciones de pulgada (americana o inglesa) y en milímetros (europeo).

Para convertir milímetros en pulgadas multipliquense los milímetros por 0.3937 o divídanse entre 25.4.

Para convertir pulgadas a milímetros, multiplíquense las pulgadas por 25.4 o divídanse entre 0.3937.

### DIAMETROS APROXIMADOS DE PROYECTILES COMPLETOS Y SIN DEFORMACION

.22 calibre	—	4.76 mm
.25 calibre	—	6.35 mm
.32 calibre	—	7.93 mm
.38 calibre	—	9.52 mm
.45 calibre	—	11.11 mm

#### 5.3.4.3. Peso

Sobre este punto, es conveniente señalar que para cada calibre existe un peso determinado.

Es indudable que un proyectil de peso superior o inferior a los utilizados por un determinado grupo de armas, es un dato que por sí solo nos permite descartar a dicho grupo. Claro es que pueden surgir dificultades cuando el proyectil se ha fragmentado y no ha sido posible recoger todos los trozos para reconstruirlo. Sin embargo, cuando así ocurre, solamente se tiene en cuenta dicho dato para su valoración, si el peso de los fragmentos recogidos es superior al de un proyectil de los utilizados por el arma problema.

### PESOS MAXIMOS Y MINIMOS EN GRAMOS DE PROYECTILES COMPLETOS

	CALIBRE	MINIMO	PESO	MAXIMO	
.22	Corto (gallery)		0.971		
.22	BB Cap	1.036		1.295	8 *
.22	CB Cap	1.749		1.943	8
.22	Corto	1.749		1.943	8
.22	Largo	1.749		1.943	8

.22	L.R.	2.332	2.581	S
5.5	mm Velo Dog		2.915	C
.25	Auto	3.110	3.304	C
7	mm Nambu		3.563	C
.32	Auto	4.535	4.989	C
.35	S & W Auto	4.535	4.989	C
.32	Colto R.F.	5.183	5.313	S
.32	Colt corto	5.183	5.313	S
.32	Colt largo	5.183	5.313	S
.320	Revólver	5.183	5.831	S
.320	Revólver largo	5.183	5.831	S
7.62	mm Tokarev	5.443	5.961	C
7.63	mm Mauser	5.443	5.961	C
.32	S & W	5.507	5.702	S
.32	Largo R.F.	5.767	5.831	S
9	mm Parabellum acero	5.767	5.961	S
7.65	mm Parabellum	5.831	6.220	C
.32-30	W.C.F.	5.831	7.451	S-C
.380	Auto	5.961	6.285	C
9	mm Parabellum, Iron Core	6.285	6.544	C
.32	S & W Largo	6.350	6.479	S
.32	Colt New Police	6.350	6.479	S
8	mm Nambu	6.415	6.674	C
.38	Especial		7.127	S
9	mm Parabellum	7.322	8.229	C
9	mm Steyr	7.387	7.646	C
9	mm Mauser	7.970	8.294	C
.38	Colt corto	8.099	8.423	S
9	mm Bergmann Bayard	8.099	8.812	C
.38	Auto	8.294	8.423	S
.38	S & W	9.385	9.719	S
.38	Colt largo	9.590	9.719	S
.38	Colt New Police	9.590	9.719	S
.38	Especial	9.590	9.719	S
.38	Especial		10.238	S-C
.357	Magnum		10.238	S-C
.41	Colt corto	10.367	10.821	S
.38-40	W.C.F.	10.367	11.663	S-C
.44	Bulldog	10.888	11.015	S
.45	Auto		11.210	S
.320	Revólver MK-II	11.404	11.728	C
.45	Auto		11.987	C
.44	S & W American	12.311	14.579	S
.41	Colt largo	12.635	12.939	S
.58	Especial		13.959	S

.44-40 W.C.F.	12.959	14.061	S-C
.45 Auto	12.959	14.903	C
.44 Colt	13.607	14.335	S
.45 Webley		14.903	S
.45 S & W	14.903	16.523	S
.45 Auto-Rim	14.903	16.523	S
.44 Magnum		15.551	S
.44 S & W Russian		15.940	S-C
.44 S & W Especial		15.940	S-C
.45 Colt	16.199	16.847	S
.455 Revólver MK-II		17.171	S-C

\*S : Sin camisa

\*C : Con camisa

\*S-C: Media camisa

#### 5.3.4.4. Deformaciones

Arce las divide en *normales*, *periódicas* y *accidentales*.

Las *deformaciones normales* son debidas al rozamiento de la superficie externa del proyectil (manto de cilindro del proyectil) contra el rayado del ánima del cañón. Este tipo de deformaciones son las más importantes, en virtud de que permiten la identificación del arma que disparó los proyectiles.

Cuando existen suficientes características, cuando no ha transcurrido mucho tiempo entre el momento de los hechos y el momento en que se practica la peritación, y cuando se utilizan cartuchos idénticos a los dubitados en los disparos de prueba, la identificación que se logra se puede calificar de matemática.

Las *deformaciones periódicas* son consecuentes a defectos de construcción del arma o deterioro posterior por el uso de la misma.

Las *deformaciones accidentales* se deben a aplasta-

mientos, rebotes, fragmentación, etc., de los proyectiles, por circunstancias accidentales del tiro.

## 6. POLVORAS

Desde un punto de vista didáctico, las pólvoras se pueden clasificar en *negras* y *sin humo* o *piroxiladas*.

Las pólvoras *negras* están compuestas de salitre o nitrato de potasa (78%), carbón (12%) y azufre (10%). Ahora bien, atendiendo al número de éstos por unidad se subdividen en pólvora ordinaria, fuerte y extrafuerte.

La mayor o menor potencia explosiva de este tipo de pólvoras radica no en la clase de sus componentes, ya que son los mismos, sino en su dosificación y granulado. En lo que respecta al granulado, tenemos:

Número 0, de 650 a 950 granos por gramo.

Número 1, de 2.000 a 3.000 granos por gramo.

Número 2, de 4.000 a 6.000 granos por gramo.

Número 3, de 8.000 a 12.000 granos por gramo.

Número 4, de 20.000 a 30.000 granos por gramo.

De los grupos antes señalados, el 3 y el 4 son los más interesantes, ya que entran en la carga de los cartuchos de revólver.

Las pólvoras *piroxiladas* actualmente son las más comúnmente utilizadas en las armas de fuego, ya que reúnen condiciones que ofrecen mayores ventajas tanto para la efectividad en el tiro, como para la conservación de las armas.

Se les denomina *piroxiladas* porque se obtienen mediante el ácido nítrico al actuar sobre sustancias que

contienen celulosa.

Las más comunes pólvoras piroxiladas son la M y la T, cuyas respectivas fórmulas son las siguientes:

#### Pólvora M

Nitrocelulosa 71%  
 Nitrato de bario 20%  
 Nitrato de potasio 5%  
 Alcanfor 3%  
 Gelosa 1%

#### Pólvora T

Nitrocelulosa 98%  
 Difetilamina 2%

Como se puede apreciar la base de las pólvoras piroxiladas o sin humo es la nitrocelulosa y la nitroglicerina, a las cuales se suelen mezclar ingredientes no explosivos, como también ingredientes que disminuyen la temperatura y la rapidez de combustión.

En la potencia de las pólvoras que ocupan nuestra atención, como en las negras, también influye la granulación, la que en el caso de la pólvora T es de 10.600 granos por gramo, aproximadamente.

## 7. BASES FISICAS DE LA BALISTICA

### 7.1. VELOCIDAD

En física, la velocidad tiene dos componentes. La velocidad o valor de movimiento y la dirección del movimiento. Como se utiliza comúnmente en el campo de armas de fuego, la velocidad se refiere simplemente a la velocidad de la bala o proyectil a un punto predeterminado de su trayectoria. Los fabricantes de cartuchos usualmente publican tablas de balística en

las cuales muestran la velocidad aproximada del proyectil de un cartucho en particular a la boca del arma. En el caso de rifles, la velocidad final también se muestra usualmente a distancias de 100, 200 y 300 yardas, y las figuras de energía correspondientes también están dadas por los mismos puntos de distancia. La velocidad se expresa comúnmente en pies por segundo (fps); por ejemplo, un cartucho .38 especial con 158 granos puede tener una velocidad de 855 fps.

## 7.2. ENERGÍA

Existen dos tipos básicos de energía. Estática o energía potencial y movimiento o energía cinética. En armas de fuego y balística el término "energía" se refiere a energía cinética o energía debida a movimiento. Energía, la capacidad de hacer trabajo, está expresada en pies-libras (ff-lb). Esta unidad se refiere al trabajo (o fuerza) resultante cuando un peso de una libra es lanzado desde una altura de un pie. Por ejemplo, el antes mencionado proyectil .38 especial de 158 granos de pólvora a una velocidad de 855 fps debe tener una energía de 256 pies-libra. La fórmula para el cálculo de la energía cinética es:

$$E_k = \frac{MV^2}{2}$$

## 7.3 INERCIA

La inercia está definida por la primera ley de Newton referida al movimiento la cual básicamente indica que un cuerpo en reposo tenderá a permanecer en re-

poso y un cuerpo en movimiento tenderá a permanecer en movimiento si no actúan sobre éste fuerzas externas. Un proyectil que ha sido disparado de un arma a través del cañón, tiende a continuar en movimiento, pero su vía (trayectoria) y su velocidad será cambiada por las fuerzas externas como son la resistencia del aire y la gravedad.

#### 7.4 GRAVEDAD Y TRAYECTORIA

La gravedad es la fuerza de atracción ejercida por un cuerpo celestial tal como la tierra. Esta es la fuerza que causa todo objeto que está suspendido, incluyendo proyectiles, que caen a la tierra. Tan pronto como un proyectil sale del cañón del arma, la gravedad empieza a actuar sobre él, dirigiéndolo hacia la tierra. En cuanto el proyectil sale del arma, este empieza a dirigirse hacia la tierra, el movimiento siguiente, que presenta forma de curva es llamado trayectoria. Esta curva es usualmente una distancia ligeramente corta, y la trayectoria puede ser en la mayoría de los casos una línea recta. A grandes distancias el trayecto curvo del proyectil es más aparente.

Debido a la acción de la gravedad, un proyectil debe de sobresalir de la línea de la mira, de acuerdo con la fuerza de gravedad. La aceleración hacia abajo de un objeto producida por la gravedad es de aproximadamente 32 fps. A velocidades altas la distancia es mayor y puede recorrerla antes de empezar a caer, en consecuencia la menor compensación por dicha caída debe estar dada por la distancia. Esta fuerza se describe como un recorrido del proyectil que va hacia adelante y al exterior tan lejos como sea posible antes de que

se empiece a ejercer la gravedad.

### 7.5 COEFICIENTE BALÍSTICO

Este es un término técnico (abreviado como C) que se usa para describir la capacidad de un proyectil para mantener su velocidad contra la resistencia del aire.

Matemáticamente se calcula por una fórmula ( $C = \frac{M}{id^3}$ )

en la cual: M es masa, i es un factor y d es el diámetro) en la cual la densidad seccional (peso en relación o una sección transversal) de un proyectil es dividido por un factor (forma del proyectil). A mayor coeficiente, mayor eficiencia del proyectil. La resistencia del aire y la gravedad son las dos fuerzas principales que actúan en el proyectil durante su trayectoria y posteriormente del impacto sobre el blanco. Un ejemplo del efecto de la resistencia del aire puede determinarse por la pérdida de velocidad resultante en la trayectoria de un rifle largo .22 con proyectiles de 40 granos (peso). Su velocidad de 1335 pies por segundo desde la boca del arma, pasará a 1045 pies por segundo a 100 yardas por la resistencia del aire. Esto representa una pérdida de aproximadamente el 22% de la velocidad inicial. Con un mejor coeficiente balístico del proyectil, existirá menor pérdida de velocidad en distancias grandes.

### 7.6 ESTRÍAS

Se le da el nombre de estrías a una serie de espirales o muescas grabadas en el interior de los cilindros

de las pistolas y rifles. Las altas o elevadas partes del interior del cañón que han sido marcadas con las muescas son llamados surcos. Las estrias espirales del cañón, que están compuestas por un número igual de surcos y muescas, pueden girar hacia la derecha (sentido de las manecillas del reloj) o hacia la izquierda (sentido contrario a las manecillas del reloj), y dependerá de la preferencia del fabricante. El número de surcos y muescas puede variar desde dos a más de veinte; sin embargo el más común es de seis.

El propósito de las estrias es la de dar un giro al proyectil para estabilizarlo durante su trayectoria (acción giroscópica). Una fuerza que se compara con la del espiral de un proyectil es la que se le da a un balón en partidos de fútbol.

## 7.7 CALIBRE O MEDIDA DE GROSOR

El calibre de un rifle o pistola es el diámetro interno del cañón, la distancia entre los dos surcos opuestos. En los Estados Unidos e Inglaterra, el calibre se mide en décimas de pulgada. En Europa el calibre es medido en milímetros. El ejército de los Estados Unidos estableció el cambio a medidas en el sistema métrico para determinar el calibre. Desafortunadamente no siempre coinciden las designaciones del cartucho con las del calibre. El ejemplo clásico es el de el cartucho .38 especial, el cual actualmente presenta un calibre .35 de diámetro. En escopetas el tamaño está referido al calibre o grosor. El término "grosor" tuvo su origen muchos años atrás cuando la dimensión del diámetro interno estaba designado por el número de estrias de plomo (por libra) que deberían ser adecuados para

la salida del cañón. Por lo tanto las escopetas de 12-grosor, requerían 12 esferas de diámetro adecuado para hacer una libra. La excepción de este sistema es la de .410 grosor, más propiamente llamada calibre 0.410, el cual se refiere al diámetro interno y no tiene relación con el número de esferas de plomo por libra.

## 8. BALISTICA FORENSE IDENTIFICATIVA

### 8.1. ESTABLECER LA IDENTIDAD DE PROYECTILES Y CASQUILLOS

El principio y fundamento que permite resolver esta cuestión es el siguiente: es humanamente imposible hacer dos artículos que aparezcan absolutamente idénticos al ser vistos con microscopio. Incluso las superficies de piezas de metal que son hechas por cortes consecutivos de una misma máquina, son microscópicamente diferentes, porque el filo de la pieza cortante se achata en cada corte, y así, hay variaciones minúsculas en las marcas dejadas en las superficies, variaciones que son sucesivamente cada vez más notables; porque hay que hacer notar que dichas superficies jamás son perfectamente lisas.

De manera semejante, las superficies cuyo acabado consiste en pulimentación o limado manual, presentan —al ser observadas en el microscopio— una apariencia semejante a la de un campo arado, y se pueden observar pequeños surcos o cortes dejados por la lima o el pulidor. Y de la misma manera que una pieza cortante de duro acero se mella con el uso, las limas y pulidores se gastan, con el resultado de que dejan marcas diferentes en las superficies sobre las que se uti-

lizan.

Además, cada golpe de la lima varía ligeramente en dirección y fuerza, lo cual significa que la dirección y la profundidad de las marcas de la lima en diferentes superficies nunca serán constantes. Y el mismo principio se aplica a las superficies que tienen un acabado de pulimentación.

Ahora bien, aplicando esto a la manufactura de las armas de fuego, tenemos que las superficies de la recámara de todas las armas de fuego se cortan primero a máquina, y en las armas de alto grado son acabadas limándolas o puliéndolas a mano. De manera semejante, los percusores de todas las armas son cortados y reciben su forma con un método parecido, recibiendo diversos grados de acabado fino, de acuerdo con el grado del arma en la que serán utilizados. Así, es evidente que la superficie de la recámara y del percusor de cada arma de fuego individual, tienen características microscópicas propias muy peculiares. Algunas veces, de hecho, estas individualidades o peculiaridades son tan pronunciadas que son perceptibles a simple vista, siendo que normalmente sólo son visibles con un buen lente de aumento. En lo que respecta a las estrias del ánima del cañón de las armas de fuego, éstas se tallan con el auxilio de herramientas mecánicas. En términos generales, la herramienta consiste en una especie de taladro cuya anchura corresponde con la de la estria; para tallarla, se hace pasar varias veces siguiendo el trazo espiral a lo largo del cañón. El procedimiento actualmente en uso corre a cargo de un machuelo que en una sola vez y con una sola operación talla las estrias en espiral. En el acero constitutivo del cañón existen porciones que ofrecen mayor dureza y que son respon-

sables de pequeñas melladuras en el machuelo que se utiliza para grabar las muescas; por consiguiente, en cada una de ellas aparece una serie de finas estrías dejadas por las melladuras del machuelo al hacer su recorrido a lo largo del interior del cañón. Estas estrías van variando en cada operación y son peculiares de cada muesca.

En resumen, todo lo expresado con relación a este punto permite establecer el siguiente principio: *sólo los proyectiles disparados por una misma arma e igualmente los casquillos de cartuchos por ella percutidos, presentan idénticas características tanto genéricas como particulares.*

## 8.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE CASQUILLOS

En este apartado, fundamentalmente haremos referencia a las recomendaciones que al respecto ha emitido el experto en Balística Forense G. Burrard:<sup>10</sup>

a) Hacer, cuando menos, cinco disparos de prueba, procurando, de ser posible, que los cartuchos que se utilicen sean de la misma marca que el cartucho cuestionado.

b) Los disparos de prueba deben hacerse con el manto de cilindro de los cartuchos bien aceitado antes de ser cargados en la recámara, a fin de reducir la fricción y la tendencia del casquillo a pegarse en el interior de la recámara cuando es expandido por la presión de los gases, aumentando de esta manera la fuerza con la que el culote del casquillo es empujado contra el plano de cierre de la recámara, de lo cual resulta una impresión más perfecta de este último sobre el culote del

casquillo.

c) Recoger cuidadosamente los casquillos, después de cada disparo.

d) Examinar los culotes de todos los casquillos de los disparos de prueba con un buen lente de aumento o con un microscopio, para encontrar la "huella característica" del arma sospechosa. Este examen preliminar proporciona algunas marcas prominentes y constantes que hacen posible orientar de manera semejante todos los casquillos de prueba.

e) Pegar los casquillos de prueba en un portaobjetos de vidrio ordinario para microscopio, con los culotes hacia arriba, por supuesto. Se procurará orientarlos de manera semejante, auxiliándose para ello de una lente de aumento, y se colocarán en hilera, tan cerca uno de otro como sea posible. Ahora bien, en virtud de que en los cartuchos de revólver no se da la marca del expulsor, su orientación puede obtenerse por medio de las estrias de la cápsula, es decir, colocando todos los casquillos de manera que todas las estrias de las cápsulas corran en la misma dirección.

f) Examinarlos al microscopio, con un aumento que permita tener tres casquillos al mismo tiempo en el campo visual, ajustando la iluminación de manera que caiga completamente oblicua sobre los culotes de los casquillos.

g) Girar 180 grados los casquillos, por medio del dispositivo giratorio del microscopio, a fin de que la luz les dé desde todos los ángulos posibles. Mediante esta maniobra se llegará a un punto en el que aparecerá claramente y de repente alguna marca o marcas. Al llegar a este punto, hay que buscar esa marca en los demás casquillos que se encuentran dentro del campo visual.

Ahora bien, si está presente en todos, hay que ir colocando, uno por uno, a los demás casquillos dentro del campo visual, cuidando siempre de tener un casquillo ya examinado en el mismo campo visual de un nuevo casquillo, con el fin de tener una guía en cada caso.

h) Usar lentes de mayor aumento, si no aparecen marcas muy acentuadas y aisladas que sean comunes a todos los casquillos de prueba. De esta manera, se puede hacer una comparación más detallada de las marcas más pequeñas, especialmente de las estrias de la cápsula.

i) Examinar el plano de cierre de la recámara del arma, a fin de verificar la huella observada en el culote de los casquillos de prueba, usando para ello un buen lente de aumento o un microscopio.

j) Colocar el casquillo cuestionado y un casquillo de prueba en un portaobjetos de vidrio en el mismo campo visual del microscopio, orientándolos de manera semejante por medio de las marcas del expulsor, las estrias de la cápsula o cualquiera otra característica que pueda parecer común a ambos, a fin de ver si sus culotes presentan huellas idénticas o no, estableciéndose así su identidad o su diferencia. Esta labor se facilita utilizando el "microscopio de comparación" para balística.

k) Tomar la microfotografía respectiva, la que siempre juega un papel muy importante en balística identificadora, ya que, de no hacerse, la evidencia de identificación estaría basada únicamente en una simple opinión, sin el respectivo documento gráfico que le dé fuerza.

Terminemos con las consideraciones siguientes, que estimo de suma importancia: la iluminación es más im-

portante que la amplificación, pues una variación en el ángulo de iluminación puede fácilmente impedir que alguna marca importante se haga visible.

Esta labor requiere de microscopistas calificados.

Nunca precipitarse a sacar conclusiones.

### 8.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROYECTILES

Esta labor de identificación se lleva a cabo de acuerdo con los mismos principios generales que se aplican a los casquillos de cartuchos disparados, razón por la cual nuevamente nos apegamos a las sugerencias dictadas al respecto por G. Burrard,<sup>22</sup> a saber:

a) Hacer con el arma sospechosa dos o tres disparos sobre algún material del que se puedan recuperar los proyectiles sin que se deformen o presenten otras marcas que no sean las producidas por el rayado del cañón, a fin de obtener dos o tres proyectiles que puedan ser comparados con el proyectil cuya procedencia se trata de establecer. Al respecto, es oportuno señalar la conveniencia de que las balas de prueba, también denominadas testigos, sean semejantes a la bala problema.

b) Examinar los proyectiles testigo con un lente de aumento, a fin de seleccionar el que parezca estar más profundamente grabado, el cual se sujetará a un examen preliminar con el microscopio.

c) Poner el proyectil seleccionado en el sostén giratorio especial del microscopio de comparación, colocando la fuente luminosa de tal forma que el haz de luz incida oblicuamente sobre el proyectil, pues de otra manera no se apreciarán fácilmente las estrías. Al igual que para los casquillos, usar al principio un bajo poder

de amplificación.

d) Examinar cuidadosamente todas las porciones de la superficie del proyectil, prestando atención a cualquier estria peculiar o prominente. Debe hacerse hincapié en que el primer paso consiste en detectar alguna peculiaridad en el grabado que pueda ser fácilmente reconocida.

e) Colocar en el otro sostén giratorio del microscopio de comparación el segundo proyectil testigo, examinándolo hasta encontrar las estrias especiales que fueron escogidas en el primero. Después, quitar el segundo proyectil testigo y poner en su lugar el tercero, procediendo a examinarlo de la manera ya indicada. Estas operaciones permitirán descubrir, casi con certeza, que las estrias que fueron seleccionadas como punto clave en el primer proyectil testigo, se encuentran presentes en todos los demás. Al respecto, es importante hacer notar que se debe mantener siempre en uno de los campos el proyectil seleccionado, permitiendo la comparación conjunta con los otros proyectiles testigo conforme se vayan colocando.

f) Colocar el proyectil problema en el sostén giratorio del microscopio en el que se estuvieron poniendo los proyectiles testigo, segundo y tercero. Acto seguido, buscar en él el detalle característico seleccionado en los proyectiles de prueba y ver si las estrias del proyectil testigo coinciden exactamente con las del proyectil problema. De ser así, se verifica este dato haciendo girar los dos proyectiles hasta que todas las porciones de la superficie grabada de ambas balas hayan sido comparadas. Ahora bien, de obtenerse una perfecta coincidencia, se puede considerar que se ha identificado el arma.

g) Tomar las respectivas microfotografías.

Terminemos este apartado recordando que "la verdad es que el microscopio de comparación no es de ninguna manera un instrumento fácil de usar, y el simple hecho de poseerlo no convierte a un investigador en un perito competente, de la misma manera que el hecho de poseer un par de pistolas de alto grado no hace a un hombre un buen tirador, ni un piano Steinway Grand convierte automáticamente a su propietario en un gran pianista. En la práctica, la combinación de un investigador realmente experto y de un poderoso lente de aumento tiene muchas más probabilidades de llegar a resultados correctos, incluso en el caso de balas, que la combinación del más costoso microscopio forense con un investigador sin experiencia".<sup>22</sup>

## 9. BALISTICA FORENSE RECONSTRUCTIVA

### 9.1. ESTABLECER LA POSICIÓN VÍCTIMA-VÍCTIMARIO

Esta cuestión nos ubica exactamente en los límites de la balística de efectos y de la balística externa, haciendo, por tanto, necesaria para su solución la intervención conjunta del médico forense y el experto en criminalística, específicamente en balística forense.

El principio y fundamento que permite resolver esta cuestión consiste en la correspondencia significativa que fundamentalmente existe entre el punto desde el cual se hace el disparo, la forma en que incide el proyectil sobre la piel, el trayecto del proyectil en el interior del cuerpo y el punto final de impacto del mismo,

en caso de que atravesase el cuerpo del lesionado.

Para despejar la interrogante planteada, no son suficientes los datos obtenidos en la autopsia. Son necesarios, conforme recomienda el sabio profesor Maestre, "todos los datos del sumario, puesto que todos interesan y solamente con el estudio global de los mismos lograremos orientarnos en el intrincado dédalo de las posibilidades".<sup>12</sup>

Con relación a la cuestión planteada y en virtud de la maestría, sencillez y claridad con que el Prof. Piga la resuelve, cedámosle al propio profesor la palabra:

"Desde luego habremos de saber en qué posición fue encontrado el cadáver. Si estaba en decúbito supino y la herida en el lado izquierdo del tórax, con un trayecto oblicuo de izquierda a derecha, es admisible que el agresor se hallase en situación lateralizada y por delante. Si además las manchas de sangre mancharon los vestidos de la víctima de arriba a abajo, se acentuará la creencia acabada de exponer y la suposición de que ambos estaban de pie en el momento de realizarse la agresión. En cambio, si la sangre manchó la ropa en sentido lateral deberá suponerse o que el individuo estaba en el suelo o que cayó inmediatamente de sufrir el disparo.

"La dirección de abajo a arriba o de arriba a abajo debe relacionarse con la talla relativa de agresor y agredido, pero más principalmente con el sitio del suceso. Es natural que un individuo de baja estatura podrá herir a otro mucho más alto, de abajo a arriba, estando en el mismo plano. No lo es menos que igualmente puede suceder que la herida tenga el trayecto indicado si el plano donde se hallaba el agredido era

superior al del agresor, aún siendo éste de estatura igual o superior a la del primero.

“Como se ve, más que por las características de la herida, resuélvese la cuestión por un conjunto de datos complementarios de la autopsia, y entre ellos por la inspección del lugar del suceso. En este lugar es donde de manera primordial podrá el perito encontrar elementos de información importantísimos para la misión científica que le compete. Todas las huellas de sangre, impresiones dactilares, señales de pisadas, etc., deberán ser estudiadas minuciosamente con arreglo a los conocimientos de la técnica científica, policiaca médico-legal. Si estos datos no son recogidos y valorados detenidamente, no será factible en más de una ocasión el llegar a una afirmación categórica, y si el médico legista carece de los conocimientos indispensables proporcionados por el examen de manchas de sangre, ropas, etc., hará bien en colocarse en una situación dubitativa en el informe que redacte, haciendo constar que la Ciencia médico-legal no dispone de medios bastantes para resolver la cuestión planteada con la sola inspección del cadáver en la mesa de autopsias y el resultado de la necropsia por él practicada”.<sup>14</sup>

## 9.2. ESTABLECER EL PUNTO DESDE EL CUAL SE HIZO EL DISPARO

En algo ayuda para tratar de resolver este problema, conocer la situación de los casquillos en el lugar de los hechos.

Esta aseveración se funda en las numerosas y variadas experiencias realizadas por el General Julián S.

Hatcher, quien elaboró un diagrama de expulsión, después de observar que los casquillos expulsados por armas automáticas del mismo tipo y calibre siempre caían en la misma zona, es decir, a igual distancia de quien hacía el disparo.<sup>15</sup>

Con relación a este punto, es de tomarse en cuenta la opinión de LeMoyne Snyder:

"Procede mencionar que las armas de la misma marca, modelo o tipo no ofrecen un diagrama de eyección con la misma exactitud. La posición en la que pueden quedar los casquillos depende de la presión a que están sujetos los proyectiles en el cargador en el momento de disparar, de la tensión del resorte que acciona el dispositivo responsable del retroceso y del grado de ajuste de las diferentes piezas que forman parte del arma. Por otra parte, los casquillos son cilíndricos y pueden rodar en las superficies lisas o en las que ofrecen la condición de planos inclinados".<sup>16</sup>

### 9.3. ESTABLECER LA DISTANCIA DEL DISPARO

La distancia a que se hizo un disparo de bala no puede resolverse con precisión, limitándonos en la práctica a distinguir cuatro tipos de disparos, con caracteres diferenciales acusados:

#### a) Disparo a boca de jarro

Es el que se realiza con la boca del arma en contacto con la piel. En casos de armas cortas, el perito puede apoyarse, para el diagnóstico, en los datos que le suministre la lesión o las ropas.

Los caracteres dados por la lesión son la "boca de

mina" de Hofman, en la piel, y el "signo de Benassi" en el hueso.

Caracteriza a la "boca de mina" una herida cutánea desgarrada, estrellada, alargada, semejante a la herida contusa y en parte a la incisa.

El "signo de Benassi" es el anillo de ahumamiento producido alrededor del orificio de entrada, en el plano óseo. Este signo "se encuentra especialmente en los disparos suicidas efectuados sobre el cráneo (temporales, parietales, frontales). Su importancia radica en que: 1) es signo de orificio de entrada; 2) resiste a la acción de la putrefacción, aún cuando ésta ha destruido todas las partes blandas".

Con relación a los datos proporcionados por las ropas, son de tomarse en consideración el signo de la escarapela, de Simonin; el deshilachamiento crucial, y el "calco" del tejido superficial sobre el profundo.

#### b) Disparo a quemarropa

El orificio de entrada en este tipo de disparos está rodeado por la cintilla de contusión y por un tatuaje denso y ennegrecido, comprobándose sobre su superficie los efectos de la quemadura de la llama, indicativos, por lo tanto, de un disparo hecho a una distancia no superior al alcance de la llama.

#### c) Disparo a corta distancia

Distingue a este tipo de disparos la presencia de los elementos integrantes del tatuaje (ahumamiento y granos de pólvora) alrededor del orificio de entrada. Por lo tanto, se incluyen en esta denominación los realizados a distancias inferiores al alcance del tatuaje, tanto

del verdadero (gránulos de pólvora) como del falso (ahumamiento).

En virtud de que el aspecto del tatuaje depende de la distancia del disparo, ésta se determinará por las características de aquél. Por lo tanto, para resolver tal problema, en cada caso se realizarán disparos de prueba con la misma arma e idéntica munición. Ahora bien, la distancia a la que se haya obtenido un tatuaje más parecido al problema, indicará, siempre con una cierta aproximación, la distancia del disparo en cuestión.

#### d) Disparos a larga distancia

La ausencia de los elementos que constituyen el tatuaje, caracteriza a este tipo de disparos.

### 9.4. ESTABLECER EL TRAYECTO DEL PROYECTIL

El trayecto del proyectil señala el camino recorrido por éste a través del cuerpo. Único en la mayoría de los casos, se torna doble o múltiple cuando el proyectil se fragmenta al chocar contra partes óseas.

El trayecto no es un canal uniforme, siendo más reducido al atravesar las aponeurosis y ensanchándose al pasar por los músculos.

Su interior está generalmente ocupado por sangre coagulada, restos de tejidos dilacerados y cuerpos extraños, ya provengan del exterior, ya del propio organismo.

Al respecto, recordemos la muy juiciosa observación de Piedelievre y Desoille: "No es siempre exacto que la dirección del disparo sea la representada por la

recta que une el orificio de entrada y de salida".

Con relación a esta cuestión, hay que tener en cuenta las *desviaciones* y las *migraciones*.

#### 9.4.1. *Desviaciones*

Consisten en los cambios bruscos de dirección que sufren los proyectiles en el interior del cuerpo al chocar con estructuras compactas (huesos), originando variaciones de dirección insospechadas. Al respecto, la toma de una radiografía dará información confiable, con relación al camino seguido por el proyectil.

#### 9.4.2. *Migraciones*

Consisten en el arrastre del proyectil por el torrente sanguíneo, al penetrar en la cavidad cardiaca o en un grueso vaso sanguíneo, trayendo como consecuencia que el proyectil quede finalmente en un sitio bastante retirado del punto de penetración.

Este fenómeno se observa frecuentemente cuando el proyectil penetra en la aorta torácica, quedando finalmente enclavado en la iliaca izquierda, lugar donde debe ser buscado.

### 9.5. ESTABLECER LA DIRECCIÓN DEL DISPARO

La dirección que el proyectil presenta con respecto al plano de incidencia, sobre el que choca en el momento de penetrar en el organismo, se denomina *dirección del disparo*.

Prácticamente se hace coincidir la dirección del proyectil con la del trayecto. Sin embargo, esta no es

una regla absoluta, en virtud de que hemos visto que a veces el trayecto puede alterarse fundamentalmente cuando se trata de proyectiles contorneantes o de proyectiles migratorios.

En parte, la solución a este problema la encontramos en las características del orificio de entrada, fundamentalmente en las correspondientes al "anillo de Fisch", resultante de la acción contusa del proyectil y de las impurezas de su superficie. Sobre este punto, Emilio Federico Pablo Bonnet señala: "Acción contusa por un lado e impurezas por otro, se producen alrededor del orificio y por exclusiva acción del proyectil (la pólvora no interviene para nada en el fenómeno) dos zonas, superpuestas en parte, de uno o dos milímetros de ancho, que constituyen el llamado "anillo de Fisch", exclusivo de los orificios de entrada".

En los disparos hechos perpendicularmente es de forma circular y concéntrica, y cuando es excéntrico y un poco semilunar, corresponde a disparos hechos oblicuamente. De manera que su forma puede orientar a veces acerca de la dirección de un disparo.

Mucho ayudan también para resolver la cuestión planteada, las siguientes consideraciones:

#### 9.5.1. *Heridas sin orificio de salida*

Sirve para marcar la dirección del disparo el eje del trayecto, antes de que este último sufra alguna desviación.

#### 9.5.2. *Heridas con orificio de salida*

Se puede aplicar el criterio anterior; sin embargo,

antes es preciso diferenciar previamente con absoluta seguridad el orificio de entrada del de salida. Ahora bien, en aquellos casos que esto se dificulte, es muy conveniente tomar en consideración los siguientes juicios de carácter técnico-científico: la identificación de compuestos químicos resultantes de la deflagración de la pólvora ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ) en alguno de los orificios problema, lo señala como el de entrada; la existencia de carboxihemoglobina en alguna de las heridas, es altamente sugerente de que se trata del orificio de entrada, producto de un disparo hecho a corta distancia; la presencia de fibras textiles procedentes de los vestidos, en los inicios del trayecto de una de las heridas, la identifica como orificio de entrada; la comprobación microquímica, espectrográfica o radiológica de partículas metálicas procedentes del proyectil (Cu, Pb, Fe, Ni) en alguno de los orificios cuestionados, indica que se trata del orificio de entrada.

### 9.5.3. Heridas en el cráneo

En estos casos es definitivo tomar en cuenta el criterio del "cono truncado", a saber: cuando un proyectil atraviesa los huesos del cráneo, de las dos tablas del diploe craneal, la segunda atravesada presenta un orificio mayor y más irregular, por lo que el trayecto en cada orificio presenta la forma de un cono truncado con la base más ancha en la tabla atravesada en segundo lugar. Por lo tanto, el orificio de entrada tendrá las siguientes características: es más pequeño en la tabla externa que en la interna. Por otro lado, el de salida estará representado de la siguiente manera: es más reducido y regular en la tabla interna que

en la externa.

## 0. LEVANTAMIENTO, EMBALAJE Y VALOR INVESTIGATIVO DE ARMAS DE FUEGO, PROYECTILES Y CASQUILLOS

### 0.1. ARMAS DE FUEGO

#### 0.1.1 *Pistola* o *revólver* (Ver fotografías 1 y 2)

**Levantamiento:** tómesese por los bordes del guardamonte o por la cacha, si ésta está estriada.

**Embalaje:** métase en una caja de cartón resistente de tamaño adecuado, o colóquese sobre una hoja de cartón resistente, en la cual se han practicado varios orificios a través de los cuales se hará pasar un cordel con el fin de mantenerla fija a la superficie del cartón de referencia.

**Valor investigativo:** determinar si fue disparada efectivamente, dilucidar si los proyectiles o casquillos relacionados con el hecho que se investiga fueron disparados o percutidos, respectivamente, por dicha arma.

#### 0.1.2. *Rifle*

**Levantamiento:** tómesese por los bordes del guardamonte, por el final de la culata o por la correa, si es que el arma la tiene.

**Embalaje:** métase en una caja de cartón resistente de tamaño adecuado, procurando fijarlo con cordeles, o guárdese en una bolsa de plástico de tamaño apropiado.

para resolver este problema son muy poco confiables. Sobre este particular son muy ilustrativas las siguientes palabras de Angel Vélez Angel: "Según las más recientes investigaciones y experimentos efectuados por verdaderos peritos en la materia, lo anterior es más difícil de lo que se cree; tanto, que hasta el momento no es posible determinar científicamente cuánto tiempo hace que fue disparada un arma de fuego".<sup>10</sup>

Hecha la aclaración anterior, señalaremos a continuación los procedimientos que con más frecuencia se aplican para tratar de resolver la cuestión planteada:

### 11.1. OLER EL ÁNIMA DEL CAÑÓN

Cuando un arma ha sido disparada recientemente, es posible percibir el olor a pólvora deflagrada, sobre todo si se trata de escopetas o de armas de cañón largo.

### 11.2. BUSCAR NITRITOS EN EL ÁNIMA DEL CAÑÓN

La presencia de estos compuestos indica con cierta seguridad que el arma sí fue disparada recientemente, ya que son resultado de la deflagración de la pólvora.

### 11.3. BUSCAR HERRUMBRE EN EL ÁNIMA DEL CAÑÓN

Un cañón muy enmohecido nos permite inferir que

muy probablemente el arma no ha sido disparada desde hace mucho tiempo. Sin embargo, es preciso mostrarse muy prudente al respecto, pues las condiciones de conservación (humedad o aire salino) tienen una gran influencia en la rapidez con que aparece el orín.

## 12. ESTUDIO DE LAS ARMAS DE FUEGO, CASQUILLOS, PROYECTILES E IMPACTOS EN EL LUGAR DEL SUCESO

Cuando el delincuente ha cometido el ilícito con un arma de fuego, debe procederse inmediatamente a la búsqueda y ocupación del arma y demás elementos relacionados con el disparo, por si pudieran encontrarse en el lugar de los hechos.

Hallada el arma, después de un examen minucioso, completo y ordenado del lugar, será fijada mediante la descripción, la fotografía y el croquis, observando y tomando nota de cuantos detalles se encuentren en derredor de ella. Sin embargo, en el caso de que existan sospechas de que el arma fue cambiada de lugar antes de que llegaran los investigadores, es necesario, primero, hacerlo del conocimiento de estos últimos, y, segundo, averiguar cuáles eran su posición y orientación originales, a fin de no afectar las inferencias de carácter reconstructivo que al respecto se hagan.

Posteriormente, siguiendo la técnica indicada en páginas anteriores, se procederá a su levantamiento. Antes de ello, es de suma importancia comprobar que no existe peligro de que se dispare.

Ahora bien, si se trata de una pistola, de inmediato se retirará el cargador. A la vez, se examinará la si-

tuación del seguro y el encasquillamiento de algún cartucho. Tanto el cartucho descargado de la recámara como el encasquillado, se guardarán en sobres separados debidamente rotulados. Es conveniente que el criminalista anote en su informe este tipo de manipulaciones.

En el caso de tratarse de un revólver, el investigador criminalista no deberá alterar la posición del tambor sin haber observado antes si existe cartucho en la cámara que mira al cañón, si ha sido o no disparado, si el disparador estaba montado, etc.

En el caso de la pistola se contará el número de cartuchos contenidos en el cargador; tratándose de un revólver, esta cuenta se hará tanto para los disparados como para los que queden sin disparar, anotando antes la posición exacta del tambor en el momento de su hallazgo.

Con relación a los cabellos, sustancia cerebral y restos de fibras que pudieran estar adheridos a la superficie del arma de fuego, en el caso de que pudieran desprenderse por el transporte del arma, se recogerán aisladamente y se guardarán por separado, previa fotografía y anotación del lugar donde se encontraban. Por el contrario, si estos indicios no ofrecen peligro de desprenderse, se dejarán en el arma, sin manipular sobre ellos.

Si el arma no se encontrara en el lugar de los hechos, se buscará exhaustivamente en sus alrededores (patios, cisternas, pozos, etc.)

En virtud de que las armas de fuego, por la extensión de sus superficies pulimentadas, reúnen las condiciones óptimas de un buen soporte de huellas dactilares, una de las investigaciones más interesantes

a realizar en los primeros momentos de su ocupación será la búsqueda de estos valiosos indicios. Muchas veces, un sencillo estudio dactiloscópico de las impresiones dactilares que se revelan en el arma puede resolver el trascendental problema de diferenciar suicidio, homicidio y accidente.

Respecto a la búsqueda de las impresiones dactilares sobre las armas de fuego, Svenson y Wendel son muy ilustrativos: "Cuando se toma posesión de un arma, se someterá a un examen preliminar de huellas dactilares. Las huellas digitales en grasa o sangre se observan con facilidad. Las huellas latentes sobre metal, soplando ligeramente sobre el objeto, se hacen visibles.

"Si las impresiones digitales, o las manchas de sangre, fibras, etc., aparecen sobre el arma, y se conservan, es conveniente primero asegurar las marcas que no se encuentran en la inmediata vecindad de las huellas digitales, ya que de otro modo podrían ser destruidas fácilmente al utilizar los polvos de las impresiones dactilares.

"Téngase en cuenta que si el arma ha sido encontrada en el aire libre, o en una habitación fría en pleno invierno, y existen impresiones en grasa, entonces no se llevará a un local caliente, ya que la grasa se fundirá o ablandará y se perderán las huellas".<sup>21</sup>

Desde el punto de vista de la identificación del arma, se anotará la marca, modelo, calibre, número de serie y cualquier otro dato que sea significativo para tales fines.

Referente a los casquillos que puedan hallarse en el lugar del delito como consecuencia de los disparos,

se buscarán examinando minuciosa, completa y ordenadamente el propio lugar.

De hallarse, se fijarán conforme a los procedimientos ya anotados al referirnos a las armas de fuego. Posteriormente, se levantarán cumpliendo las reglas señaladas en páginas anteriores para tales efectos.

Si en el lugar del disparo no se encuentra ningún casquillo, cabe sospechar que se ha utilizado un revólver o un arma de un solo tiro, sin expulsión de la vaina: rifle o escopeta.

En el caso de que los disparos se hayan efectuado en un lugar cerrado, se procederá a buscar los impactos en paredes, techos, muebles, etc.

Los objetos que hayan sufrido los efectos del disparo se fotografiarán y se trasladarán al laboratorio de criminalística, de ser factible su transporte.

Los impactos observados en el escenario del delito deben fotografiarse, anotando su localización y altura, características que ofrecen y cuantos datos significativos puedan recogerse.

La fotografía será complementada con un croquis, en el cual se señalarán la trayectoria que se supone recorrió el proyectil, la probable situación del victimario y la posición de la víctima.

Si el proyectil se encuentra incrustado en el sitio de impacto, se extraerá con el mayor cuidado, evitando, en absoluto, dañar su superficie. Sin embargo, antes de proceder a su extracción, se fotografiará el lugar del impacto con la bala dentro, anotando su posición exacta.

### 13. CUESTIONES MEDICO-FORENSES DE ORDEN BALISTICO

#### 13.1. LAS HERIDAS OBSERVADAS EN EL CADÁVER, ¿SON LA CONSECUENCIA DE UN ACCIDENTE, DE UN SUICIDIO O DE UN HOMICIDIO?

Para contestar con la debida seriedad científica la pregunta planteada, el perito siempre deberá contar con la siguiente información: resultado de la necropsia, resultado del examen del lugar de los hechos, resultado del examen de la ropa y resultado del examen del arma. De no contar con la totalidad de la información señalada, salvo casos muy sencillos en los que pueda hacerse una afirmación categórica sin tener en cuenta más que los datos suministrados por la necropsia, cualquier juicio al respecto emitido por el perito resultaría muy aventurado y se correría el riesgo de cometer un error pericial.

Sin restar validez alguna a lo antes apuntado, a continuación daremos algunos criterios de carácter general que orientan la resolución del problema planteado.

##### 13.1.1. En apoyo al suicidio:

Orden en el lugar de los hechos; orden en los vestidos, ausencia de huellas de lucha; arma de fuego próxima al cuerpo del occiso o empuñándola, a consecuencia del espasmo cadavérico; ausencia de lesiones de defensa; lesión localizada en sitios de elección (región temporal, región precordial, región frontal, boca y región submentoniana); ordinariamente una

sola herida, a lo sumo dos; dirección del disparo de derecha a izquierda, de delante hacia atrás y de abajo hacia arriba; disparo a corta distancia (bocajarro, quemarropa y corta distancia en sentido estricto); presencia en la mano sospechosa de haber disparado el arma de derivados nitrados ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ) procedentes de la deflagración de la pólvora, de ahumamiento (signo de Taylor) y de Bario (Ba), Plomo (Pb) y Antimonio (Sb); existencia de nota suicida en el lugar de los hechos.

### 13.1.2. En apoyo al homicidio:

Desorden en el lugar de los hechos; desorden y roturas en los vestidos; ausencia del arma de fuego; una o varias lesiones sin ninguna predilección por determinada región anatómica, pudiendo tener como una característica importante la imposibilidad de que se las haya producido el propio sujeto; dirección del disparo de arriba hacia abajo, sin dejar de tener presente que es este un problema que se relaciona con la posición de los sujetos —agredido y agresor— en el momento del hecho; disparo a quemarropa, a corta o larga distancia; ausencia en las manos de derivados nitrados procedentes de la deflagración de la pólvora, de ahumamiento, de Ba, Pb y Sb; ausencia de nota suicida.

### 13.1.3. En apoyo al accidente:

Orden en el lugar de los hechos; orden en los vestidos; arma de fuego próxima al cuerpo del occiso o empuñada, a consecuencia del espasmo cadavérico; ausencia de lesiones de defensa; lesión sin ninguna

predilección en cuanto a determinada región anatómica; ordinariamente una sola herida; dirección indeterminada del disparo, pues depende ésta de la posición del sujeto y de la situación del arma en el momento de lesionarse; disparo a quemarropa o a corta distancia; presencia en la mano de derivados nitrados procedentes de la deflagración de la pólvora, de ahumamiento, de Ba, Pb y Sb; ausencia de nota suicida.

Para finalizar, es conveniente subrayar que no se pueden fijar normas invariables para dilucidar las situaciones planteadas, sino que cada una de ellas deberá ser objeto de un profundo y metódico análisis.

### 13.2. EN EL CASO DE EXISTIR DOS LESIONES CORRESPONDIENTES A DOS DISPAROS, ¿CUÁL DE ELLOS HA SIDO EL PRIMERO?

Para contestar esta pregunta es conveniente recordar lo siguiente: Si una lesión es producida en vida y otra ya fallecida la persona, la presencia de hemorragia en una de ellas, de sangre coagulada, de reacción tisular perihemorrágica y de retracción tisular, entre otros signos, indica que la lesión fue producida en vida. A contrario sensu, la ausencia de los signos señalados indica que la lesión fue producida en un cuerpo sin vida.

Por lo tanto, con base en lo establecido en el párrafo anterior, el orden cronológico de las lesiones vendría a ser el siguiente: la que presenta signos vitales, en primer lugar; en segundo, la que no los presenta.

Ahora bien, cuando ambas lesiones son producidas en vida y están situadas en el mismo plano, se recurre, para resolver el problema planteado, al siguiente crite-

rio de necesidad: *la lesión más grave es la última inferida.*

Sin embargo, desde un punto de vista estrictamente científico, lo más honesto sería que el perito señalara que no tiene medios para establecer el orden cronológico de las heridas. De este modo, si bien es cierto que no resuelve el problema, no lo es menos que no da margen a un error de mayor o menor trascendencia judicial.

En el caso de que las heridas hayan sido inferidas en el cráneo, la disposición de las fisuras permiten encontrar la solución, como a continuación apunta Emilio Federico Pablo Bonnet: "En efecto, cuando un primer proyectil ha determinado una fractura estrellada del cráneo, si se dispara un segundo proyectil se verá que los radios de las fisuras producidas por éste son interrumpidos en los puntos en que se encuentran las líneas de fractura de la primera lesión".

### 13.3. DESPUÉS DE HABER SIDO LESIONADA, ¿PUDO LA PERSONA EJECUTAR ALGUNOS ACTOS?

Es muy difícil y arriesgado hacer una afirmación categórica sobre el particular, salvo en los casos notoriamente evidentes. Se debe entender por tales, aquéllos en los que las lesiones tisulares son de tal gravedad y magnitud que en modo alguno puede dudarse respecto de lo inmediato e instantáneo de la muerte consecuente al traumatismo. Como regla general es recomendable ser muy prudentes en cuanto a lo categórico de la contestación, pues la casuística enseña que algunos heridos, no obstante la gravedad de las lesiones que presentan, han podido realizar actos que, general-

mente, no realizan la mayoría de los traumatizados en iguales condiciones.

A manera de información, señalaremos en seguida los criterios generales que al respecto se sustentan, sin que deban ser aceptados como artículos de fe en las peritaciones médico-forenses, sino que, al contrario, deben ser evaluados según las circunstancias del caso en particular:

1. Una lesión que interesa órganos nobles, mata o inmoviliza rápidamente.
2. Las lesiones que determinan la muerte más rápidamente son, en primer lugar, las del cerebro, siguiéndoles luego las del corazón, de los grandes vasos, del abdomen, de los pulmones y, finalmente, las de los miembros.

Una prueba que da luces para poder despejar la cuestión planteada es la de Kipper, reseñada de la siguiente manera por el Prof. Carlos Federico Mora: "Se toma un pedacito de piel en el que esté incluido el borde de la perforación hecha por la bala; se le prepara convenientemente, de acuerdo con la técnica histológica y se lleva al microscopio para tratar de localizar algunas de las partículas de grasa, pequeños fragmentos de metal, hilachas de la ropa atravesada por la bala o cualquier otra partícula de las que se adhieren al proyectil para adherirse después a la piel cuando entra la bala. Como el organismo reacciona en el acto ante la presencia de un cuerpo extraño, rodeándolo de glóbulos blancos cuyo oficio es atrapar a los intrusos y conducirlos al sistema linfático, el investigador no tiene más que dedicarse a buscar si hay esos

fragmentos fagocitados y si los encuentra puede afirmar que el sujeto estaba vivo cuando recibió el balazo y que sobrevivió algún tiempo —el suficiente para que los glóbulos blancos rodearan a las partículas extrañas al organismo e introducidas junto con el proyectil—. Según la opinión de Kipper, es posible indicar cuánto tiempo tardó el individuo en morir, con sólo contar el número de leucocitos que envuelven a alguno de los corpúsculos examinados; pero esto sería exacto únicamente en el caso de que ese número dependiera sólo del tiempo y no de tantas otras circunstancias relacionadas con la calidad de las defensas orgánicas. Es decir que en los diferentes individuos las células fagocitarias acuden a rodear el cuerpo extraño en un tiempo variable y en cantidad más grande o más pequeña, según el estado del organismo, su tendencia a reaccionar defensivamente y las propiedades irritantes que posean las partículas atacadas. Por lo tanto, lo más que se puede afirmar, sin mucho aventurarse, es que cuando hay una reacción leucocitaria intensa (es decir un gran número de leucocitos en torno de un corpúsculo) es seguro que la muerte tardó varias horas en consumarse; mientras una reacción escasa indica que se produjo muy rápidamente y no dio tiempo para un mayor aporte de glóbulos".<sup>22</sup>

#### 13.4. ¿SE PUEDE INFERIR DE LAS DIMENSIONES DEL ORIFICIO DE ENTRADA EL CALIBRE DEL PROYECTIL QUE LO PRODUJO?

En virtud de que las dimensiones del orificio de entrada no dependen únicamente del calibre del proyectil, sino también de la distancia del disparo, del grado de elasticidad de la piel, de la manera en que penetra el proyectil, de la forma de éste y de las características anatómicas de la región lesionada, no es posible hacer deducción alguna si no se conocen todos estos datos. Por lo tanto, como regla general es muy recomendable no emitir juicio alguno, pues de lo contrario, el perito que lo hiciera denotaría poca seriedad científica, aun en el caso de que lo formulara en términos de probable.

NOTA: Los únicos tejidos del organismo humano que nos pueden indicar con bastante aproximación el calibre del proyectil que los ha lesionado, son el aponeurótico y el óseo.

#### REFERENCIAS Y NOTAS

1. Pedazo de papel que se colocaba entre la pólvora y los perdigones. Este procedimiento era utilizado antiguamente para cargar las escopetas de fisto.
2. Cfr. Jean Gayet, *Manual de la Policía Científica*, Edit. Zeus, Barcelona, 1962, p. 81.
3. *Ibidem*, p. 81.
4. *Ibidem*, pp. 81 y 82.
5. Manuel Constain Medina y Alberto Constain Chaves, *Investigación Criminal*, Edit. Temis, Bogotá, 1963, p. 121.
6. Alfredo Achaval, *Manual de Medicina Legal*, Edit. Abeledo Perrot, Buenos Aires, 1963, p. 262.
7. Roberto Albarracín, *Manual de Criminalística*, Edit. Policial, Buenos Aires, 1971, p. 181.
8. Angel Vélez Angel, *Criminalística General*, Edit. Temis, Bogotá, 1971, p. 252.
9. Cfr. Luis Sandoval Smart, *Manual de Criminalística*, Edit. Jurídica de Chile, Santiago de Chile, 1960, p. 344.
10. Cfr. G. Burrard, *The Identification of Firearms and Forensic Ballistics*, Third ed., Herbert Jenkins, London, 1958, pp. 103 ss.

11. Cfr. *Ibidem*, pp. 188 ss.
12. *Ibidem*, pp. 154-155.
13. En Dr. Antonio Figa, *Medicina Legal de Urgencia*, Ediciones Mercurio, Madrid, 1928, p. 500.
14. *Ibidem*, pp. 500-501.
15. Cfr. J. S. Hatcher, et col., *Firearms investigation, identification and evidence*, Edit. Thomas G. Sammworth, Harrisburg (Pennsylvania), 1957, pp. 286, 287.
16. LeMoynes Snyder, *Investigación de Homicidios*, Edit. Limusa, México, 1969, p. 175.
17. Emilio F. P. Bonnet, *Lecciones de Medicina Legal*, Edit. López Libreros, Buenos Aires, 1970, p. 52.
18. En Emilio F. P. Bonnet, *Medicina Legal*, Edit. López Libreros, Buenos Aires, 1967, p. 148.
19. Emilio F. P. Bonnet, *Lecciones de Medicina Legal*, p. 53.
20. Angel Vélez Angel, *op. cit.* p. 274.
21. Arne Svensson y Otto Wendel, *Métodos Modernos de Investigación Criminal*, Edit. AHR, Barcelona, 1956, p. 201.
22. Emilio F. P. Bonnet, *Medicina Legal*, p. 159.
23. Carlos Federico Mora, *Medicina Forense*, 3a. edit., 1er. T., Guatemala, 1959, p. 267.





FOTO 1.



FOTO 2.



FOTO 3.



FOTO 4.



FOTO 5.

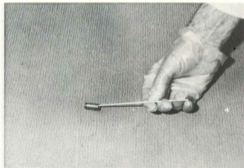


FOTO 6.

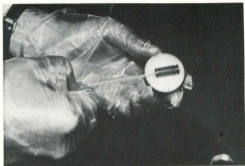


FOTO 7.



FOTO 8.

## II

### IDENTIFICACION EN LAS MANOS Y EN LAS ROPAS DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DEL DISPARO DE UN ARMA DE FUEGO

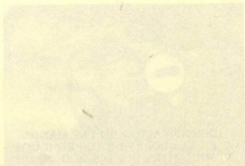
### IDENTIFICACION EN LAS MANOS Y EN LAS ROPAS DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DEL DISPARO DE UN ARMA DE FUEGO

Estos los datos que se utilizan en nuestro país para la comisión de delitos, los datos de fuego ocupan un significativo lugar.

El Dr. Alberto Quiroz Cuadra, en documento citado, asigna a los homicidios cometidos con armas de fuego el segundo lugar, ocupando el primero los asesinatos con instrumentos punte cortantes.

La Oficina de Estadística de la Dirección de Servicios Periciales de la Procuraduría de Justicia del Distrito Federal, en el reporte correspondiente a muertes violentas investigadas criminalmente en el año de 1977, informa que las muertes ocasionadas con el arma de fuego ocupan el tercer lugar, correspondiendo el primero a las producidas con vehículo de motor y el segundo a las ocasionadas con objetos contundentes.

Los datos referidos nos permiten hacer dos corales deducciones generales, una de naturaleza criminológica



ARMA DE FUEGO

OTN



FOTO 2

## II

### *IDENTIFICACION EN LAS MANOS Y EN LAS ROPAS DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DEL DISPARO DE UN ARMA DE FUEGO*

#### 1. ELECCION Y JUSTIFICACION DEL TEMA

Entre los diversos objetos materiales que se utilizan en nuestro país para la comisión de delitos, las armas de fuego ocupan un significativo lugar.

El Dr. Alfonso Quiroz Cuarón, en documentado estudio, asigna a los homicidios cometidos con arma de fuego el segundo lugar, ocupando el primero los ejecutados con instrumentos punzo cortantes.<sup>2</sup>

La Oficina de Estadística de la Dirección de Servicios Periciales de la Procuraduría de Justicia del Distrito Federal, en el reporte correspondiente a muertes violentas investigadas criminalísticamente en el año de 1977, informa que las muertes ocasionadas con el arma de fuego ocupan el tercer lugar, correspondiendo el primero a las producidas con vehículo de motor y el segundo a las ocasionadas con objetos contundentes.

Los datos referidos nos permiten hacer dos consideraciones generales, una de naturaleza criminológica

y otra de orden médico forense y criminalístico. La primera en el sentido de que en nuestro país el homicidio "es un delito primitivo, instintivo e irreflexivo, sin elaboración intelectual, por cuanto son justamente los mecanismos superiores de control los que fallan".<sup>2</sup> La segunda, es decir, la de orden médico forense y criminalístico, en el sentido de que los problemas de tipo balístico forense a resolver en nuestros laboratorios de criminalística son numerosos, destacándose los relacionados con la *determinación de la mano de quien hizo el disparo y la determinación de la distancia a la que fue hecho éste*, motivo por el cual nos ocuparemos de ellos preferentemente en el presente trabajo.

Justifica aún más la atención señalada el reporte de trabajo correspondiente al año de 1977 del Departamento de Química Forense del Laboratorio de Criminalística de la Dirección de Servicios Periciales de la Procuraduría de Justicia del Distrito Federal, en el que se señala que el 80% del volumen de trabajo corresponde a la solución de problemas relacionados con disparo de arma de fuego, a saber: 68% los relativos a despejar la siguiente incógnita: *¿Quién disparó el arma de fuego?*, y el restante 12% los tendientes a despejar esta otra: *¿A qué distancia se hizo el disparo?*

En nuestro país, el Ministerio Público en algunos casos debe poner a disposición del juez al presunto responsable en un término no mayor de 24 horas, hecho que trae como consecuencia el que los peritos tengan que emitir a la mayor brevedad posible los dictámenes que les son solicitados.

Ahora bien, tomando en consideración el volumen de trabajo que el Departamento de Química Forense tiene con relación a los problemas que se vienen plan-

teando, la escasez de tiempo con que en algunos casos cuenta el perito para dictaminar y, finalmente, las restricciones de orden económico, se tuvo la necesidad de escoger entre las numerosas técnicas que se han descrito y de las que a continuación haremos una breve reseña crítica, aquélla o aquéllas que llenaran los siguientes requisitos: realización fácil y rápida; bajo costo; confiabilidad; y resultados que ofrezcan un razonable margen de seguridad; requisitos estos dos últimos de una gran importancia científica.

## 2. FUNDAMENTO DE LA SOLUCION Y SU VALIDEZ CIENTIFICA

Los siguientes hechos, a cuyo conocimiento se llegó después de metódicas observaciones y numerosas experiencias, permitieron intentar la solución de los dos problemas que nos ocupan:

**PRIMERO.** La mano que dispara un arma de fuego casi siempre resulta maculada con derivados nitrados ( $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$ ) y con partículas resultantes de la deflagración de la pólvora, al igual que con bario, plomo, antimonio y cobre.

Este hecho dio lugar a que los cultivadores de la criminalística idearan técnicas tendientes a identificar los compuestos, las partículas y los elementos señalados, permitiéndoles establecer, en caso de ser positivo el resultado, la probabilidad de que la persona sí haya disparado una arma de fuego, ya que, por otro lado, existe la no remota posibilidad de que la maculación sea ajena al hecho de haber disparado. Ahora bien,

en el caso de que el resultado fuese negativo, no podría emitirse un juicio en el sentido de que la persona no disparó un arma de fuego, pues podría darse la hipótesis de que, habiéndolo hecho, no se haya maculado la mano en virtud de las circunstancias del disparo, o bien, habiéndose ésta maculado, los residuos hubiesen desaparecido por la acción de mecanismos físicos.

SEGUNDO. Cuando se hace un disparo próximo al blanco, casi siempre éste resulta maculado con derivados nitrados ( $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_3$ ) y con partículas resultantes de la deflagración de la pólvora, y al igual que con plomo si el proyectil carece de camisa, o bien con cobre si este elemento cubre el proyectil.

Este hecho también dio lugar a que los especialistas en criminalística inventaran técnicas tendientes a identificar los compuestos, partículas y elementos apuntados, permitiéndoles inferir, en el caso de constatar su presencia, la *probabilidad* de que el disparo sí haya sido próximo, pudiendo además determinar la distancia aproximada a la que éste se hizo. Ahora bien, un resultado negativo indicaría que el disparo se hizo a una distancia mayor de aquélla en la que el arma puede macular, o bien, que el arma se disparó estando apoyada en el objeto del blanco, caso éste que sería fácilmente diagnosticado por las características del orificio de entrada.

En el presente apartado se han subrayado los términos "intentar" y "probabilidad", con el fin de hacer hincapié en que hasta la fecha, no obstante las numerosas técnicas que se aplican para resolver los dos problemas planteados, no existe, en lo que a la autoría del disparo se refiere, ninguna que resuelva definitivamente el problema y que permita, por tanto, afirmar

categoricamente si una persona disparó o no un arma de fuego, en virtud de que: a) no siempre se macula la mano de quien hace el disparo; b) aun habiendo habido maculación, ésta puede desaparecer en breve tiempo por la acción de factores mecánicos; y c) existe la posibilidad de maculación ajena al hecho de haber disparado.

### 3. PRIMEROS ANTECEDENTES HISTORICOS

#### 3.1. CON RELACIÓN A DESPEJAR LA INCÓGNITA SOBRE LA DISTANCIA DEL DISPARO

Con motivo de los hechos acontecidos en las últimas horas de la tarde del lunes 7 de julio de 1913,<sup>3</sup> a consecuencia de los cuales resultó mortalmente herido el Gral. Armando J. de la Riva, Jefe de la Policía de La Habana, fueron designados peritos por una de las partes, a fin de examinar las ropas y dictaminar sobre la distancia a que se había efectuado el disparo, los doctores Gonzalo Iturrioz y Alonso Cuadrado. El Dr. Iturrioz, para resolver la cuestión planteada, utilizó la parafina como medio captatorio de los productos nitrados alrededor del orificio de entrada. Allí surgió, por vez primera, la parafina como substancia capaz de captar aquellos productos derivados de la deflagración de la pólvora que pudieran quedar adheridos a una superficie. Y en esas placas parafinadas se aplicó el reactivo de Guttman (difenilamina-sulfúrica).

Por tanto, sin la menor duda, el Dr. Iturrioz fue quien por primera vez utilizó la parafina para captar

los derivados nitrados procedentes de la deflagración de la pólvora en prendas de vestir, alrededor del orificio de entrada del proyectil, con el fin de determinar la distancia a que se produjo el disparo.

### 3.2. CON RELACIÓN A DESPEJAR LA INCÓGNITA SOBRE QUIÉN HIZO EL DISPARO

En 1922, en la "Revista de Medicina Legal de Cuba", se publicó del Dr. José A. Fernández Benítez el artículo intitulado "Consideraciones sobre las manchas producidas por los disparos de arma de fuego",<sup>4</sup> en el cual el autor recomienda el uso de la parafina para captar los productos nitrados en la mano de la persona sospechosa de haber disparado un arma de fuego, aplicando para identificar los compuestos nitrados el reactivo de Guttman (difenilamina-sulfúrica). Al respecto, es de justicia señalar que el procedimiento propuesto por Fernández Benítez fue una modificación del discurrido en 1913 por el Dr. González Iturriz y Font.

Más tarde, aproximadamente en el año de 1931, Teodoro González Miranda, del Laboratorio de Identificación Criminal de México, introduce en nuestro país el procedimiento de Fernández Benítez, después conocido con el nombre de "prueba de la parafina".<sup>5</sup>

En los Estados Unidos de América se aplicó por vez primera el procedimiento de la parafina en el caso de Margarita Williams, y fue el Sheriff Ayres, del Buró de Homicidios de los Angeles, Calif., el primer técnico norteamericano en usarlo,<sup>6</sup> habiéndolo aprendido directamente de los Profs. Benjamín Martínez y

Teodoro González, distinguidos investigadores mexicanos.<sup>7</sup>

#### 4. SEÑALAMIENTO Y EVALUACION DE LAS TECNICAS USADAS CON MAYOR FRECUENCIA

##### 4.1. PARA DETERMINAR LA DISTANCIA A LA QUE SE HIZO EL DISPARO

Al respecto, es importante señalar que al ser identificado el orificio que se encuentre en las ropas como producido por la penetración de un proyectil,<sup>8</sup> el resultado de las técnicas que se apliquen alcanza un grado importante de seguridad. Entre las técnicas más utilizadas se tienen:

##### 4.1.1. *La parafinoscópica*

Esta técnica, de la que ya se hizo mención en líneas anteriores, tiene el gran inconveniente de que los reactivos químicos que en ella se utilizan reaccionan genéricamente con los compuestos nitrados e inclusive con sustancias que sin ser nitradas son eminentemente oxidantes. En resumen: los reactivos no son específicos para los compuestos nitrados provenientes de la deflagración de la pólvora ocasionada por el disparo de un arma de fuego.

#### 4.1.2. *La del rodizonato de sodio*

Esta prueba, que se basa fundamentalmente en la reacción del plomo con el rodizonato de sodio, fue descrita por Feigl en "Spot Tests" (Vol. I, Aplicaciones Inorgánicas, Elsevier, 1954).

El propio Feigl señala que en el momento en que una bala emerge de la boca de un arma de fuego, va acompañada —entre otras cosas— por una "rociadura" de glóbulos de plomo probablemente fundidos. Estos glóbulos difieren en tamaño y en resistencia al aire, y vuelan junto con la bala una considerable distancia. Dependiendo de la distancia del disparo, una mayor o menor cantidad de esta rociadura de plomo se depositará en el blanco, donde se adhiere a la superficie. Además, señala que en los disparos a corta distancia también se puede detectar, junto con el plomo, bario.

El mayor inconveniente de esta técnica lo señala Travis E. Owen, del Laboratorio de Criminalística de la Policía del Estado de Luisiana, en su interesante artículo "Detección de Residuos de Plomo con Rodizonato de Sodio", en el que apunta que "la prueba es ciega para balas de cobre o con camisa de acero. . . Sin embargo, tal parece —agrega— que debido a sus múltiples cualidades, puede competir ventajosamente con cualquiera otra técnica de aplicación rutinaria".

#### 4.1.3. *La de Walker*

Esta prueba tiene por objeto identificar en la ropa del sujeto lesionado la presencia de nitritos alrede-

dor del orificio de entrada del proyectil, los que se desprenden como resultado de la deflagración de la pólvora y maculan el objeto de tiro cuando éste se encuentra próximo.

Con base en lo apuntado, J. T. Walker, creador de la técnica, aplicó en 1937 la reacción orgánica para identificar nitritos descrita por Griess en 1858, con motivo de los siguientes hechos: en los Estados Unidos de América, el policía George Schuck lesionó al disparar su arma de fuego a James Keenan, ladrón de comercios. Durante la averiguación se planteó la siguiente cuestión: ¿a qué distancia le disparó George Schuck a James Keenan?

Daniel Graham hace a esta técnica la siguiente objeción: "Las fibras de algunos tipos de ropa reaccionan con los reactivos químicos utilizados, enmascarando, por tanto, el resultado".<sup>9</sup> Objeción que consideramos bastante válida, en virtud de haber tenido en numerosas ocasiones esta experiencia.

#### 4.1.4. *Fotografía infrarroja*

En aquellos casos en que el color de la ropa o la presencia de sangre impiden identificar las partículas resultantes de la deflagración de la pólvora, la fotografía infrarroja, en virtud de su penetración, es de una gran utilidad, como lo señalan R. Saferstein<sup>10</sup> y Abdullah Fatteh.<sup>11</sup>

Ahora bien, la más importante objección que se hace a esta técnica consiste fundamentalmente en que no detecta en forma específica partículas derivadas de la deflagración de la pólvora.

#### 4.1.5. Rayos Grenz

Los rayos X suaves son de una gran utilidad para detectar partículas provenientes de la deflagración de la pólvora, especialmente en aquellos casos en que el color y la textura de la ropa impiden a simple vista su visualización. Al respecto, son fundamentales las experiencias de Daniel Graham<sup>19</sup> y de Stone y Petty.<sup>20</sup>

A esta técnica se le hace la misma objeción que la señalada respecto de la fotografía infrarroja.

### 4.2. PARA DETERMINAR LA MANO DE QUIEN HIZO EL DISPARO

No obstante que en principio somos solidarios con el pensamiento de Saferstein,<sup>21</sup> en el sentido de que hasta este momento no se cuenta con una técnica cuyos resultados permitan afirmar sin la menor duda si una persona disparó o no un arma de fuego, también somos conscientes de que los avances científicos y tecnológicos nos aproximan cada vez más al logro de la certeza científica en lo que a este punto se refiere. A este respecto, es claro y determinante el Dr. Roland Hoffman, alto funcionario de la Bundeskriminalamt de Alemania, quien comunica al autor del presente trabajo, en escrito de fecha octubre 10 de 1974, lo siguiente: "A nuestro modo de ver, no existe hasta el momento, método alguno que sea aplicable en la mayoría de los casos prácticos y con medios económicos razonables, ofreciendo al mismo tiempo un valor de prueba forense satisfactorio".

#### 4.2.1. Prueba de la parafina

A esta técnica, que se basa, como ya señalamos, en identificar químicamente los derivados nitrados resultantes de la deflagración de la pólvora que pudieran haber maculado la mano de quien accionó el arma de fuego, se le hacen las siguientes objeciones: a) que los reactivos químicos utilizados no son específicos para los compuestos nitrados provenientes de la deflagración de la pólvora ocasionada por el disparo de un arma de fuego; b) que reporta un alto porcentaje de "falsas positivas", muy probablemente en virtud de la elevada posibilidad de maculación con sustancias nitradas del medio ambiente; y c) que reporta con frecuencia "falsas negativas", aun en aquellos casos en que se aplica la técnica pocos momentos después de haber disparado un arma de fuego.

Las objeciones apuntadas dieron motivo a que los integrantes del Primer Seminario que sobre Aspectos Científicos del Trabajo Policial celebró la Interpol en 1964, emitieron el siguiente comunicado: "El Seminario no consideró que la tradicional prueba de la parafina tenga algún valor, ni como evidencia para llevarla a las Cortes, ni como segura indicación para el oficial de policía. Los participantes fueron de la opinión que esta prueba no debe seguirse usando".

Dos años después, en 1966, Mary E. Cowan y Patricia L. Purdon, en documentado estudio presentado en la Décimoctava Reunión Anual de la Academia de Ciencias Forenses, celebrada en Chicago, Illinois, dan el golpe de gracia a la "prueba de la parafina" al apuntar: "La evaluación crítica del tipo, sitio y números

de las reacciones obtenidas en moldes de manos de personas de las que se sabia habian disparado arma de fuego, y la comparación de estas características en reacciones similares obtenidas en moldes de un grupo de control de personas de las que se sabia o se presumía que no habian disparado armas de fuego, no sirvió para establecer ninguna distinción significativa".<sup>16</sup>

#### 4.2.2. Prueba del rodizonato de sodio

Esta técnica se basa en la identificación química de bario y plomo en las manos de quien disparó un arma de fuego, elementos que son expulsados en el preciso momento de accionarla.

En la aplicación de esta técnica, W. W. Turner ha obtenido resultados satisfactorios. Prueba de ello son sus siguientes palabras: "La prueba del rodizonato de sodio se ha revelado satisfactoria para la detección tanto de bario como de plomo, incluso cuando dichos elementos se encuentran juntos el uno con el otro, o juntos con otros constitutivos de los residuos de la descarga del arma de fuego.

"En una serie de pruebas se obtuvieron resultados positivos en todos los casos en que se habian utilizado revólveres, y en unos cuantos casos cuando se utilizaron pistolas semi-automáticas, dependiendo en este último caso los resultados positivos de las fugas de gases en cada arma en particular".<sup>17</sup>

#### 4.2.3. *Prueba de Harrison-Gilroy*

Esta técnica se basa en la detección química de bario y plomo mediante rodizonato de sodio, y de antimonio mediante trifeníl-arsonio, elementos que son expulsados en el momento mismo del disparo.

Una de las ventajas de esta prueba consiste en su muy baja incidencia de "falsas positivas", según señala Charles R. Midkiff, Jr.<sup>28</sup>

Por otro lado, el inconveniente que se le atribuye consiste en que el trifeníl-arsonio no está disponible comercialmente, debiendo ser sintetizado en forma económica.

#### 4.2.4. *Espectroscopía de absorción atómica (AAS) y espectroscopía de absorción atómica sin flama (FAAS)*

Ambas son técnicas analíticas de naturaleza física, que permiten identificar y cuantificar el bario, el antimonio, el cobre y el plomo que hubieran maculado la mano de quien hizo el disparo, con la enorme ventaja de que pueden detectar pequeñísimas cantidades de estos elementos (ppm).

Distingue a estas técnicas, fundamentalmente, su muy elevada sensibilidad y, acorde con ello, su baja incidencia de "falsas positivas". Sin embargo, tienen la desventaja de que si se aplican algunas horas después de haber disparado el arma de fuego, la incidencia de "falsas negativas" es enorme, llegando esto al máximo después de las ocho horas.

Ahora bien, en lo que respecta a la espectroscopia de absorción atómica sin flama (FAAS), se dice que tiene una sensibilidad comparable a la del análisis por activación de neutrones (NAA), según afirma Staton O. Berg.<sup>19</sup>

#### 4.2.5. *Análisis por activación de neutrones*

Esta técnica se basa en detectar, mediante su activación en un reactor nuclear, el bario y el antimonio que pudieran haber maculado la mano de quien disparó el arma de fuego. Estos elementos, al transformarse en radioactivos, emiten rayos gamma de longitudes de onda perfectamente definidas, permitiendo su identificación y cuantificación por las características del espectro.

Fundamentalmente, caracterizan a esta técnica su muy elevada sensibilidad y, consecuentemente, su muy baja incidencia de "falsas positivas". Sin embargo, al igual que las técnicas espectroscópicas mencionadas en párrafos anteriores, tiene el inconveniente de que si no se aplica pocas horas después de haberse disparado el arma de fuego, la incidencia de "falsas negativas" es demasiado alta.

En México, la Comisión Nacional de Energía Nuclear y la Dirección de Servicios Periciales de la Procuraduría del Distrito Federal, en 1972 hicieron por primera vez experiencias activando en un reactor nuclear guanteletes de parafina de personas que habían disparado armas de fuego. Sin embargo, razones de orden económico trajeron como consecuencia que el mismo año estas experiencias se suspendieran, no obstante los éxitos obtenidos.

#### 4.2.6. *Microscopia electrónica de barrido (SEM) con espectrometría de rayos X.*

La aplicación conjunta de estas técnicas para identificar en la mano de quien ha disparado un arma de fuego los residuos que a consecuencia de tal hecho pudieran haberla maculado (partículas de pólvora, bario, plomo y antimonio), fue ideada por Nesbitt, Wesel y Jones, de la Corporación de Aeroespacio en California.<sup>20</sup>

La esencia del procedimiento es la siguiente: mediante el microscopio electrónico de barrido, los residuos de referencia son identificados a través de su forma y tamaño, y su composición química puede ser determinada mediante espectrometría de rayos X.

La objeción que se hace a este procedimiento, al igual que al análisis por activación de neutrones, se deriva de su complicada aplicación, la que requiere de centros especializados, elevando grandemente su costo.

## 5. CONCLUSION

Por ser de fácil realización, poco costosas, confiables y alcanzar sus resultados un razonable margen de seguridad, como de rutina se recomiendan las siguientes técnicas para resolver los dos problemas planteados:

- 5.1. Con relación a la determinación de la distancia del disparo, aplicar primero rayos X suaves o fotografía infrarroja; después, la técnica de Wal-

ker. Ahora bien, en caso de no ser posible aplicar cualquiera de las dos primeras técnicas, nunca dejar de utilizar la última, es decir, la de Walker.

5.2. Con relación a la mano que hizo el disparo, de preferencia aplicar la espectroscopia de absorción atómica sin flama (FAAS) o, en su defecto, la técnica de Harrison-Gilroy o la del rodizonato de sodio.

En lo que respecta a esta conclusión, es conveniente recordar lo escrito por Dimas Oliveros Sifontes: "Una reacción negativa, sin embargo, no permite eliminar la posibilidad de que un arma de fuego haya sido disparada, toda vez que las armas de mecanismo cerrado así como también muchos revólveres, no dejan residuos de descarga".<sup>11</sup>

#### REFERENCIAS

1. Cfr. *La Criminalidad en la República Mexicana*, Instituto de Investigaciones Sociales de la U.N.A.M., México, 1958, p. 43.
2. *Ibid.*, p. 43.
3. Cfr. Israel Castellanos, *La prueba de la Parafina*, Tomo I, Jesús Montero, La Habana, 1948, p. 13.
4. *Ibid.*, pp. 38-41.
5. *Ibid.*, p. 85.
6. *Ibid.*, pp. 101 y 102.
7. *Ibid.*, fotografía entre pp. 84 y 85.
8. I.C. Stone y C.S. Petty, *Examination of gunshot residues*, *J. For. Sci.*, Vol. 19, 1974, pp. 784 y 785.
9. *The Use of X-Ray Techniques in Forensic Investigations*, Churchill Livingstone, Londres, 1973, p. 114.
10. *Criminalistics and Introduction to Forensic Science*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (New Jersey), 1977, p. 314.
11. *Medicolegal Investigation of Gunshot Wounds*, J. B. Lippincott, Philadelphia-Toronto, p. 68.
12. *Op. cit.* p. 114.
13. *Op. cit.* p. 787.
14. *Op. cit.* p. 318.
15. *Internacional Crim. Police Rev.* 174, 28 (1964).
16. *A Study of the "Paraffin Test"*, *J. For. Sci.*, Vol. 12, 1967, p. 35.

17. *Criminalistics*, Aqueduct Books, San Francisco, 1963, pp. 141 y 142.
18. Cfr. *Detection of Gunshot Residues: Modern Solutions for an Old Problem*, *Journal of Police Science and Administration*, Vol. 3, No. 1, 1973, p. 78.
19. En C.G. Tedeschi, W.G. Eckert y Luke G. Tedeschi, *Forensic Medicine*, Vol. 1, W.B. Saunders, Philadelphia, 1977, p. 567.
20. Cfr. R.S. Nesbitt, J.E. Wesel y P.F. Jones, *Conclusive Detection of Gunshot Residue by the Use of Particle Analysis*, (El Segundo, Cal.: Aerospace Corp., 1974).
21. Dimas Oliveros Sifontes, *Manual de Criminalística*, Monte Avila Editores, Caracas-Venezuela, 1973, p. 241.

111

TECNICA DE LA PRUEBA DE WALKER

El estudio de la geología de la zona de estudio se ha basado en los trabajos realizados por los autores en el campo y en el laboratorio, así como en los trabajos de otros autores que se citan en el texto. Los datos geológicos que se han utilizado son los que se han obtenido en el campo y en el laboratorio, así como los que se han obtenido de otros autores que se citan en el texto.

En lo que respecta a la geología de la zona de estudio, se puede decir que esta zona está formada por una gran variedad de rocas que se han formado en diferentes épocas geológicas. La geología de esta zona es muy compleja y requiere un estudio detallado para poder comprenderla. Este estudio se ha basado en los trabajos realizados por los autores en el campo y en el laboratorio, así como en los trabajos de otros autores que se citan en el texto.

BIBLIOGRAFÍA

1. C. G. de la Cruz, *Geología de la zona de estudio*, Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1950, p. 120.
2. *Ibid.*, p. 125.
3. C. G. de la Cruz, *Geología de la zona de estudio*, Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1950, p. 125.
4. *Ibid.*, p. 130.
5. *Ibid.*, p. 135.
6. *Ibid.*, p. 140.
7. *Ibid.*, p. 145.
8. C. G. de la Cruz y C. G. de la Cruz, *Geología de la zona de estudio*, Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1950, p. 150.
9. C. G. de la Cruz, *Geología de la zona de estudio*, Editorial de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1950, p. 155.
10. *Geological Survey of Canada, Bulletin 100*, Ottawa, 1910, p. 160.
11. *Geology*, p. 165.
12. *Geology*, p. 170.
13. *Geology*, p. 175.
14. *Geological Survey of Canada, Bulletin 100*, Ottawa, 1910, p. 180.
15. *A Study of the Geology of the*, *Journal of the Geological Society*, London, 1920, p. 185.

### III

## TECNICA DE LA PRUEBA DE WALKER

### 1. OBJETO

#### III

Esta prueba sirve por objeto identificar la presencia de la pólvora en el interior del proyectil de arma de fuego, a fin de determinar si el disparo fue próximo o a una distancia tal que no permita la ignición de la pólvora.

## 2. FUNDAMENTO QUIMICO

Al producirse un disparo con arma de fuego se deposita, como resultado de la desintegración de la pólvora, diversos elementos —nitro de potasio, nitrato de potasio— provenientes del nitro de potasio, según la siguiente reacción química:



Por lo tanto, el nitro de potasio, después de un disparo próximo, queda depositado alrededor del orificio de entrada del proyectil. Este compuesto químico es identificado mediante la reacción química que se desarrolla sobre una hoja de papel litmográfico, el cual



### III

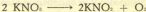
## TECNICA DE LA PRUEBA DE WALKER

### 1. OBJETO

Esta prueba tiene por objeto identificar la presencia de nitritos en la ropa, alrededor del orificio de entrada del proyectil de arma de fuego, a fin de determinar si el disparo fue próximo o a una distancia tal que no permita la maculación de la pólvora.

### 2. FUNDAMENTO QUIMICO

Al producirse un disparo con arma de fuego se desprenden, como resultado de la deflagración de la pólvora, derivados nitrogenados —nitrito de potasio, entre otros— provenientes del nitrato de potasio, según la siguiente reacción química:



Por lo tanto, el nitrito de potasio, después de un disparo próximo, queda depositado alrededor del orificio de entrada del proyectil. Este compuesto químico es identificado mediante la reacción química que se desarrolla sobre una hoja de papel fotográfico, el cual

fue previamente tratado con una solución de alfa-naftilamina y ácido sulfanílico, y posteriormente sometido a la acción del ácido acético para formar el ácido nitroso y la sal de potasio correspondiente . . . . .  
 $(\text{KNO}_2 + \text{CH}_3-\text{COOH} \rightleftharpoons \text{HONO} + \text{CH}_3-\text{COOK})$ .  
 El resultado es el siguiente: los nitritos se transforman en ácido nitroso, formando un diazo compuesto de color anaranjado, el que se aprecia sobre la superficie del papel fotográfico previamente desensibilizado.

### 3. MATERIAL

#### Substancias químicas:

Acido sulfanílico al 0.5% en agua destilada.

Alfa-Naftilamina al 0.5% en alcohol metílico.

Acido acético al 25% (v/v) en agua.

#### Papel fotográfico:

Papel fotográfico azo o kodabromide, grados 2 ó 3.

#### Aparatos:

Plancha eléctrica. (Ver fotografía 1)

### 4. METODO

El papel fotográfico se desensibiliza en una solución de hiposulfito, durante tres minutos. Después se lava durante tres minutos y, finalmente, se deja secar. A continuación, se procede a aplicar sobre su super-

ficie gelatinosa la solución de ácido sulfanílico, cuidando que se distribuya uniformemente en toda la superficie (Ver fotografías 2 y 3). Para lograr este resultado, se aplica la solución con un algodón embebido. Una vez que ésta se ha secado, se procede a untar la solución de alfa-naftilamina (Ver fotografías 4 y 5). En esta forma queda preparado el papel fotográfico, siendo recomendable hacerlo momentos antes de efectuar la prueba.

A continuación, se procede en la forma siguiente:

1. Sobre una mesa de trabajo preferentemente cubierta con acero inoxidable, se coloca el papel fotográfico con la superficie gelatinosa hacia arriba (Ver fotografía 6).
2. La parte problema de la prenda de vestir se pone sobre la superficie gelatinosa del papel fotográfico (Ver fotografía 7).
3. Con un lápiz de grafito se marca en el papel fotográfico el orificio dejado por el proyectil (Ver fotografía 8).
4. Sobre la prenda, se coloca un lienzo delgado y limpio previamente humedecido en la solución de ácido acético (Ver fotografías 9 y 10).
5. Al lienzo humedecido se le sobrepone otro igual, pero seco (Ver fotografía 11).
6. Con la plancha tibia se presiona toda la superficie del lienzo seco, durante 5 ó 10 minutos (Ver fotografía 12).
7. Finalmente, se retiran con cuidado todos y cada uno de los objetos que se colocaron sobre el papel fotográfico (Ver fotografías 13 y 14).

La prueba se considera positiva cuando se observan en el papel fotográfico puntos de color rojizo o rosado, los cuales, según la distancia a la que se haya hecho el disparo, varían en tamaño, número y distribución.

Para calcular la distancia del disparo, se realizan, con el arma cuestionada y cartuchos de la misma marca que los utilizados en el caso problema, una serie de ensayos, con el propósito de recabar varios testigos o patrones que sirvan como puntos de referencia al compararlos con el caso problema.

Estas experiencias consisten en realizar una serie de disparos sobre un objeto a distancias distintas: 10, 20, 30, 40 cm. o más, según el tipo de arma, y ordinariamente no más de 75 cm. Se procede a efectuar después la prueba de Walker a cada uno de los patrones o testigos y se observan las características que presenta cada uno de ellos. Comparando estos testigos con el resultado de la prueba hecha al objeto cuestionado, es posible calcular la distancia a la que se hizo el disparo, siempre y cuando éste no se haya efectuado a una distancia mayor de 75 cm. por regla general.

## 5. CONSIDERACIONES

Esta prueba se ha venido aplicando con mucho éxito desde el año de 1971 en el Laboratorio de Criminalística de la Procuraduría del Distrito Federal. Es un auxiliar valioso para los peritos en criminalística y balística en el mejor desempeño de sus labores.

La reacción química que se efectúa entre la alfa-naftilamina y el ácido sulfanílico con los nitritos es altamente específica, en virtud de que ningún otro

radical produce esta reacción. Por tanto, no es posible obtener falsas positivas.

## 6. CONCLUSIONES

1. La prueba de Walker tiene por objeto identificar sobre ropa u otros objetos la presencia de nitritos provenientes de la deflagración de la pólvora.
2. De acuerdo con la distribución de los puntos rojos o anaranjados en el papel fotográfico, es posible calcular la distancia a que se hizo el disparo, en el caso de que éste haya sido próximo.
3. El color de estos puntos varía según la composición de la pólvora.
4. La prueba es específica para los nitritos.

## BIBLIOGRAFIA

- J.S. Hatcher et al., *Firearms Investigation, Identification and Evidence*, Published by The Stackpole Co., Pennsylvania, 1957.
- Daniel J. Hughes, M. D. *Homicide Investigative Techniques*, Published by Charles E. Thomas, Springfield Illinois, 1974.
- Charles E. O'Hara and James W. Osterburg, *An Introduction to Criminalistics*, The Macmillan C., New York Fifth Printing, 1963.
- Charles E. O'Hara, *Fundamentals of Criminal Investigation*, Publisher Charles C. Thomas, Springfield Illinois, Third Printing, 1974.
- Richard Saferstein, *Criminalistics and Introduction to Forensic Science*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. Y. 1977.
- William W. Turner, *Criminalistics*, Aqueduct Books, San Francisco Calif., 1965.

radical produce esta reacción. Por tanto, no es posible obtener falsas positivas.

## 8. CONCLUSIONES

1. La prueba de Walker tiene por objeto identificar sobre ropa u otros objetos la presencia de nitratos provenientes de la deflagración de la pólvora.

2. De acuerdo con la distribución de los puntos rojos o amarillos en el papel fotográfico es posible calcular la distancia a que se hizo el disparo en el caso de que éste haya sido próximo.

3. El color de estos puntos varía según la composición de la pólvora.

4. La prueba es específica para los nitratos.

R. Hatcher et al., *Forensic Investigation, Identification and Detection*, Published by The Book Co., Pennsylvania, 1937.

and J. Hatcher, M. D. *Forensic Investigation*, Published by Charles C. Thomas, Springfield Illinois, 1934.

and E. O. Hines and James W. Ostrberg, *An Introduction to Forensic Chemistry*, The Macmillan Co., New York, 1933.

and E. O. Hines, *Forensic Chemistry of Criminal Investigation*, Published by Charles C. Thomas, Springfield Illinois, 1934.

and E. O. Hines, *Forensic Chemistry and Investigation in Forensic Science*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. Y., 1937.

and W. J. Turner, *Chemical Analysis*, Appleton Book Co., New York, 1932.



FOTO 1.



FOTO 2.



FOTO 3.



FOTO 4.



FOTO 5.

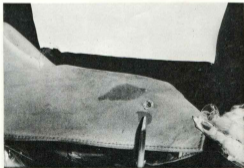


FOTO 6.



FOTO 7.

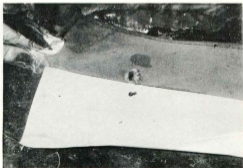


FOTO 8.



FOTO 9.



FOTO 10.



FOTO 11.



FOTO 12.



FOTO 13.



COMISION GENERAL DE  
SERVICIOS PERICIALES  
LAB. DE CRIMINALISTICA C  
SECRETARIA DE JUSTICIA  
SECCION QUIMICA  
OFICINA 577  
MEXICO- D.F. 3/176/71

PROCURADURIA GENERAL DE JUSTICIA  
DEL  
DISTRITO FEDERAL

México, D.F., 26 de mayo de 1961.

C. AGENTE DEL P.P. ASIGNADO A LA  
TERCERA DELEGACION  
Presente.

El que suscribe, perito en química forense, fue designado (al) para dictaminar con relación al expediente arriba señalado, a fin de (realizar) pruebas de laboratorio en busca de nitratos, en derredor de un orificio producido por proyectil de arma de fuego, que se localiza(n) en la(s) siguiente(s) prenda(s).

Un saco color café sin marca de fabricación que presenta un orificio en la parte anterior derecha a 9 cm. de la costura del cuello y a 8 cm. de la línea de botones.

Efectuando la prueba de Walker en el (lugar) siguiente(s) escrito(s) descrito(s), se encontró resultado:

POSITIVO: En el orificio antes descrito.

NEGATIVO: En el orificio antes descrito.

Atentamente.  
C.P. MRS. MEXICA MEDINA A.  
Perito Químico.

## IV

### TECNICA DE LA PRUEBA DEL RODIZONATO DE SODIO

#### I. INTRODUCCION

##### IV

### TECNICA DE LA PRUEBA DEL RODIZONATO DE SODIO

Cuando se dispara un proyectil, la masa de quien dispara queda marcada por el plomo y derivado de la misma por el contacto de la perforación de la pólvora, bario, antimonio y plomo.

Con base en el hecho apuntado en el párrafo anterior, la "prueba del rodizonato de sodio" tiene como finalidad identificar el bario o plomo que pudieran haber marcado la mano de quien disparó. Tal identificación es posible en virtud de la coloración que resulta de la reacción química entre la sustancia de referencia y los elementos señalados que son parte integrante de los cartuchos, a saber: plomo del proyectil, bario del fulminante.

#### 2. MATERIAL Y EQUIPO

2.1. Fragmentos de tela blanca de algodón, lino y libre de apresto, de aproximadamente 2 x 2 cm.

Trabajo elaborado por la Q.F.B. Martha Patricia de Armenta, Jefe del Laboratorio de Criminalística e Identificación Judicial de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, cuya revisión estuvo a cargo del autor del presente volumen.



NATIONAL BUREAU OF STANDARDS  
 U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
 WASHINGTON, D. C. 20535

STANDARD REFERENCE MATERIALS  
 DIVISION

1977

STANDARD REFERENCE MATERIALS  
 DIVISION

IV

TECNICA DE LA PRUEBA  
 DEL ROTACIONAL DE SODIO

El presente documento es una traducción de un informe de laboratorio de la Oficina de Estudios de Referencia de la División de Materiales de Referencia Estándar.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ESTADÍSTICA  
 DE LA OFICINA DE ESTUDIOS DE REFERENCIA  
 DIVISION DE MATERIALES DE REFERENCIA ESTANDAR

## IV

### **TECNICA DE LA PRUEBA DEL RODIZONATO DE SODIO**

#### **1. INTRODUCCION**

Cuando se dispara un arma de fuego, la mano de quien lo hace puede resultar maculada por gases y derivados nitrados provenientes de la deflagración de la pólvora, bario, antimonio y plomo.

Con base en el hecho apuntado en el párrafo anterior, la "prueba del rodizonato de sodio" tiene como finalidad identificar el bario o plomo que pudieran haber maculado la mano de quien disparó. Tal identificación es posible en virtud de la coloración que resulta de la reacción química entre la sustancia de referencia y los elementos señalados, que son parte integrante de los cartuchos, a saber: plomo del proyectil, bario del fulminante.

#### **2. MATERIAL Y EQUIPO**

2.1. Fragmentos de tela blanca de algodón, limpia y libre de apresto, de aproximadamente 2 x 2 cm.

\* Trabajo elaborado por la Q.F.B. Martha Franco de Ambríz, Jefe del Laboratorio de Criminalística e Identificación Judicial de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, cuya revisión estuvo a cargo del autor del presente volumen.

- 2.2. Goteros.
- 2.3. Laminillas porta objetos.
- 2.4. Acido clorhídrico.
- 2.5. Rodizonato de sodio.
- 2.6. Bitartrato de sodio.
- 2.7. Acido tartárico.
- 2.8. Agua destilada.
- 2.9. Microscopio estereoscópico.  
(Ver fotografia 1)

### 3. REACTIVOS

- 3.1. Solución acuosa de ácido clorhídrico al 1%.
- 3.2. Solución Buffer pH = 2.79.  
Bitartrato de sodio 1.9 g.  
Acido tartárico 1.5 g.  
Agua destilada c.b.p. 100 ml.
- 3.3. Solución acuosa reciente de rodizonato de sodio al 0.2%. (Para preparar 10 ml., pesar 20 miligramos y aforar a 10 en un matraz volumétrico). Esta solución deberá prepararse diariamente, cuidando de mantenerla protegida de la luz.

### 4. GRADO DE SENSIBILIDAD

- 4.1. Sensibilidad para bario:  
0.25 microgramos de bario, dilución límite...  
1:200,000.
- 4.2. Sensibilidad para plomo:  
0.1 microgramos de plomo en dilución 1:500,000.

### 5. METODO

- 5.1. Humedecer la tela con dos gotas de solución de ácido clorhídrico al 1% (Ver fotografías 2 y 3).
- 5.2. Limpiar con fragmentos de tela diferentes tanto la región dorsal como la palmar de cada mano, fundamentalmente las zonas anatómicas más frecuentes de maculación (Ver fotografías 4, 5 y 6).
- 5.3. Colocar los fragmentos de tela en laminillas porta objetos (Ver fotografía 7).
- 5.4. En la parte de cada fragmento de tela que se utilizó para hacer la limpieza, poner dos gotas de solución buffer (Ver fotografías 8 y 9).
- 5.5. Poner dos gotas de solución de rodizonato de sodio al 0.2%, en cada una de las partes de tela tratadas químicamente con anterioridad (Ver fotografías 10 y 11).
- 5.6. Finalmente, observar macro y microscópicamente los fragmentos de tela (Ver fotografías 12, 13 y 14).

## 6. INTERPRETACION DE RESULTADOS

- 6.1. Si al desaparecer la coloración amarilla del rodizonato de sodio se observa coloración rosa marrón, la prueba es positiva para bario.
- 6.2. Si se observa color rojo escarlata, la prueba es positiva para plomo.
- 6.3. Si se observa una mezcla de ambos colores, la prueba es positiva para bario y plomo.
- 6.4. Si no se observa ninguna de las coloraciones indicadas, la prueba es negativa.

## BIBLIOGRAFIA

- E. Merck A.G. Darmstadt. *Reactivos orgánicos para el análisis inorgánico*. 3a. Edición, 1966.
- Midkiff, C.R. *Detection of gunshot residues*. *Journal of Police Science and Administration*, 3.7: 1975.
- Travis E. Owen. *Detection of lead residues with sodium rhodizonate*. *R. Louisiana State Crime Laboratory*.

## X. INTERPRETACION DE RESULTADOS

- 6.1. Si al desaparecer la coloración amarilla del nódulo se observa un cambio de coloración a una tonalidad más oscura, la prueba es positiva para la presencia de plomo.
- 6.2. Si se observa color rojo escarlata, la prueba es positiva para plomo.
- 6.3. Si se observa una mezcla de ambos colores, la prueba es positiva para plomo y plomo.
- 6.4. Si no se observa ninguno de las coloraciones indicadas, la prueba es negativa.



FOTO 1.



FOTO 2.



FOTO 3.



FOTO 4.



FOTO 5.



FOTO 6.



FOTO 7.



FOTO 8.



FOTO 9.



FOTO 10.



FOTO 11.

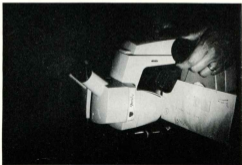


FOTO 12.



FOTO 13.



PROCURADURIA GENERAL DE JUSTICIA  
DEL  
ESTADO FEDERAL

DIRECCION GENERAL DE  
SERVICIOS PERICIALES  
LABOR DE CRIMINALISTICA E  
IDENTIFICACION JUDICIAL  
SECCION QUIMICA  
OFICIO: 577  
AV. PREVIDA: 3/706/81

DIA DE LOS HECHOS: 25-Enero 1981

México, D.F., 26 de enero de 1981.

S. AGENTE DEL M.P. ASOCIADO A LA  
TELECOMUNICACION  
Presente.

La que suscribe perito en química -  
forense, designada para dictaminar en relación con el expediente  
te arriba anotado, ante usted rinde el siguiente:

**D I C T A M E N**

Problema Planteador.- Realizar el análisis químico pertinente, que permita establecer si ARMANDO RODRIGUEZ GUTIERREZ (ROGUISA) diseñó un arma de fuego.

Método Aplicado.- Búsqueda de plomo y/o bario en las marcas, elementos integrantes de los cartuchos.

Técnica Utilizada.- Aplicar las marcas fundamentalmente en las zonas más frecuentes de oscurecimiento con el fragmento de tela blanca de algodón sin esparto, lavada de 2 x 2 cm. humedecido con una solución re-ácida clorhídrica al 1% Aplicar a la tela una solución buffer con un pH de -- 7.79 y realizarle finalmente una solución acuosa de nitrato de sodio al 0.2%.

Resultados: En los 2/3 externos de las regiones palmar y dorsal.

MANO DERECHA	<u>positiva</u>
MANO IZQUIERDA	<u>negativa</u>

**C O N C L U S I O N**

SI SE identificaron los elementos investigados en las zonas más frecuentes de oscurecimiento.

Identificación  
J.F.I. ANITA DOMINGA REYES S.  
Perito Química

debe ser el más reciente. La muestra debe ser cuidadosamente preparada para ser utilizada en el espectrómetro. La muestra debe ser reducida a un polvo fino y homogéneo. El polvo debe ser almacenado en un recipiente que no sea de vidrio, ya que el vidrio puede ser atacado por algunos reactivos. El polvo debe ser almacenado en un recipiente que no sea de vidrio, ya que el vidrio puede ser atacado por algunos reactivos.

## TECNICA DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA SIN FLAMA\*

### V

En la técnica de absorción sin flama se han aplicado los siguientes métodos:

### TECNICA DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA SIN FLAMA\*

Estos métodos en orden cronológico son los siguientes:

*Prueba de la Parafina*.— Esta prueba es la identificación de nitrosos y nitrosos como productos de la degradación de la pólvora, siendo detectada ya que los reactivos utilizados reaccionan con los derivados nitrosos que se encuentran en diferentes productos de las municiones, por ejemplo: cosméticos, fertilizantes, etc.

*Prueba de Harrison-Gilroy*.— Fue introducida como un método colorimétrico para la detección de bario y arsénico procedentes del fulminante, así como de plomo elemental constitutivo del proyectil, presentando una mayor especificidad para la identificación, sin embargo, es poco sensible, ya que es necesario contar con microgramos de cada uno de estos elementos.\*

\* Trabajo efectuado por la Q.F.J. María del Socorro Arce, Jefe del Laboratorio de Química Forense de la Dirección General de Seguridad Penitenciaria de la Procuraduría General de Justicia del Estado de México.



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
LABORATORIO DE FÍSICA ATÓMICA Y MOLECULAR  
CARACAS, VENEZUELA

Fecha de recepción: 15 de mayo de 1964

Fecha de publicación: 15 de mayo de 1964

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

# TECNICA DE ESPECTROMETRIA DE ABSORCION ATOMICA SIN FLAMA\*

RESUMEN

Se describe un método de espectrometría de absorción atómica sin flama para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Se describe un método de espectrometría de absorción atómica sin flama para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Se describe un método de espectrometría de absorción atómica sin flama para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Se describe un método de espectrometría de absorción atómica sin flama para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Se describe un método de espectrometría de absorción atómica sin flama para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Se describe un método de espectrometría de absorción atómica sin flama para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Palabras clave: espectrometría de absorción atómica, sin flama, cobre, níquel, cobalto, zinc.

Palabras clave: espectrometría de absorción atómica, sin flama, cobre, níquel, cobalto, zinc.

## CONCLUSIONES

El método de espectrometría de absorción atómica sin flama es adecuado para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

El método de espectrometría de absorción atómica sin flama es adecuado para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

El método de espectrometría de absorción atómica sin flama es adecuado para la determinación de cobre, níquel, cobalto y zinc en muestras de agua y suelo.

Análisis por activación de neutrones.—Estudiado en 1964 por Ruch y Col,<sup>1</sup> consiste en determinar la concentración de antimonio y bario por la formación de radioisótopos resultantes de un bombardeo con neutrones. Este método ofrece la mayor sensibilidad, pero no ha sido de la aceptación de los laboratorios foren-

## TECNICA DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA SIN FLAMA\*

En las ciencias forenses se han aplicado una gran variedad de técnicas para determinar si en las manos de un individuo existen residuos procedentes del disparo de un arma de fuego.

Estos métodos en orden cronológico, son los siguientes:

*Prueba de la Parafina.*—Está basada en la identificación de nitritos y nitratos como productos de la deflagración de la pólvora,<sup>2</sup> siendo descartada ya que los reactivos utilizados reaccionan con los derivados nitrados que se encuentran en diferentes productos de uso frecuente, por ejemplo: cosméticos, fertilizantes, etc.<sup>3</sup>

*Prueba de Harrison-Gilroy.*—Fue introducida como un método colorimétrico para la detección de bario y antimonio procedentes del fulminante, así como de plomo, elemento constitutivo del proyectil, presentando una mayor especificidad para la identificación;<sup>4</sup> sin embargo, es poco sensible, ya que es necesario contar con microgramos de cada uno de estos elementos.<sup>5</sup>

\* Trabajo elaborado por la Q.F.I. Sara Mónica Medina Alegria, Jefe del Laboratorio de Química Forense de la Dirección General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

*Análisis por activación de neutrones.*—Estudiado en 1964 por Ruch y Col.<sup>3</sup> consiste en determinar la concentración de antimonio y bario por la formación de radioisótopos resultantes de un bombardeo con neutrones. Este método ofrece una mayor sensibilidad, pero no ha sido de la aceptación de los laboratorios forenses, por su elevado costo de operación, por su difícil acceso y porque se requieren varios días para realizar un análisis completo.

Por último se han utilizado técnicas de espectrofotometría de absorción atómica sin flama, con el fin de identificar bario, antimonio y plomo en las zonas más frecuentes de maculación producida por el disparo de un arma de fuego. Están basadas en la absorción de luz a diferentes longitudes de onda, las cuales son características para estos elementos en sus diferentes estados atómicos.

Es un método rápido, de fácil operación y cuya sensibilidad es comparable con la del análisis por activación de neutrones, como se puede observar en las tablas que se presentan a continuación:<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Trabajo realizado por el D.F.I. para México, México, agosto, 1964.  
<sup>4</sup> Laboratorio de Química Forense de la Dirección General de  
 Servicios Forenses de la Procuraduría General de Justicia del D.F.,  
 D.F., México.

TABLA 1

CONCENTRACION DE BARIO

AREA DE MUESTRO:	ABSORCIÓN ATÓMICA SIN FLAMA		ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN DE NEUTRONES	
	Límites (ug)	Media	Límites (ug)	Media
Control	0.01 — 0.15	0.05	0.01 — 0.03	0.01
Región dorsal (mano que disparó)	0.07 — 3.35	0.76	0.13 — 3.86	1.13
Región palmar (mano que disparó)	0.07 — 2.15	0.49	0.08 — 2.61	0.66
Región dorsal (mano que no disparó)	0.01 — 0.38	0.11	0.01 — 0.11	0.05
Región palmar (mano que no disparó)	0.01 — 0.30	0.12	0.01 — 0.36	0.11

TABLA 2

CONCENTRACION DE ANTIMONIOIO

AREA DE MUESTRO:	ABSORCIÓN ATÓMICA SIN FLAMA		ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN DE NEUTRONES	
	Límites (ug)	Media	Límites (ug)	Media
Control	0.01 — 0.01	0.01	0.01 — 0.01	0.01
Región dorsal (mano que disparó)	0.06 — 1.20	0.43	0.04 — 1.13	0.50
Región palmar (mano que disparó)	0.01 — 0.44	0.19	0.01 — 0.83	0.28
Región dorsal (mano que no disparó)	0.01 — 0.12	0.03	0.01 — 0.07	0.03
Región palmar (mano que no disparó)	0.01 — 0.15	0.04	0.01 — 0.13	0.03

Se han descrito diversos estudios realizados por absorción atómica con fines forenses, entre ellos tenemos el de Green y Sauve,<sup>1</sup> quienes utilizaron absorción atómica con flama, encontrando que no era posible detectar concentraciones menores a microgramos de bario y antimonio.

Una técnica alternativa es la espectrofotometría de absorción atómica sin flama y horno de grafito, la cual es capaz de identificar y cuantificar el antimonio, no siendo así en la detección de bario, ya que este elemento reacciona con el grafito formando el carburo correspondiente. Este compuesto presenta un punto de fusión cercano a los 3000°C. y en virtud de que los atomizadores normales cuentan con una temperatura máxima de calentamiento de 2700°C. no es posible vaporizarlo totalmente, razón por la cual los resultados que se obtengan carecerán de veracidad.

En 1973, Renshaw<sup>2</sup> sugirió el empleo de una banda de tantalio integrada al tubo de grafito, con el fin de prevenir la formación de carburos e incrementar la sensibilidad para los elementos sujetos a estudio, obteniendo excelentes resultados.

En suma, el atomizado con banda de tantalio para la determinación plomo, bario y antimonio, resultó ser el más satisfactorio para este tipo de estudios.

## MATERIAL

Hisopos de algodón.

Tubos de ensaye desechables de 12 x 75 mm.

Cinta adhesiva.

Tanque de argón alta pureza.

Micropipetas de 10  $\mu$ l. El hisopo se desecha.

Espectrofotómetro de absorción atómica, Perkin Elmer, modelo 5000 con horno de grafito y línea de tantalio.

## REACTIVOS

Agua desionizada.

Acido nítrico 1 M.

Soluciones estándar en ácido nítrico 1 N de:

Plomo: 1.000 p.p.m.

Bario: 0.5  $\mu$ g/ml.

Antimonio: 1.0  $\mu$ g/ml.

## METODO

1. Limpiar la zona de maculación de la mano derecha e izquierda (región palmar y región dorsal) con el hisopo humedecido previamente con ácido nítrico 1 M.
2. Colocar cada uno de los dos hisopos en los tubos de ensaye que han sido marcados con los siguientes datos: nombre, número de averiguación previa, número de llamado, fecha en la que sucedieron los hechos y mano a la que corresponde la muestra.
3. Extraer los elementos metálicos contenidos en los hisopos adicionando 2 ml. de ácido nítrico 1 M.
4. Agitar durante 15 ó 20 minutos y filtrar.

5. El hisopo se desecha y el líquido sobrenadante se utiliza para el estudio.
6. Tomar una alícuota de 10  $\mu$ l e inyectarlos sobre la banda de tantalio.
7. Las condiciones a las que se debe programar el equipo son:
 

Flujo de argón:	40 ml/plg.
Tiempo de secado:	25 seg.
Tiempo de quemado:	35 seg.
Tiempo de atomizado:	10 seg.
Temperatura de secado:	125°C.
Temperatura de quemado:	600°C.
Temperatura de atomizado:	2500°C.
8. Se inyectarán primero 10  $\mu$ l de las soluciones estándar de bario, antimonio y plomo.
9. Tomar las lecturas: para antimonio a 217.9 nm., para plomo a 283.3 nm. y para bario a 553.6 nm.
10. Tratar las muestras estándar y los blancos de la misma forma que se indicó anteriormente.

## INTERPRETACION DE RESULTADOS

La prueba se considera positiva cuando los elementos estudiados se encuentren entre los siguientes límites:

	<i>Limite mínimo</i>	<i>Limite máximo</i>
Bario:	0.3 p.p.m.	3.35 p.p.m.
Antimonio:	0.2 p.p.m.	3.86 p.p.m.
Plomo:	0.7 p.p.m.	4.34 p.p.m.

Una prueba negativa será aquélla en la que el bario, antimonio y plomo no alcancen el límite mínimo indicado en el párrafo anterior.

Cuando la concentración de las partículas metálicas analizadas sobrepasa el límite máximo antes señalado, será indicativo de que existe contaminación por causas ajenas a un disparo de arma de fuego, denominándose "prueba falsa positiva".

Una prueba "falsa negativa" se obtendrá cuando las muestras de las manos del presunto responsable sean tomadas ocho horas después de haber sucedido los hechos.

#### REFERENCIAS

1. *FBI Law Enforcement Bulletin* 4, 5 (1955).
2. Cowan, M.E. y Purdon, P.L. *J. Foren. Sci.* 12, 19 (1967).
3. Harrison, R.C. y Gilroy, R. *J. Foren. Sci.* 4, 184 (1959).
4. Price, G. *Foren. Sci. Soc. J.* 5, 199 (1965).
5. Ruch, R.R., Guinn, V.P. y Pinker, R.H. *Nucl. Sci. Eng.* 29, 381 (1964).
6. Sherfenski, J. H. *Atomic Absorption Newsletter*, 14, 1 (1975).
7. Green, A.L. y Sauva, J.P. *Atomic Absorption Newsletter*, 11, 93 (1972).
8. Renshaw, G.D., Pounds, C.A. y Pearson, E.I. *Atomic Absorption Newsletter*, 12, 55 (1973).

Una prueba negativa será aquella en la que el patio, antimonio y plomo no alcancen el límite máximo indicado en el párrafo anterior.

Cuando la concentración de las partículas metálicas analizadas sobrepase el límite máximo antes señalado, será indicativo de que existe contaminación por causas ajenas a un disparo de arma de fuego, denominándose "prueba falsa positiva".

Las pruebas "falsa negativa" se obtienen cuando las muestras de las manos del presunto responsable sean tomadas ocho horas después de haber sucedido los hechos.

1. 781 Lav. Reintegración. Boletín 4, 2 (1982).
2. Gómez, M.E. y Pineda, F.L. V. Foren. Sci. 12 (1987).
3. Haskins, H.C. y Dixon, R.A. Foren. Sci. 18 (1983).
4. Price, G. Foren. Sci. 1, 2 (1982).
5. Koch, R.R., Guilan, V.P. y Pickett, R.H. Foren. Sci. 10, 281 (1981).
6. Stutland, J. H. Atomic Absorption Spectroscopy, 14, 4 (1975).
7. Green, A.J. y Bauer, J.P. Atomic Absorption Spectroscopy, 11, 82 (1973).
8. Remshaw, G.D., Fowles, C.A. y Pearson, S.I. Atomic Absorption Spectroscopy, 12, 22 (1975).

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La prueba se considera positiva cuando el elemento analizado coincide con uno de los siguientes resultados:

	Límite mínimo	Límite máximo
Bario	0.4 m.p.m.	3.35 m.p.m.
Antimonio	0.2 m.p.m.	1.55 m.p.m.
Plomo	0.7 m.p.m.	4.34 m.p.m.

## VI

### BALISTICA FORENSE E INFORMATICA

#### I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Del total de las 4157 muertes violentas investigadas por la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal en 1984, el 36% se debieron a hechos de tránsito; el 32% a contusiones diversas; el 19% a disparo de armas de fuego; el 10% a quemaduras; el 7% a caídas; y el 6%, a lesiones producidas con armas blancas. Esto quiere decir que cuantitativamente las muertes por disparo de arma de fuego ocupan el tercer lugar en la división de la Policía Judicial.

Las cuestiones que este campo policiaco tuvo que despejar, con el auxilio de los técnicos de laboratorio y criminalística, estuvieron relacionadas en su mayor parte con la determinación de la mano que hizo el disparo y con el señalamiento del arma que se utilizó. Cuestión esta última que no significa gran problema cuando se tienen los desquillos, proyectiles y el arma

El presente trabajo tiene como finalidad, a través de un estudio estadístico, determinar la influencia de los factores que intervienen en el proceso de la balística forense, y su relación con el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de balística forense. Para ello se realizó un estudio de los datos obtenidos en los análisis de laboratorio de balística forense, durante el período comprendido entre el 1 de enero de 1980 y el 31 de diciembre de 1985. Los datos se clasificaron en función de los factores que intervienen en el proceso de la balística forense, y se realizó un análisis estadístico de los mismos. Los resultados obtenidos demuestran que existe una relación significativa entre los factores que intervienen en el proceso de la balística forense, y el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de balística forense. Este estudio puede ser de utilidad para los investigadores de la balística forense, y para los jueces y fiscales que intervienen en los procesos judiciales relacionados con la balística forense.

VI

BALISTICA FORENSE E INFORMATICA

El presente trabajo tiene como finalidad, a través de un estudio estadístico, determinar la influencia de los factores que intervienen en el proceso de la balística forense, y su relación con el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de balística forense. Para ello se realizó un estudio de los datos obtenidos en los análisis de laboratorio de balística forense, durante el período comprendido entre el 1 de enero de 1980 y el 31 de diciembre de 1985. Los datos se clasificaron en función de los factores que intervienen en el proceso de la balística forense, y se realizó un análisis estadístico de los mismos. Los resultados obtenidos demuestran que existe una relación significativa entre los factores que intervienen en el proceso de la balística forense, y el resultado de los análisis realizados en el laboratorio de balística forense. Este estudio puede ser de utilidad para los investigadores de la balística forense, y para los jueces y fiscales que intervienen en los procesos judiciales relacionados con la balística forense.

## VI

### **BALISTICA FORENSE E INFORMATICA**

#### **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Del total de las 4482 muertes violentas investigadas por la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal en 1984, el 36% se debieron a hechos de tránsito; el 22% a contusiones diversas; el 19%, a disparo de armas de fuego; el 10% a quemaduras; el 7% a asfixias, y el 6%, a lesiones producidas con armas blancas. Esto quiere decir que cuantitativamente las muertes por disparo de arma de fuego ocuparon el tercer lugar en la atención de la Policía Judicial.

Las cuestiones que este cuerpo policiaco tuvo que despejar, con el auxilio de los técnicos de laboratorio y criminalística, estuvieron relacionadas, en su mayor parte, con la determinación de la mano que hizo el disparo y con el señalamiento del arma que se utilizó. Cuestión esta última que no significa gran problema cuando se tienen los casquillos, proyectiles y el arma

cuestionada. Sin embargo, esto, desafortunadamente, no siempre sucede.

Lo antes dicho quiere decir que la mayoría de las veces se cuenta tan sólo con los proyectiles y/o los casquillos, desconociendo la Policía Judicial, por lo tanto, el tipo y la marca del arma disparada, información ésta de vital importancia que puede orientar el curso de las investigaciones.

El problema se agrava en virtud de que los diferentes tipos de armas de fuego se han venido incrementando en razón de miles, contándose en la actualidad aproximadamente unas 15,000 armas de fuego diferentes. Sin embargo, ha dejado de serlo de unos años a la fecha, gracias al establecimiento del proceso mecanizado de datos en las oficinas de balística forense de algunas policías del mundo.

Del total de las 448 muertes violentas investiga-

das por la Policía Federal en 1984, el 36% se debieron a hechos

de tránsito; el 22% a contusiones o heridas; el 10% a quemaduras;

el 32% a disparos de armas de fuego.

Conocedores los peritos en balística que los fabri-

cantes de armas observan permanentemente la misma

técnica constructiva que les sirvió para acreditar su

arma, empezaron a elaborar un fichero que incluyera

de todas y cada una de las marcas de armas fabrica-

das, los siguientes datos: Del proyectil: calibre, nú-

mero de campos y estrias, anchura y dirección. Del

casquillo: lugar donde se imprimen las marcas del ex-

tractór y del eyector. Además, el sitio y la forma de

la percusión.

Los iniciadores de estos archivos fueron Goodard

y White en Norteamérica y Södermann en Francia.

En 1931, otros especialistas, como Metzger, Heess y Haslacher, hicieron un trabajo en colaboración, clasificando alrededor de 250 modelos de pistolas, con el fin de elaborar tablas que les permitieran determinar su marca y modelo en los casos concretos que se les presentaran, valiéndose de las señales o huellas que presentan los proyectiles disparados o las vainas servidas. Todos estos datos los incluyeron en el llamado "Atlas de Metzger".

El inconveniente del Atlas antes mencionado reside en que no figuran en él todos los modelos de su época (año 1931), ni los que fueron apareciendo tiempo después; inconveniente acentuado por la circunstancia de que solamente fueron consideradas las pistolas que responden a los calibres 6.35, 7.65 corto y 9 mm. corto, sin tomar en consideración las demás.

Dicho Atlas contenía tablas confeccionadas en base a los siguientes datos: calibre del proyectil, cantidad de estrias e inclinación de las estrias, ángulo de inclinación de las estrias y su longitud.

En este momento se cuenta con una valiosa fuente de información, registrada en los tres volúmenes de la obra intitulada *Firearms Identification*, de la cual es autor J. Howard Mathews. Más reciente y, por tanto, más actualizada es la comprendida en las tablas del *Clis Operating Manual*.

## 2.2. Nacionales

A partir del mes de septiembre del año próximo pasado, la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal empezó a recabar toda la información necesaria que le permitiera determinar la marca del

arma disparada, con base tan sólo en el examen de casquillos y proyectiles, a fin de poder proporcionar a los agentes de la Policía Judicial una orientación precisa para proceder al secuestro de armas entre las cuales puede encontrarse, en definitiva, la que fue empleada para herir o matar.

### 3. DATOS DE CAPTURA

#### 3.1. *Del Manual Clis o documento fuente*

Este manual tiene registradas aproximadamente 15,000 armas de fuego cortas (pistolas y revólveres), en el que están incluidos todos los calibres. De cada arma se especifica el calibre, la marca, el modelo, el número de campos, su dirección y la anchura máxima y mínima de campos y estrias. Además, la ubicación y forma de la percusión. De igual manera, en el caso de las armas automáticas, la ubicación de las huellas del extractor y del eyector, tomando como referencia la carátula de un reloj, que se superpone idealmente al contorno del culote del casquillo. De esta manera, el número de la hora sirve para localizar las huellas antes mencionadas. Toda esta información se utiliza para alimentar la computadora.

#### 3.2. *Del casquillo*

Con fines de ulterior consulta, tratándose de un casquillo de revólver, el perito debe anotar los siguientes datos: calibre, ubicación y forma de la percusión. En el caso de un arma automática, además de los datos antes mencionados, debe también registrarse la

ubicación de las huellas del extractor y del eyector.

### 3.3. *Del proyectil*

Con el objeto de que se puedan realizar consultas posteriores, el perito debe recabar la siguiente información: calibre, dirección de campos, número de campos y estrias, al igual que sus anchuras máximas y mínimas.

A cada calibre de proyectil corresponde un diámetro de culote y un peso determinado. Así tenemos, a manera de ejemplo, que los proyectiles .22 Corto pesan .972 grs.; que los .22 Long rifle, de 2.332 a 2.591 grs.; que los .25 Auto, de 3.110 a 3.304 grs.; que los .32 Auto, de 4.535 a 4.989 grs.; que los 9 mm. Parabellum, de 7.322 a 8.229 grs.; que los .380 Auto, de 5.961 a 6.285 grs.; que los .38 Auto, de 8.294 a 8.423 grs.; que los .38 Special pesan 10.238 grs. e igualmente los .357 Magnum; y finalmente, que los .45 Auto, de 12.959 a 14.903 grs. En lo que respecta a los diámetros de los proyectiles, tenemos que el .22 mide 4.76 mm.; que el .25, 6.35 mm.; que el .32, 7.93 mm.; que el .38, 9.52 mm.; finalmente, que el .45, 11.11 mm.

El número de campos y estrias no es el mismo para todas las marcas. Es más, en una misma marca pueden existir variaciones, según el calibre del arma. Así tenemos, por ejemplo, que las armas Colts, casi en su totalidad, tienen 6 campos y 6 estrias. En el caso de las Smith y Wesson, las automáticas, casi en su totalidad, tienen 6 campos y 6 estrias; las no automáticas tienen, en su mayoría, 5 campos y 5 estrias. Tratándose de las Remington Rand, la mayoría tiene 7 campos y 7 estrias,

la minoría tan sólo 6.

La *dirección* de los campos y estrias puede ser de derecha a izquierda o bien de izquierda a derecha. Tienen el giro hacia la izquierda las armas Colts; por el contrario, lo tienen hacia la derecha las Pietro Beretta, las Smith y Wesson, las Iven Johnson y las Harrington y Richardson. Igualmente existen armas de la misma marca que indistintamente tienen el giro hacia la izquierda o hacia la derecha, según el calibre.

La *anchura* de los campos y de las estrias varía según el arma. En algunas armas la anchura de las estrias es la misma que la de los campos; mientras que en otras, los campos son más anchos o más angostos que las estrias.

#### 4. TECNICA PARA LA OBTENCION DE DATOS DEL CASQUILLO Y DEL PROYECTIL

En el caso del casquillo, la técnica que se emplea es la observación microscópica. Tratándose del proyectil, la técnica micrométrica es la utilizada para medir la anchura de campos y estrias. Ahora bien, para determinar el número de campos y la dirección del rayado se hace uso de la observación simple y en casos excepcionales de la armada, también llamada instrumental (lupa o microscopio).

#### 5. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y DESARROLLO DEL SISTEMA BALISTICA FORENSE.

##### 1. Creación de estándares de codificación de los

7. Los siguientes catálogos, a partir del documento fuente:
  - Países de origen.
  - Tipos de arma y
  - Marca del percutor en la base del casquillo.
2. Diseño del formato para codificación y captura de datos que constituyen la base del sistema.
3. Diseño del reporte para validación de balística, clasificado por número de captura.
4. Diseño del reporte para validación de balística, clasificado por calibre.
5. Diseño del reporte de características generales del arma.
6. Diseño del reporte de consulta de características generales de los proyectiles.
7. Diseño del reporte de consulta de características generales de casquillos.

## 6. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO Y PROCEDIMIENTO DE CONSULTA

### 6.1. CONCLUSIONES

El Sistema de Balística se estableció en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, haciendo uso del equipo "Altos Computer Systems, Modelo 586".

El Sistema consta de un formato de captura, cuyo contenido es el siguiente:

- 1.—Tipo de cartucho.
- 2.—Tipo de arma.
- 3.— Abreviatura del fabricante.
- 4.—Nombre del fabricante.
- 5.— País de origen del arma.

- 6.— Sentido de giro del rayado del proyectil.
- 7.— Número de campos y estrias del proyectil.
- 8.— Amplitud mínima y máxima de campos del proyectil.
- 9.— Amplitud mínima y máxima de estrias del proyectil.
- 10.— Impresiones en el casquillo, por efecto del disparo.
- 11.— Sitio de las marcas del extractor y del eyector.
- 12.— Marca del percutor (forma y/o ubicación).
- 13.— Número consecutivo de captura.
- 14.— Calibre del arma.

Hasta este momento se cuenta con un total de 13,788 armas registradas.

El Sistema está constituido por 20 programas, mediante los cuales se tiene acceso al acervo para su consulta.

Cada registro del banco de información consta de 142 caracteres.

Cabe señalar que el número de caracteres anteriormente mencionados no son en muchas ocasiones utilizados en su totalidad.

El Sistema está funcionando básicamente en dos etapas:

- a) Validación y
- b) Consulta.

La última etapa, es decir, la de consulta, se realiza con base en los datos obtenidos por los peritos en balística de la Dirección General de Servicios Periciales, después de examinar los cartuchos y/o los proyectiles problemáticos. Datos con los que se alimenta la computadora, a fin de localizar las características del arma o armas que pudieron haberlos disparado.

## 7. EXPERIENCIA NACIONAL Y RESULTADOS

Durante cinco meses se ha venido efectuando un promedio de tres consultas diarias al Sistema Balística Forense. La mayor parte de ellas se formularon para auxiliar a la Policía Judicial; otra parte, las menos, para establecer el grado de confiabilidad de los resultados proporcionados por el Sistema, conociendo de antemano la marca y tipo del arma disparada. En el primer caso, es decir, el de las consultas formuladas en auxilio de la Policía Judicial, se pudo constatar, cuando tuvo en sus manos el arma por identificar, que la información proporcionada por el Sistema había sido siempre correcta. En el segundo, a saber, el de las consultas hechas para establecer el grado de confiabilidad del Sistema, siempre se obtuvo información verídica. Por lo tanto, se puede establecer, en términos generales, que los resultados que el Sistema proporciona son altamente confiables.

## 8. CONCLUSIONES

Primera: La aplicación de la informática en los Departamentos de balística de las policías extranjeras es relativamente reciente. En México data de unos cinco meses a la fecha.

Segunda: Para poder determinar la marca del arma que disparó un proyectil o percutió un casquillo, con base exclusivamente en las características por ella impresas, la informática presta una valiosa ayuda.

Tercera: Los resultados que proporciona el Sistema Balística Forense, son altamente confiables.

Cuarta: El tiempo que se lleva la consulta en un sistema computarizado es mínimo, lo que trasciende en beneficio de la investigación.

#### REFERENCIAS

1. Cfr. Gayet, Jean, *Manual de la Policía Científica*, Edit. Zeus, Barcelona, 1962, p. 106.

#### 8. CONCLUSIONES

Primera: La aplicación de la informática en los Departamentos de balística de las policías extranjeras es relativamente reciente. En México data de unos cinco meses a la fecha.

Segunda: Para poder determinar la marca del arma que disparó un proyectil o percusión en cascabel, con base exclusivamente en las características por ellas impresas, la informática presta una valiosa ayuda.

Tercera: Los resultados que proporciona el sistema Balística Forense, son altamente confiables.

## VII

### PROCEDIMIENTO INVESTIGATIVO DE ORDEN CRIMINALISTICO DE HOMICIDIOS POR DISPARO DE ARMA DE FUEGO

#### PROCEDIMIENTO INVESTIGATIVO DE ORDEN CRIMINALISTICO DE HOMICIDIOS POR DISPARO DE ARMA DE FUEGO

La documentación del sitio del crimen, es indispensable preservarlo y conservarlo a fin de poder reconstruir el hecho e identificar a su autor o autores. Al respecto, es muy ilustrativa y determinante la siguiente frase de Israel Castellanos, insigne profesor e investigador cubano: "Hay que velar el lugar de los hechos". Igual de ilustrativa y determinante es la frase de Castellanos, es la siguiente de Constantino Bernaldo de Quirós, impregnada además de gran emoción: "¡No pasar! ¡No tocar! ésta es la primera consigna ¡No descomponer en lo más mínimo las cosas! ¡No intercalar en la escena pesos, huellas, objetos ajenos!". Desgraciadamente, estos preceptos casi nunca se cumplen; ocasionando que muchos hechos reales queden impunes.

Al proteger y conservar el lugar de los hechos se persigue un fin inmediato y otro mediano. El primero consiste en tratar de que el escenario del delito permanezca

Conclusión: El tiempo que se lleva la consulta en un sistema computacional es mínimo, lo que trasciende en beneficio de la investigación.

#### REFERENCIAS

1. Cfr. Díaz, Juan. *Manual de la Práctica Criminalística*. Ed. Díaz, Juan. 1982. p. 200 y 201.

#### VII

### PROCEDIMIENTO INVESTIGATIVO DE ORDEN CRIMINALÍSTICO DE HOMICIDIOS POR DISPARO DE ARMA DE FUEGO

## VII

### *PROCEDIMIENTO INVESTIGATIVO DE ORDEN CRIMINALISTICO DE HOMICIDIOS POR DISPARO DE ARMA DE FUEGO*

#### 1. INTRODUCCION

En virtud de que la fuente primordial de información del investigador es el escenario del crimen, es indispensable preservarlo y conservarlo a fin de poder reconstruir el hecho e identificar a su autor o autores. Al respecto, es muy ilustrativa y determinante la siguiente frase de Israel Castellanos, insigne profesor e investigador cubano: "Hay que vedar el lugar de los hechos". Igual de ilustrativa y determinante que la frase de Castellanos, es la siguiente de Constancio Bernaldo de Quirós, impregnada además de gran emoción: "¡No pasar! ¡No tocar! ésta es la primera consigna ¡No descomponer en lo más mínimo las cosas! ¡No intercalar en la escena pasos, huellas, contactos ajenos!" Desgraciadamente, estos preceptos casi nunca se cumplen, ocasionando que muchos ilícitos penales queden impunes.

Al proteger y conservar el lugar de los hechos se persigue un fin inmediato y otro mediato. El primero consiste en tratar de que el escenario del delito perma-

nezca tal cual lo dejó el infractor, a fin de que toda la evidencia física conserve su situación, posición y estado original.

El fin mediato que se persigue consiste en poder llegar a reconstruir los hechos e identificar al autor, mediante el acucioso y diligente examen de los indicios y su adecuada valoración.

"Los indicios son testigos mudos de los hechos", expresan distinguidos investigadores criminalistas.

Al estudiar algunos tratados de criminalística apreciamos cómo, mediante la aplicación de la ciencia, logramos hacer hablar a estos testigos, a fin de resolver las siete preguntas de oro que ante todo hecho criminal el investigador se debe formular, a saber:

—¿Qué? Qué ha sucedido: homicidio, suicidio, accidente, etc.

—¿Quién? Quién es la víctima, quién el victimario. En otras palabras, establecer la identidad de ambos.

—¿Cuándo? En qué momento sucedieron los hechos.

—¿Cómo? De qué manera se produjo el hecho, es decir, en qué forma se cometió el ilícito.

—¿Dónde? En qué lugar se cometió el delito, pues no siempre la ubicación del cadáver corresponde al sitio donde el ilícito se ha cometido.

—¿Con qué? Qué instrumento u objeto se utilizó para cometer el ilícito.

—¿Por qué? Causas que indujeron al delito. Es decir, móvil del mismo: robo, celos, etc.

Así como el médico necesita conocer todos los signos y síntomas que presenta un sujeto para diagnosticar su enfermedad, el criminalista, en igual forma, necesita conocer y valorar toda la evidencia física para poder resolver el caso.

## 2. METODIZACION DE LA INVESTIGACION CRIMINALISTICA

2.1. Antes de ir al lugar de los hechos, anotar:

- a) Fecha.
- b) Hora exacta en que se recibe el llamado.
- c) Forma en que se recibe el llamado.
- d) Nombre de la persona o autoridad que lo transmite o por medio de quién se recibe.

2.2. Al llegar a la escena y antes de descender del vehículo, apuntar:

- a) Hora exacta del arribo.
- b) Domicilio exacto.
- c) Descripción breve del estado del tiempo.

2.3. Al penetrar al lugar de los hechos, informarse:

- a) Si éste fue debidamente protegido y conservado. En caso contrario, preguntar qué personas lo violaron y qué movimientos o cambios hicieron en el propio lugar.
- b) Del sitio donde tuvieron lugar los disparos.

2.4. Antes de tocar o mover el cuerpo, o cualquier objeto que integre el escenario del crimen, se procede a:

- a) **Fotografiar la escena, mediante tomas generales desde diferentes ángulos, para obtener una vista exacta y de conjunto de la misma.**
- b) **Examinar y describir completamente el lugar, conforme al siguiente orden:**
  1. **Descripción completa del cuerpo, señalando su posición, orientación, sexo, edad aproximada, constitución general, color del pelo, etc., prestando atención especial a las manos, de las que, mediante un estudio meticulado, deberá señalarse el contenido, lesiones visibles, manchas, etc.**
  2. **Descripción completa de las ropas, indicando la situación y condición de las mismas.**
  3. **Descripción detallada de todos los alrededores inmediatos, especificando el mobiliario, las manchas, huellas, armas, proyectiles, impactos, etc.**
- c) **Hacer el croquis de la escena:**
  1. **Comenzando por el cadáver, con relación a los objetos que le rodean inmediatamente, tomando medidas y distancias entre ellos.**
  2. **Continuando con los objetos e indicios varios que se encuentren: todos son de interés.**

- d) Tomar, desde todos los ángulos posibles, medianos y grandes acercamientos fotográficos del cadáver, y, posteriormente, de los indicios (manchas, proyectiles, huellas, impactos, cigarrillos, etc.).

2.5. Practicar el levantamiento y embalaje de indicios: cada tipo de indicio exige una técnica específica para su levantamiento, a fin de evitar su destrucción o alteración. El embalaje deberá realizarse en forma adecuada, especificando en el paquete los datos completos y referencias concretas del caso. Con relación a las armas de fuego, sigamos al pie de la letra las indicaciones que Raymond I. Harris da al respecto:

- a) Considere toda arma como cargada.
- b) Levante el arma tomándola con varios dedos por el costado del guardamonte.
- c) Nunca envíe un arma cargada al laboratorio, a no ser que se entregue personalmente.
  1. Descárguela.
  2. Envíe los cargadores y los cartuchos por separado.
- d) No limpie de ninguna manera el arma.
- e) Tenga cuidado de no destruir ninguna impresión dactilar.
- f) Anote la marca, modelo y número de serie.

- g) Anote las siguientes condiciones del arma:
1. Olor.
  2. Humo.
  3. Cartuchos disparados y no disparados.
  4. Disparos fallidos.
  5. Temperatura del cañón.
  6. Posición del mecanismo de seguridad.
  7. Posición del martillo o del mecanismo para amartillar o cortar cartucho.
- h) Identifique el arma por medio de una pequeña marca sobre el cañón.
- i) Colóquela en un recipiente adecuado:
1. Envuélvala en algodón, papel, etc.
  2. Empáquela rígidamente en una caja.
  3. Asegure bien la envoltura de la caja.
- j) Para fines de comparación, guarde también como evidencia todos los cartuchos, casquillos y balas.
- k) No marque los *cartuchos, casquillos o cargadores*.
- l) No los limpie ni frote antes de empacarlos (pueden contener sangre, pelos o fibras).
- m) Colóquelos en algodón o papel suave.

- n) Colóquelos en una caja.
- ñ) Selle la caja.
- o) Póngale iniciales a la caja.
- p) Al levantar los *projectiles* cuide de no dañar la superficie.
- q) Márquelos exclusivamente en su base.
- r) No los limpie ni los frote antes de empacarlos (pueden contener sangre, pelos o fibras).
- s) Colóquelos en algodón o papel suave.
- t) Colóquelos en una caja.
- u) Selle la caja.
- v) Póngale iniciales a la caja.

2.6. Levantar y trasladar el cadáver al anfiteatro, teniendo cuidado de:

- a) Protegerle las manos, colocándolas, de ser posible, dentro de bolsas de papel o polietileno, que deben estar en perfecto estado de limpieza.
- b) Al moverlo, observar el costado que anteriormente no hubiese sido examinado, con el objeto de descubrir cualquier indicio que pudiera estar oculto entre el cadáver y las ropas, o entre éstas y el soporte.
- c) Colocarlo sobre una manta de plástico, a fin de que la evidencia suelta no se pierda.

## 2.7. Trabajo a desarrollar en el anfiteatro de la delegación:

- a) Una vez retirados los protectores de las manos, examinar éstas meticulosamente, prestando especial atención a las maculaciones por tatuaje. De inmediato, tomar la muestra necesaria, a fin de aplicar en el laboratorio las técnicas tendientes a identificar bario, antimonio y/o plomo.
- b) Desnudar el cadáver en el orden en que tenga puesta la ropa, evjitando, hasta donde sea posible, el cortarla, rasgarla o contaminarla. Al llevar a cabo este procedimiento, prestar especial atención a la relación que pudiera existir entre los orificios de la ropa producidos por los proyectiles y las lesiones ocasionadas por éstos en el cuerpo, haciendo las anotaciones correspondientes.
- c) Si la ropa se encuentra húmeda, deberá ser colocada en ganchos hasta que se seque, para proceder a:
  1. Efectuar un minucioso estudio de la misma, y
  2. Hacer su embalaje.
- d) Fotografiar el cadáver desde varios ángulos, procurando mostrar las lesiones que presenta.
- e) Una vez concluido lo anterior, se deberán limpiar las lesiones, tomando de cada una

de ellas una fotografía perpendicular y de acercamiento, con inclusión de una cintilla métrica al lado de la lesión.

- f) Señalar, situar y describir todas las lesiones mediante estudio meticulado y metódico del cadáver, precisando, en lo que se refiere a las producidas por disparo de arma de fuego, los orificios de entrada y de salida.

2.8. Anotar la hora en que concluye la investigación.

2.9. Trasladarse al laboratorio, para:

- a) Elaborar el informe, reuniendo los requisitos de estilo en su forma, método en su desarrollo y lógica en su fondo.

- b) Entregar los indicios a los peritos correspondientes, en el presente caso fundamentalmente armas de fuego, ropas, casquillos, proyectiles y las muestras tomadas de las manos, a fin de que realicen los siguientes estudios:

1. Tratándose de ropa: prueba de Walker.
2. Tratándose de las muestras de las manos: prueba del rodizonato de sodio, de Harrison-Gilroy o de espectroscopía de absorción atómica (AAS).
3. Tratándose de casquillos y proyectiles: para proceder a su identificación, mediante las respectivas técnicas.

4. Tratándose de armas de fuego: para hacer los respectivos disparos de prueba, para buscar huellas dactilares, para saber si fue disparada o no recientemente, etc.

#### BIBLIOGRAFIA

Richard H. Fox y Carl L. Cunningham, *Crime Scene Search and Physical Evidence Handbook*, U.S. Department of Justice, Law Enforcement Assistance Administration, 1973.

Raymond I. Harris, LL.B., *Outline of Death Investigation*, Edit. Charles C. Thomas, Springfield (Illinois), 1962.

Dr. Luis Rafael Moreno González, *Manual de Introducción a la Criminística*, Edit. Porrúa, México, 1977.

LeMoyn Snyder, *Investigación de Homicidios*, Edit. Limusa, México, 1974.

# ILUSTRACIONES

PISTOLA

VISTA SECCIONAL



FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

FIG. 7

FIG. 8

FIG. 9

FIG. 10

FIG. 11

FIG. 12

FIG. 13

FIG. 14

FIG. 15

FIG. 16

FIG. 17

FIG. 18

FIG. 19

FIG. 20

FIG. 21

FIG. 22

FIG. 23

FIG. 24

FIG. 25

FIG. 26

FIG. 27

FIG. 28

FIG. 29

FIG. 30

FIG. 31

FIG. 32

FIG. 33

FIG. 34

FIG. 35

FIG. 36

FIG. 37

FIG. 38

FIG. 39

FIG. 40

FIG. 41

FIG. 42

FIG. 43

FIG. 44

FIG. 45

FIG. 46

FIG. 47

FIG. 48

FIG. 49

FIG. 50

FIG. 51

FIG. 52

FIG. 53

FIG. 54

FIG. 55

FIG. 56

FIG. 57

FIG. 58

FIG. 59

FIG. 60

FIG. 61

FIG. 62

FIG. 63

FIG. 64

FIG. 65

FIG. 66

FIG. 67

FIG. 68

FIG. 69

FIG. 70

FIG. 71

FIG. 72

FIG. 73

FIG. 74

FIG. 75

FIG. 76

FIG. 77

FIG. 78

FIG. 79

FIG. 80

FIG. 81

FIG. 82

FIG. 83

FIG. 84

FIG. 85

FIG. 86

FIG. 87

FIG. 88

FIG. 89

FIG. 90

FIG. 91

FIG. 92

FIG. 93

FIG. 94

FIG. 95

FIG. 96

FIG. 97

FIG. 98

FIG. 99

FIG. 100

4. Timbre de armas de fuego para hacer disparos respectivos de prueba para tener huellas latentes para saber si fue disparada o no el mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

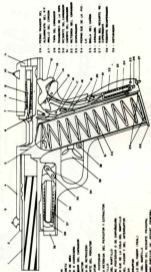
Richard H. Fox y Carl E. Vandenberg. *Criminología*. Edición del Manual Federal de Policía. U.S. Department of Justice, Law Enforcement Administration Administration, 1973.

Dr. Luis Alvarado Méndez. *Química de la Polimetría*. Ed. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México, 1971.

El Manual Federal de Investigación de Laboratorio. Ed. Lincoln, Mass., 1974.

# PISTOLA

## VISTA SECCIONADA



- 1 - CILINDRO
- 2 - BUCHELETA
- 3 - MUELLO DE MUELLO
- 4 - MUELLO DE MUELLO
- 5 - MUELLO DE MUELLO
- 6 - MUELLO DE MUELLO
- 7 - MUELLO DE MUELLO
- 8 - MUELLO DE MUELLO
- 9 - MUELLO DE MUELLO
- 10 - MUELLO DE MUELLO
- 11 - MUELLO DE MUELLO
- 12 - MUELLO DE MUELLO
- 13 - MUELLO DE MUELLO
- 14 - MUELLO DE MUELLO
- 15 - MUELLO DE MUELLO
- 16 - MUELLO DE MUELLO
- 17 - MUELLO DE MUELLO
- 18 - MUELLO DE MUELLO
- 19 - MUELLO DE MUELLO
- 20 - MUELLO DE MUELLO
- 21 - MUELLO DE MUELLO
- 22 - MUELLO DE MUELLO
- 23 - MUELLO DE MUELLO
- 24 - MUELLO DE MUELLO
- 25 - MUELLO DE MUELLO
- 26 - MUELLO DE MUELLO
- 27 - MUELLO DE MUELLO
- 28 - MUELLO DE MUELLO
- 29 - MUELLO DE MUELLO
- 30 - MUELLO DE MUELLO

- 31 - MUELLO DE MUELLO
- 32 - MUELLO DE MUELLO
- 33 - MUELLO DE MUELLO
- 34 - MUELLO DE MUELLO
- 35 - MUELLO DE MUELLO
- 36 - MUELLO DE MUELLO
- 37 - MUELLO DE MUELLO
- 38 - MUELLO DE MUELLO
- 39 - MUELLO DE MUELLO
- 40 - MUELLO DE MUELLO
- 41 - MUELLO DE MUELLO
- 42 - MUELLO DE MUELLO
- 43 - MUELLO DE MUELLO
- 44 - MUELLO DE MUELLO
- 45 - MUELLO DE MUELLO
- 46 - MUELLO DE MUELLO
- 47 - MUELLO DE MUELLO
- 48 - MUELLO DE MUELLO
- 49 - MUELLO DE MUELLO
- 50 - MUELLO DE MUELLO

50 - MUELLO DE MUELLO





a.: calibre; b.: campos;  
c.: cañón; d.: rayos, estrías.



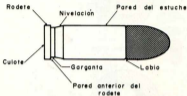
aspecto del ánima de un  
arma con rayado hacia la  
derecha: a.: campos; b.: estrías



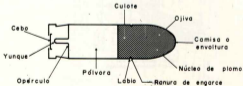
**PROYECTIL**

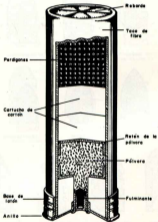
d.b.: calibre real;  
a.c.: calibre nominal.

## CARTUCHO



## VISTA EN CORTE





**CORTE DE UN CARTUCHO PARA ESCOPETA**

## DISTINTOS PERFILES DE PROYECTILES



Bolídeo



Cilíndrico



Cilíndrico - apical



Cilíndrico - apical



Impulso



Óval - ochivado



Con base hueca



Con alveo perforado



Tipa Hacia



Tipa Copper Tube

## DISTINTOS PERFILES DE PROYECTILES



Apice blindado



Base acanalada



Encajado sobre los flancos



Punta blanda



Blindado



Tipo wadley blanda



Tubo apice



Con estrías horizontales



Con estrías sobre el apice



Apice recortado

## DIFERENTES PERFILES DE PROYECTIL



H. metal



Soft metal



Core lead



Hollow partition



Hollow solid base



Dual core



Shear tip



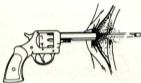
Bonded point



G. metal



Petersen point



DISPARO A BOCA DE JARRO



DISPARO A QUEMARROPA

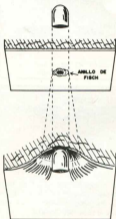


DISPARO A CORTA DISTANCIA



DISPARO A LARGA DISTANCIA

ORIFICO DE ENTRADA



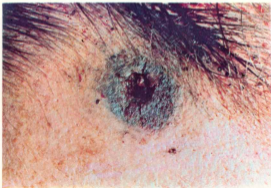
FORMACION DEL ANILLO DE FISCH



LA MORFOLOGIA DEL ANILLO DE FISCH  
DEPENDE DE LA FORMA DE INCIDENCIA  
DEL PROYECTIL, INDIcando, A LA VEZ,  
LA DIRECCION DEL DISPARO.



ORIFICIO DE ENTRADA  
(Disparo a boca de jarro).



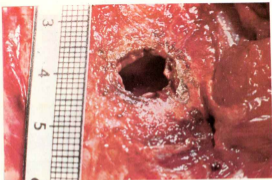
ORIFICIO DE ENTRADA  
(Disparo a quemarropa).



**ORIFICIO DE ENTRADA**  
(Anillo de Fisch Concentrico)



**ORIFICIO DE ENTRADA**  
(Anillo de Fisch Excéntrico)

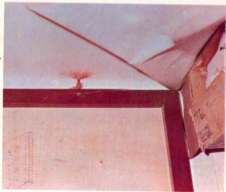


**ORIFICIO DE ENTRADA EN HUESO PARIETAL**  
(Se observa signo de Benussi)



**ORIFICIO DE SALIDA**  
(Se observa fragmento de camisa)

PROYECTIL INCRUSTADO EN PARED



VISTA MEDIA



ACERCAMIENTO

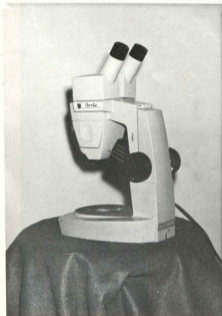


TATUAJE CONSECUENTE A UN DISPARO.

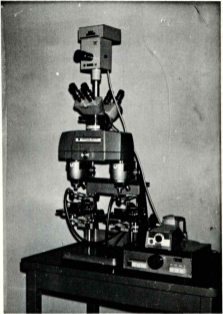


### DIAGRAMA DE BIRCHER

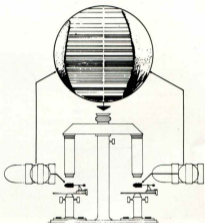
-  Heridas mortales
-  Heridas graves
-  Heridas leves



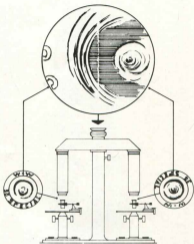
MICROSCOPIO ESTEREOSCOPICO



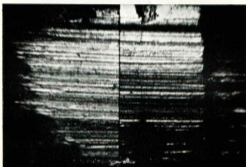
MICROSCOPIO DE COMPARACION



ESQUEMA DE MICROCOTEJO DE  
PROYECTILES



ESQUEMA DE MICROCOTEJO DE CASQUILLOS



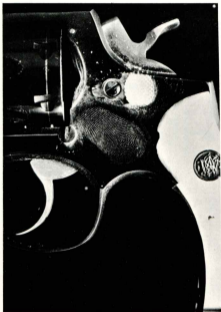
**MICROCOTEJO DE PROYECTILES**

(Obsérvese la coincidencia de estrias en ambos campos)



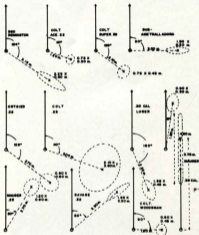
**MICROCÓTEJO DE CASQUILLOS**

(Obsérvese la coincidencia de estrias en ambos campos)



IMPRESION DACTILAR REVELADA EN LA  
SUPERFICIE DEL ARMA.

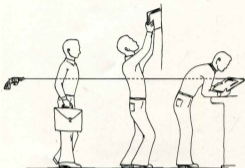
## DIAGRAMAS DE EXPULSION DE CASQUILLOS



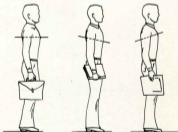
La flecha señala la dirección del arma en el momento del disparo. Los círculos punteados corresponden al área en la cual los casquillos pueden caer.

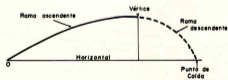


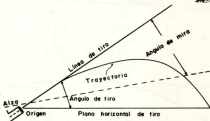
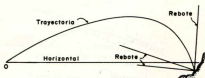
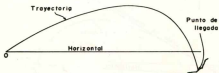
**PRUEBA DE WALKER POSITIVA**



La dirección del trayecto varía con la posición de la víctima







ESTA OBRA SE TERMINO DE IMPRIMIR EL  
DIA 31 DE ENERO DE 1986 EN LOS TALLE-  
RES DE OFFSET LARIOS, S. A., SALVADOR  
ALVARADO NO. 105, C. P. 11800, MEXICO,  
D. F. LA EDICION CONSTA DE 2,000 EJEM-  
PLARES, MAS SOBANTES PARA REPOSICIÓN

ESTOS VOLÚMENES PROPIEDAD DEL SUPLENTE TRIBUNAL  
DE JUSTICIA DEL ESTADO DE TAMAULIPÁS.

C-2

ESTE VOLUMEN ES PROPIEDAD DEL SUPREMO TRIBUNAL  
DE JUSTICIA DEL ESTADO DE GUANAJUATO  
ESTADO DE GUANAJUATO

LIBRERIA PORRUA



JUNTO SIERRA Y ARGENTINA  
CIUDAD DE MEXICO