

RAFAEL MORENO GONZÁLEZ

INTRODUCCIÓN
A LA
CRIMINALÍSTICA

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

Novena edición



EDITORIAL PORRÚA
AV. REPÚBLICA ARGENTINA, 15
MÉXICO, 1997

CONSIDERACIONES GENERALES

1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Antiguamente las armas de fuego eran identificadas por el taco.¹ En el tiroteo que tuvo lugar en el caso Cadoudal,² 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 estrías) 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".³

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".⁴

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".⁵

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

"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".⁷

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".⁸

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.⁹

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 estopín*

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-ovales, con ojiva 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.

El calibre del proyectil corresponde al diámetro que une dos estrías opuestas.

En el caso del arma de fuego podemos considerar un calibre real y otro nominal. El primero corresponde al diámetro que une a dos campos opuestos. Medición que debe hacerse en la boca de fuego del cañón. El nominal es simplemente una medida convencional que sólo tiene una relación indirecta con la perforación.

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 α 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 multiplíquense 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	S *
.22	CB Cap	1.749		1.943	S
.22	Corto	1.749		1.943	S
.22	Largo	1.749		1.943	S

CONSIDERACIONES GENERALES

31

.22	L.R.	2.832		2.591	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	Corto 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
.32-20	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	C
.38	S & W	9.395		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	10.886		11.015	S
.45	Auto		11.210		S
.380	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		12.959	S
.38	Especial		12.959		S

.44-40	W.C.F.	12.959		14.061	S-C
.45	Auto	12.959		14.903	C
.44	Colt	13.607		14.385	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 granos por unidad se dividen en pólvoras ordinarias, fuertes y extrafuertes.

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%
 Difenilamina 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 a una velocidad de 855 fps debe tener una energía de 256 pies-libras. La fórmula para el cálculo de la energía cinética es:

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

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 ($C = \frac{M}{id^2}$)

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 estrías 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 estrías 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 futbol.

7.7. CALIBRE

El calibre de un rifle o pistola corresponde al diámetro del cañón medido entre dos campos 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. En escopetas el número del calibre está en relación con el número de perdigones que entran en una unidad de peso. Seré más explícito: Una libra de plomo, 454 gramos, se reduce a esferas iguales. El diámetro de cada una de ellas determina el calibre de la escopeta. Así tenemos que, dividida la li-

bra en 12 esferas, el diámetro es de 18.60 mm que es el calibre de la escopeta del 12.

Daremos el calibre en milímetros de las escopetas más usadas: 12: 18.60 mm.; 16: 17.60 mm.; 20: 16.10 mm.; 24: 15.10 mm.; y 32: 13.10 mm.

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 estrías 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 estría; 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 estrías 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:¹⁰

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 estrías de la cápsula, es decir, colocando todos los casquillos de manera que todas las estrías 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 estrías 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 estrías 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,¹¹ 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 estría 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 estrías 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 estrías 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 estrías 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".¹²

9. BALISTICA FORENSE RECONSTRUCTIVA

9.1. ESTABLECER LA POSICIÓN VÍCTIMA-VICTIMARIO

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".¹³

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, policíaca 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”.¹⁴

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.¹⁵

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”.¹⁶

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".¹⁷

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".¹⁸

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 cardíaca 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".¹⁹

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,

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 (NO_2 , 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".²²

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 tisu-lares 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".²³

- 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, 1956, pp. 103 ss.

11. Cfr. Ibidem, pp. 138 ss.
12. Ibidem, pp. 154-155.
13. En Dr. Antonio Piga, *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. LeMoyne 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.

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.¹

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".² 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 resultará maculada con derivados nitrados (NO_2 y 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 (NO_2 y 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 1913,³ 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",⁴ 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. Gonzalo Iturrioz 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".⁵

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,⁶ habiéndolo aprendido directamente de los Profs. Benjamín Martínez y

Teodoro González, distinguidos investigadores mexicanos.⁷

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,⁸ 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".⁹ 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. Saferstein¹⁰ y Abdullah Fatteh.¹¹

Ahora bien, la más importante objeción 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 Graham¹² y de Stone y Petty.¹³

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,¹⁴ 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 Policiaco 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".¹⁵

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 sabía habían 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 sabía o se presumía que no habían disparado armas de fuego, no sirvió para establecer ninguna distinción significativa".¹⁶

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 habían 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".¹⁷

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 trifenil-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.¹⁸

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

4.2.4. *Espectroscopia de absorción atómica (AAS) y espectroscopia 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 espectroscopía 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.¹⁹

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. *Microscopía 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 Aereoespacio en California.²⁰

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 espectroscopía 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".²¹

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. *International 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, 1965, 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, 1975, p. 78.
19. En C.G. Tedeschi, W.G. Eckert y Luke G. Tedeschi, *Forensic Medicine*, Vol. I. 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.

III

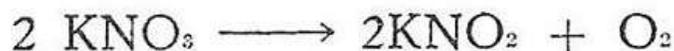
TECNICA DE LA PRUEBA DE WALKER

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.

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 Ambriz, 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 fotografía 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.