

**LA IMPORTANCIA DE LA BALÍSTICA Y LA QUÍMICA FORENSE EN LA
CONSECUCIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA CREACIÓN DE LA
TEORÍA DE UN CASO**

FABIAN DAVID MEDINA MARULANDA

1.032´466.761

fd_mm05@hotmail.com

NICOLE ANDREA TORRES SIERRA

1.023´928.659

nicole_582@hotmail.com

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE POSTGRADOS

INVESTIGACION CRIMINAL PARA EL SISTEMA PENAL ACUSATORIO

BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE DE 2018

La Importancia de la Balística y la Química Forense en la Consecución de Información para la Creación de la Teoría de un Caso

Problema

Para que el sistema penal acusatorio en Colombia de frutos y sus procedimientos tengan validez dentro de cada proceso, es necesaria la consecución de información por medio de diferentes fuentes que emitan conceptos con objetividad para que el juez encargado del caso pueda tomar una decisión con pruebas que cuenten con la veracidad necesaria. En este documento, se profundizarán los aspectos que conforman los estudios de la balística forense y la química forense, ya que en el caso que nos concierne en éste diplomado, fueron herramientas de gran importancia para la construcción de la teoría que sustenta el caso y para la obtención de pruebas reales para confirmar o refutar las diferentes posturas de fiscalía y defensa durante el proceso.

Resumen

En el presente documento se explican los conceptos de Balística y Química Forense, en función de su importancia en la consecución de información para la creación de la teoría de un caso, teniendo en cuenta que ambas son herramientas fundamentales a la hora de esclarecer un hecho delictivo en el que se vean involucradas armas de fuego, explosivos o sustancias químicas. La aplicación de técnicas para determinar rastros de pólvora en manos, prendas de vestir u otros elementos, el cotejo de elementos pertenecientes a las armas de fuego, proyectiles y vainillas, determinación de la distancia a la que se efectuó un disparo y otros hechos, pueden dar cuenta y explicar en gran parte una secuencia de sucesos en una escena del crimen. Del mismo modo, las técnicas brindadas por la química forense pueden ayudar a determinar si realmente existen rastros de pólvora en una superficie, el tipo de pólvora usada, la determinación del tipo de explosivos usados en un hecho criminal, el cotejo de diferentes tipos de sustancias etc.; lo que se convierte en muchas ocasiones en un complemento para la balística forense en el momento de emitir un concepto frente a una solicitud hecha por la fiscalía o a defensa en el momento que se desarrolle un proceso penal.

Palabras clave: balística forense, química forense, armas de fuego, cadena de custodia, informe pericial.

Abstract

In this document the concepts of Ballistics and Forensic Chemistry are explained, according to their importance in obtaining information for the creation of the theory of a case, taking into account that both fundamental tools when it comes to clarifying a criminal act in that involved firearms, explosives or chemical substances. The application of techniques to determine traces of gunpowder on hands, clothing and other elements, the design of elements belonging to firearms, projectiles and shells, the determination of the distance to which a shooting and other events, can account for and largely explain a sequence of events at a crime scene. In the same way, the techniques provided by chemistry can help determine if there really are traces of gunpowder on a surface, the type of gunpowder used, the type of explosives used in a criminal act, the type of bottle of different types of chemical substances etc.; what often became a complement to the forensic ballistics at the time of issuing a concept in response to a request made to the prosecution or a defense at the time it developed in a criminal proceeding.

Key words: forensic ballistics, forensic chemistry, firearms, chain of custody, expert report.

Introducción

Para la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos durante el diplomado de Investigación Criminal para el Sistema Penal Acusatorio, brindado por la Universidad La Gran Colombia, se nos fue asignado un caso en el que un interno de la cárcel La Modelo de Bogotá, es visto por dos policías en un intento de fuga. El sujeto corre hacia una motocicleta en la que se encuentra una persona que le entrega un arma de fuego e inician la huida en el vehículo; los patrulleros empiezan la persecución ordenándoles que se detengan pero hacen caso omiso y la persona que intentó fugarse del establecimiento penitenciario, dispara hacia los policiales, generando que uno de los patrulleros que se encontraba en la persecución, dispara en tres ocasiones hacia la humanidad del interno, lo que genera el deceso de éste mismo.

Para poder obtener las evidencias suficientes respecto a la intención de fuga y de atentado contra servidor público que tenía el occiso, se tuvieron en cuenta diferentes herramientas que aporta la criminalística para el esclarecimiento de los hechos. Una de

ellas fue la balística, que aportó pruebas contundentes de que el arma que poseía el sujeto fue utilizada en contra de los patrulleros, además, la trayectoria del proyectil y el lugar en el que impactó, demuestran la dirección en la que el sujeto disparó. Además también se realizó un estudio respecto al arma y la distancia desde la que patrullera que disparó hacia el occiso, continuando con el aporte de evidencia al caso.

Se considera que el estudio de balística fue fundamental en la resolución de este caso, ya que al haber pocos testigos del hecho y la escasa cobertura de la imagen de las cámaras de seguridad del sector, se convirtió en uno de los pocos estudios que arrojaron información confiable y válida, que fue considerada como elemento material probatorio, para demostrar la legítima defensa que hubo por parte de la patrullera. En ese sentido es importante resaltar la evolución del estudio balístico en el tiempo, los avances mundiales y específicamente en Colombia, las técnicas que pueden contribuir a que la balística pueda tener más validez y confiabilidad, y los retos que tiene esta herramienta en nuestro país para seguir mejorando.

Objetivo General

Explicar los conceptos de Balística Forense y Química Forense, con relación a su importancia dentro de la construcción de la teoría de un caso.

Objetivos Específicos

- Describir los procedimientos que hacen parte de la Balística forense y la Química Forense.
- Relacionar las herramientas de la Balística y la Química forense, con los requerimientos del caso asignado para desarrollar.
- Determinar cuáles son los factores que expertos en balística y la Química Forense tienen en cuenta para emitir un concepto a partir de los estudios realizados.

Desarrollo del Tema

Balística Forense

Para poder hablar de balística, primero se debe contextualizar el principal objeto sobre el que recaen los estudios que se realizan desde esta disciplina, que es el arma de fuego. Un arma de fuego es un aparato mecánico, cuya función es propulsar un proyectil a gran velocidad, a través de un tubo, ya sea liso o con estrías, por medio de una expansión de gases, producida cuando se genera una chispa que quema el combustible. A través del tiempo las armas de fuego han sufrido diferentes cambios, pero su funcionamiento sigue basado en los mismos fenómenos físicos y químicos.

La balística forense cuenta con dos esquemas principales respecto al tratamiento que se le da a los indicios, uno es el examen físico y otro son las pruebas químicas. Los exámenes físicos se realizan empleando herramientas de tipo óptico y de medición, como registro fotográfico y de video, lupas, microscopios, básculas, reglas, decímetros, flexómetros, etc. Algunas de las actividades que se realizan en los exámenes físicos, son la comparación de casquillos, balas, mascas dejadas por las armas de fuego, fijación de los impactos de los proyectiles sobre las diferentes superficies, reconstrucción de trayectorias de los proyectiles, y otros mecanismos para poder emitir un concepto sobre los objetos sobre los que se hace la evaluación.

Por otra parte, las pruebas químicas constituyen el tratamiento que se da a los indicios, mediante sustancias y materiales que reaccionan químicamente con estos. En los casos que se requiere la detección de rastros de pólvora y metal en cuerpo, ropa y otros elementos, se usan técnicas como el “rodizonato de sodio, Walker, nitritos, etc.” dando cabida a diferentes resultados que son interpretados por los expertos en este campo o peritos (Cibrián, 2007).

Procedimientos de seguridad

Es de anotar que se requiere de procedimientos de seguridad para la manipulación del arma de fuego desde que se toma como un elemento material probatorio en el lugar de los hechos, hasta que llega al laboratorio, para eliminar la probabilidad de que ocurran situaciones de riesgo (Cibrián, 2007). Los procedimientos principales son:

- Cuando se recibe un arma o se recoge del lugar de los hechos, no se debe sujetar por el cañón ni apuntar con este hacia otras personas que puedan estar cerca.

Las armas cortas se sujetan por su empuñadura y las armas largas por la culata o empuñadura. Lo anterior depende de la estructura de cada arma.

- No se deben introducir dedos u objetos en el llamador o disparador del arma, ya que puede estar cargada y pueden ocurrir accidentes.
- No introducir objetos en el cañón del arma de fuego ya que no se sabe el estado mecánico del arma. Para la obtención de huellas dactilares, es importante manipular el arma con guantes de látex y por sus partes rugosas.
- En caso de la obtención de armas automáticas y semiautomáticas, se debe localizar el cargador separable y liberarlo, para que al acerrojarla no se recargue ni se abastezca la recámara.
- En el mismo tipo de armas, es obligatorio acerrojar el bloque d obturación para desaloja el cartucho o asegurarse que no hay nada en a recámara. Se debe dirigir el cañón hacia la zona de menor riesgo, puede ser hacia arriba o hacia abajo, dependiendo del lugar en el que se encuentre y la dirección en la que las personas que se encuentran cerca, corran menor riesgo.
- En los revólveres, es importante desactivar el mecanismo de disparo, sujetando firmemente el martillo y acompañarlo en el mismo momento que se hala el disparador.
- Respecto a los rifles de repetición, es necesario activar los mecanismos de apertura del cañón para asegurarse de que la recámara está vacía y en caso de que se encuentre cargada, accionar los mecanismos hasta que quede desabastecida en su totalidad, alejando los dedos del disparador.
- En términos generales, es importante tener en cuenta todas las precauciones necesarias para que no ocurra un accidente con las armas de fuego, en especial si no se sabe su estado mecánico o está cargado. Por eso es necesario tener en cuenta todas las recomendaciones dadas anteriormente, evitando al máximo posibles eventos no planeados y desafortunados tanto para la investigación, como para las personas que se encuentran en el lugar de los hechos.

Actualmente, las armas cuentan con una descripción técnica que tiene en cuenta ciertas características específicas de estas mismas, sobre todo para fines identificativos dentro del proceso del que hace parte, estas características son:

- Tipo de arma de fuego: describe principalmente la longitud y el funcionamiento del arma, por ejemplo: automática, semiautomática, rifle, de repetición, pistola, etc. En caso de que el arma sea de fabricación casera, se debe describir de manera detallada la forma y funcionalidad.
- Calibre nominal: se señala la nomenclatura específica del calibre del arma de fuego, ya que esto determina los cartuchos adecuados para esta misma.
- Marca del fabricante: es la inscripción impresa de la fábrica constructora del arma, junto con el país de origen. Esto puede encontrarse en cualquier parte del arma. En caso de ser un arma de fabricación casera, que no sea legible o haya sido mutilada, debe hacerse específica esta situación.
- Número de serie: Se puede decir que es la característica de mayor importancia al ser el mejor medio para identificar un arma y eliminar su duplicidad, aun proviniendo del mismo fabricante, calibre y modelo. El número de serie puede presentarse en números y combinación entre números y letras, que se encuentran en cualquier parte del arma.
- Modelo: Es la abreviatura, nombre o siglas que el fabricante le asigna a cada uno de los productos que salen al mercado en serie o como edición especial. Usualmente se ubica sobre el receptor de la pistola, en revólveres se encuentra en el cañón o el bastidor y en armas largas en el cajón de mecanismos o en el cañón. Si el modelo se encuentra ilegible, mutilado o es un arma de fabricación casera, se debe hacer específico.
- Características particulares: Se describen las condiciones específicas del arma, sobre todo sobre su estructura funcional, las que son importantes para que no hayan repercusiones legales y la sustitución o modificación de piezas.

La balística, según su funcionalidad y finalidad, tiene diferentes clasificaciones, como son la balística identificativa, balística comparativa, balística forense, balística médico – legal, balística exterior, balística terminal o de efecto. En este caso compete hablar de la balística forense, en la que también están contenidas la balística interna, externa y de efectos, las cuales serán explicadas más adelante (Cibrián, 2007)..

Para la Dirección Nacional del Cuerpo de Técnico de Investigación de la Fiscalía General de la Nación (2005), la balística forense es “Es la ciencia que estudia los fenómenos que ocurren en el interior del arma durante el disparo de un proyectil (balística interna), su trayectoria desde el momento que abandona la boca de fuego del

arma hasta su impacto (balística externa) y los efectos producidos en el organismo durante el recorrido (balística de efectos), al igual que las formas y características de las armas de fuego y sus municiones” (DNCTI, 2005). Para la Dirección Nacional del Cuerpo de Técnico de Investigación de la Fiscalía General de la Nación (2005).
Balística Forense.

Teniendo en cuenta el concepto citado anteriormente, la balística interna estudia los eventos que se desarrollan dentro del arma hasta que el proyectil abandona la boca del cañón, este proceso se puede dividir en tres fenómenos principales que ocurren mientras se descompone la energía dentro del cañón: el primero es que la pólvora se descompone y se convierte en gases, que a su vez generan una gran cantidad de calor. Segundo, el calor generado, crea presión en la recámara del arma, haciendo que el proyectil se despegue del casquillo e inicie el movimiento. Tercero, la presión generada por los gases hace que el proyectil empiece su movimiento hacia la boca del cañón, provocando el retroceso del arma (Mauricio, J, 2013).

La balística interna describe los pasos en los que el proyectil sale del arma como: la percusión, iniciación del pistón, combustión del propelente, movimiento del proyectil, ocupación del rayado, y salida del proyectil (Mauricio, 2013).

Por otro lado, la balística externa es el estudio de la trayectoria del proyectil desde el momento en que abandona el cañón del arma, hasta que impacta con alguna superficie que cambia y que hace el proyectil se vea afectado de alguna manera, dependiendo el caso. La trayectoria es definida por Mauricio (2013) como “la línea que une las diferentes posiciones que va ocupando la bala en el espacio y que tienen relación con el tiempo que transcurre”. Hay factores que influyen en la trayectoria del proyectil desde su salida del cañón, como el viento, el roce con algún objeto durante la trayectoria al blanco final, el control que se tenga sobre el arma, la rotación que realiza por el rayado del arma, etc.

Los proyectiles pueden ser disparados a diferentes velocidades, dependiendo de la potencia de los cartuchos, como son velocidades subsónicas, sónicas y supersónicas.

Las subsónicas no superan la velocidad del sonido, las sónicas son iguales a la velocidad del sonido, y las supersónicas superan la velocidad del sonido.

La balística de efectos estudia los efectos que pudo haber causado el proyectil durante y después de su impacto en la superficie que fue su blanco y los conocimientos médico – forenses son la base de su conocimiento. Además, se tiene en cuenta la distancia a la que ocurrió el disparo, por lo que la energía cinética dentro de la balística de efectos, se puede considerar el fenómeno físico de mayor importancia para provocar los cambios o “daños” deseados sobre la superficie o estructura a la que se le dispara (Sin autor, 2007).

Existen algunos conceptos que son de gran importancia en la balística y para la comprensión de este ensayo; por este motivo se explican a continuación:

“Trayectoria tangencial.- *Dícese de una línea o de una superficie que toca en un punto con otra línea o superficies.*

Campos estriados.-*Cada una de las rayas en hueco que suelen tener algunos cuerpos.*

Aguja Percutora.-*Instrumento de choque con la cápsula del cartucho, mecanismo de detonación que tiene por misión producir el disparo al incidir violentamente en la cápsula fulminante.*

Extractor.-*Aparato o pieza de un mecanismo que sirve para extraer, dispositivo que expulsa al aire contenido en un recipiente.*

Eyector.-*Aparato destinado a evacuar un fluido por arrastre con otro de mayor velocidad, mediante dos toberas (Abertura tubular por donde entra o se inyecta el aire, Elemento de paso de un fluido hacia el espacio atmosférico) concéntricas (Sólidos que tiene un mismo centro).*

Anima del cañón.-*Hueco del cañón de un arma de fuego.*

Línea de tiro.-*En el ámbito judicial se le denomina al método utilizado para establecer la Distancia del disparo y el lugar o posición en que se encontraba el tirador.*

Brecha ciega.-*Boquete o abertura hecha en la pared.”*

Tipos de armas de fuego

Pistola: la pistola es el arma de fuego más común para el uso policial y particular, ya que tiene un fácil manejo al poder dispararla con una sola mano o con las dos para poder tener un mejor agarre. Además, su tamaño es corto, por lo que su manipulación es más cómoda que la de otra arma de fuego. Su funcionamiento empieza cuando la persona encargada de disparar presiona el gatillo que comienza a girar sobre su propio eje, la palanca del disparador se desplaza hacia atrás, entrando en contacto con el extremo anterior de la palanca del fiador. Ésta palanca se balancea, descendiendo hacia su extremo posterior, entrando en contacto con otro extremo del fiador y desplazándolo hacia abajo sobre su eje, generando una muesca del martillo.

El martillo contiene un resorte que al ser activado, genera una fuerza que hace que golpee con la parte trasera del percutor que se encuentra dentro del hueco del macizo central, esto provoca que el percutor se desplace hacia adelante y golpee la cápsula del cartucho. Los gases liberados también general presión sobre el cartucho, venciendo la resistencia del resorte recuperador y haciendo que la corredora se desplace hacia atrás, esto provoca que su extractor retire la vainilla que en un punto choca contra el eyector y sale del arma por la ventana de expulsión. Después de esto, la corredora ya ha completado el recorrido que debe hacer hacia atrás y regresa hacia su lugar, ya habiendo montado el martillo y colocado un cartucho en la recámara. El paso del proyectil es facilitado por las estrías que crean un patrón de movimiento de rotación que estará presente hasta el impacto del proyectil, definiendo su velocidad y dirección (Sin autor, 2007).



Revólver: Es un arma corta, de puño, con un mecanismo de repetición que implica que para cada disparo se tiene que repetir la misma operación. Su sistema de almacenamiento consiste en una pieza cilíndrica que tiene de 4 a 10 cavidades en las que se ubican los cartuchos, esta parte es usualmente llamada tambor. Para producir un disparo con un revólver, se aprieta el gatillo que hace que el martillo gire hacia atrás y retorne con fuerza sobre la aguja percutora que percute sobre el fulminante de la munición que se enciende provocando calor, separando la pólvora del fulminante y ésta se enciende, generando gases que presionan la parte posterior de a bala que se despega de la vainilla y empieza el recorrido del proyectil a través del cañón del arma en el que las estrías modifican la velocidad y la dirección con la que se dirige hacia el exterior.

Después de lo anterior, la persona que dispara debe sacar manualmente los casquillos que quedan dentro de la recámara del cilindro para volver a cargar los cartuchos (Sin autor, 2007).



Escopeta: Es un arma de fuego ligera y portátil, utilizada sobre todo en el ámbito deportivo y en la casa. Su mecanismo de funcionamiento es bastante parecido al de las pistolas, pero su mecanismo de recarga es un poco diferente ya que últimos modelos, contienen un cargador interno que aloja 5 o 6 cartuchos y uno que queda en posición de disparo (Sin autor, 2007).

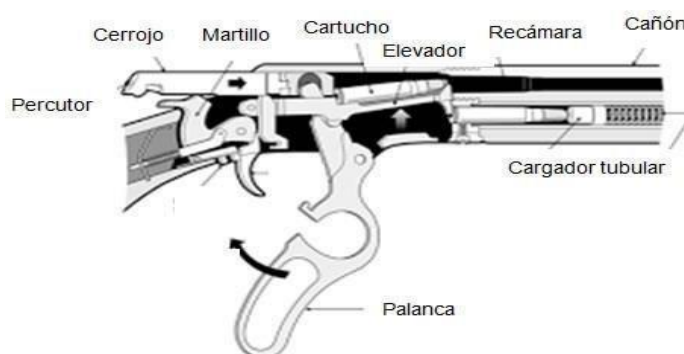


Fig. 10 – Esquema de funcionamiento de una acción de palanca.

Rifle: Usualmente los términos rifle y fusil son asociados y utilizados de manera indistinta para nombrar armas largas con cañón rayado, ya que no existe diferencia de estructura ni de funcionamiento. Los rifles se componen por una correa que ayuda para su transporte pero además, para que se pueda disparar de una manera más firme y precisa (Sin autor, 2007).



Fig. 10 – Esquema de funcionamiento de una acción de palanca.

Carabinas: Las carabinas son de menor longitud que los rifles, pero también son un arma rayada y de peso ligero. Por su tamaño no son de menos alcance.

Además de la estructura exterior de cada tipo de arma y su mecanismo de funcionamiento, las armas de fuego también tienen ciertas características tanto en su interior como en los daños que produce en la superficie en la que impacte. Estas características se hacen evidentes en las marcas de rayado que se generan en la fricción del proyectil con la boca del cañón en la parte interior, teniendo estas rayas o estrías con diferentes patrones dependiendo del arma, que dejan una marca en la bala, que tiene un

diámetro más grande que el cañón. Lo anterior puede definir la trayectoria, velocidad y forma del proyectil después de que abandona la boca del cañón (Sin autor, 2007).

A partir de lo anterior, dentro de la revisión física que se realiza a los proyectiles se tiene en cuenta: la cantidad de rayas o estrías que contiene el proyectil, la orientación que tiene este rayado, la amplitud que tiene cada una de las rayas o estrías y la amplitud entre cada una. Esta evaluación se realiza principalmente con microscopios, para encontrar los detalles necesarios a la hora de emitir un concepto.

También se tienen en cuenta las marcas en los casquillos que se desprenden de los proyectiles, iniciando con la codificación de los percutores que tienen una marca que es descrita de la siguiente manera: C – circular, H – hemisférica, W – cuña, D – doble, SC – escalonada, DL – desviada a la izquierda, S – semicircular, R – rectangular, V – valle, J – arrastre, U – en forma de U, DR – desviada a la derecha.

La balística de trayectoria y efectos antes mencionada, también juega un papel importante en la caracterización de la trayectoria ya que los expertos recrean gráficamente el recorrido de los proyectiles, la forma del impacto y los daños causados a la estructura impactada, determinando la posición del disparador en el momento de ejecutar la acción. En caso de heridas por proyectil de arma de fuego como nos concierne en este caso, la balística terminal es la encargada de analizar lo que ocurre en el momento de que el proyectil impacta el cuerpo y determinar cuáles son los mecanismos bajo los que ocurre la incapacitación. Hay que empezar por determinar que la cavidad permanente es el hueco o hundimiento generado por la bala sobre la parte del cuerpo penetrada, lo que produce efectos de desplazamiento y corte que tienen diferentes características según la distancia a la que se disparó, el tipo de proyectil, a trayectoria realizada y otros factores ambientales que pueden influir.

Por otra parte, la cavidad temporal es *“el límite de desplazamiento pasajero de los tejidos por el efecto hidrostático (presión del fluido) durante el desplazamiento de la bala al interior del cuerpo, considerando para ello la elasticidad propia de los tejidos (...)”* (Cibrián, 2007). De esta manera, la profundidad de la penetración es la distancia que el proyectil recorre dentro del cuerpo de manera total, creando la cavidad permanente.

Actualmente, existen tres teorías que pretenden explicar la efectividad de los proyectiles para generar heridas graves. Una de ellas es la Teoría de la Transferencia de Energía, que pretende probar que las heridas producidas en el cuerpo, son cada vez más graves dependiendo de la cantidad de la energía cinética que libera el proyectil en el momento que penetra en la superficie. Sin embargo, los estudios realizados para comprobar esta teoría solamente tuvieron en cuenta proyectiles de peso ligero a alta velocidad, que por su estilo, no atraviesan el cuerpo.

La segunda es la Teoría de la Cavidad Temporal, que afirma que entre mayor sea la cavidad temporal generada en el mismo momento del impacto de la bala, ésta debe ser más efectiva al generar la incapacidad. Estos argumentos han sido objeto de refutaciones, ya que los músculos y tejidos corporales tienen una gran elasticidad en su mayoría, por lo que aunque la cavidad temporal sea de una magnitud grande, puede que el cuerpo no sufra daños de consideración. Además, la cavidad temporal no tiene mucha duración después del impacto, por lo que el proyectil tendría que haber impactado a una velocidad de 2700 pies/segundo para que el daño fuera grave (Cibrián, 2007)..

Finalmente, la Teoría de los Grandes Orificios parece ser la más acertada hasta ahora, al ser validada por la comunidad médica, asegurando que entre más grandes sean los orificios generados por el impacto del proyectil, la expulsión de sangre y el daño de tejidos y músculo es mayor, la destrucción puede ser más grave y la incapacidad mucho más efectiva y permanente.

En este sentido, Cibrián, (2007) habla de la cavidad de las heridas como el efecto físico del trayecto que recorre el proyectil al momento de ingresar al cuerpo, liberando su energía y generando una cavidad temporal ya antes mencionada, cuya duración es de 5 a 10 milisegundos y provoca efectos como pulsaciones y contracciones de los tejidos que van desapareciendo hasta quedar la cavidad permanente que es la que determina el daño real en el cuerpo. Cuando la velocidad a la que va el proyectil es baja, la cavidad temporal, la distensión lateral de los tejidos es poca, mientras que si la velocidad es alta, es probable que produzca un efecto conocido como “irrigación de cola” o que el tejido realiza un desplazamiento considerable hacia la parte posterior de la bala, reflejando la cantidad de energía liberada por esta.

Sin embargo, la dimensión de la cavidad temporal y la cavidad permanente no solo se define por la cantidad de energía liberada por el proyectil, sino que también

influyen las características del tejido impactado, recordando que la pérdida de energía no es constante mientras atraviesa las diferentes capas de tejido del cuerpo humano y animal, que cuentan con diferente cohesión y grado de firmeza. Lo anterior demuestra que el caso de que la bala atravesara el cuerpo, esta solo emplea una parte de su energía en el momento de generar las cavidades, ya que al salir continúa su trayectoria con la energía no usada hasta ahora, representando riesgo de daño para otras estructuras. A esto se le denomina energía residual.

Las heridas ocasionadas por una bala tienen necesariamente un orificio de entrada, que cuenta con **características generales** que se producen en el momento del impacto del proyectil con la piel. Este impacto puede producir una cavidad de igual, mayor o menor diámetro que el del objeto intruso, lo que depende de la velocidad, la rotación, la posición, el ángulo de llegada del proyectil, si tiene deformaciones anteriores al impacto, la elasticidad de la piel, su espesor, entre otras. Las características generales están compuestas por el orificio de entrada, el anillo de enjugamiento y el anillo de contusión (Cibrián, 2007).

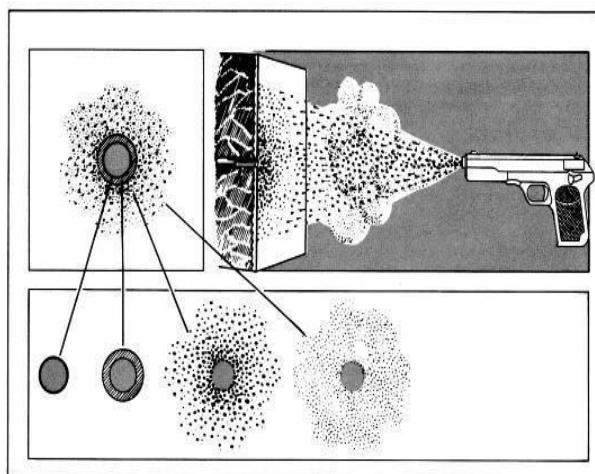
El *anillo de enjugamiento* circunda el orificio de entrada y tiene el aspecto de un ribete oscuro que está compuesto del polvo y el lubricante de la bala, que son recibidos por el borde de la piel. Su ausencia puede significar que atravesó primero la ropa que llevaba puesta el individuo por lo que los residuos quedaron en estos elementos.

El *anillo de contusión* es una zona enrojecida de la piel que no tiene epidermis. Se encuentra rodeando el anillo de enjugamiento, ya que es producida por el roce de la bala con el cuerpo, dando apariencia húmeda y carnosa que luego se convertirá en una costra. El conjunto del anillo de enjugamiento y el de contusión, se conoce como el *halo de fish*.

Respecto a las **características especiales**, estas se pueden presentar de acuerdo al orificio de entrada. Pueden ser orificio por disparo de contacto, orificio por disparo a corta distancia, orificio por disparo a distancia intermedia, orificio por disparo a larga distancia y orificio por proyectiles de rebote

Con relación al orificio de salida, este suele ser más grande que el orificio de entrada, con bordes evertidos y con ausencia de los anillos de enjugamiento y contusión. Su tamaño mayor al orificio de entrada, se debe principalmente a la inestabilidad del

proyectil en su recorrido dentro del cuerpo, por lo que no tiene una trayectoria totalmente recta, llegando a cambiar su posición.



Teniendo en cuenta la importancia de las armas de fuego dentro de la investigación criminal y particularmente en el caso mencionado al inicio, es de resaltar, además de las precauciones de seguridad que se deben tener en su manipulación, el proceso mediante el cual se debe cuidar y preservar el arma como evidencia. A continuación se harán especificaciones sobre la cadena de custodia necesaria en Colombia y en el mundo, para que la evidencia pueda ser tenida en cuenta por un juez a la hora de tomar una decisión (Cibrián, 2007).

Cadena de custodia

La cadena de custodia es una práctica ordenada que busca que por medio de diferentes procedimientos, se garantice seguridad y certidumbre durante los procesos de estudio a los que es sometida la evidencia física que se recolecta en el lugar donde ocurrieron presuntos hechos criminales. Lo anterior da garantía de una correcta observancia y manipulación por parte de los expertos, sobre los elementos custodiados, teniendo en cuenta que los resultados de los estudios que se practiquen, son evidencia que muy probablemente se tendrá en cuenta en las diferentes etapas procesales.

Esta cadena consta principalmente de pasos como la recolección, el embalaje, el transporte, el análisis, el almacenamiento, la preservación, la recuperación y la disponibilidad final de los elementos; lo que garantiza la certeza de los resultados que se obtengan de su manipulación en los laboratorios. En el caso específico de encontrar armas de fuego, casquillos, proyectiles, cartuchos u otros accesorios relacionados, se

deber recolectar y embalar en contenedores en los que la evidencia esté exenta de sufrir modificaciones o ser contaminada de alguna manera.

Es necesario que el personal que se encargue de la recolección y el embalaje de las armas de fuego, sea un experto en el manejo de armas de fuego, ya que siempre se propende por la prevención de cualquier accidente que pueda ocurrir y por la preservación de la evidencia. Además de esto, se debe rotular debidamente la evidencia después de su embalaje, permitiendo así su identificación y el conocimiento de lo que contiene cada elemento utilizado para embalar. También es importante el diligenciamiento e los formatos policiales en el momento de la recolección y para la solicitud de análisis por parte de los peritos expertos en balística forense, química forense y cualquier otra disciplina desde la cual se pueda obtener un concepto pertinente al caso (Cibrián, 2007).

Química forense

En el momento en que el proyectil es disparado, se producen diferentes fenómenos y efectos que son de tipo físico y químico, como es el viento que se genera en la parte posterior de la bala al salir, los residuos que desprende como gas, pólvora, negro de humo, partículas metálicas del arma y del proyectil, los cuales quedan por un periodo considerable de tiempo en la piel y la ropa de la persona que dispara. Es por esto que se realizan pruebas químicas a las personas que son indiciadas de haber disparado un arma de fuego, al ser probable que se encuentren residuos de plomo bario y antimonio, que son los principales metales que se desprenden en la acción (Cibrián, 2007 y Gómez y Riaño, 2015).

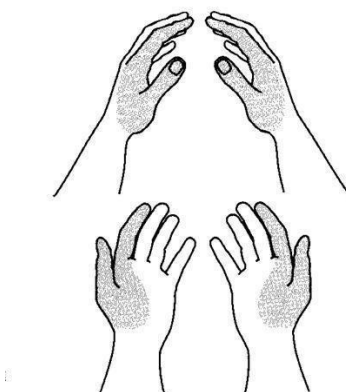
La evaluación química se usa principalmente para determinar los metales antes mencionados en prendas de vestir y piel de las manos, para determinar si los residuos fueron expulsados por un arma en específico y para determinar la distancia en la cual se efectuaron los disparos, según el patrón de residuos de pólvora.

Con respecto a los exámenes químicos en la piel de las personas, estos e pueden hacer en vivos y muertos, aunque estos no garantizan que una persona en realidad haya realizado un disparo o no, pero las técnicas utilizadas son confiables para detectar los residuos y relacionarlos con las armas y los proyectiles. Existen varias situaciones en las que las personas pueden verse contaminadas por residuos de arma de fuego como son

manipular un arma después de que fue disparada, que una víctima haya interpuesto sus manos para defenderse cuando le dispararon o porque un o varias personas estuvieron presentes en el momento en que se forma la nube gaseosa que expulsa el arma de fuego después del disparo, cosa que no solo genera contaminación en las manos sino en el resto del cuerpo y las prendas de vestir.

La concentración que exista de los residuos en las manos de las personas, depende del número de veces que haya disparado, la potencia de los cartuchos, las características y el funcionamiento del arma de fuego y las condiciones ambientales en las que se efectuó el disparo (viento, lugar abierto o cerrado, clima)

AREAS PARA BUSCAR RESIDUOS DEL CARTUCHO



Para lograr que un concepto emitidos desde los laboratorios de química forense sea certero y tenga una trascendencia importante en un proceso jurídico, es importante que se compare con los resultados de las pruebas y exámenes hechos desde otras ciencias, como la balística, la dactiloscopia, la lofoscopia, pruebas testimoniales, etc.

En cuanto al análisis de residuos de dispar en las prendas de vestir, se inicia por determinar si existen orificios que hayan sido producidos por disparos de armas de fuego, a partir de esto se mide el tamaño del orificio para determinar a distancia a la que ocurrió el disparo y el arma de fuego desde la que fue expulsado el proyectil. Además de esto, se pueden realizar análisis de residuos que probablemente se encuentran alrededor del orificio de disparo o, en caso de que no exista un orificio, se realizan pruebas principalmente a las mangas de la prenda o en las partes por donde la persona haya pasado las manos después del presunto disparo (Gómez y Riaño, 2015).

Explosivos

Para hablar de los residuos de pólvora que se puedan desprender de un arma de fuego, es importante hablar de los explosivos, que son los que activan el mecanismo que permite que cualquier tipo de arma de fuego, pueda realizar el disparo con éxito. La pólvora es un conjunto de sustancias químicas, cuya combustión produce una liberación de energía acumulada, lo que es producido por la combustión antes mencionada, la descomposición térmica o por deflagración. Existen diferentes clases de explosivos divididos en grupos lentos y bajos o instantáneos y altos, de acuerdo al poder de su explosión: los lentos y bajos cambian su estado de sólido a gaseoso con relativa lentitud, lo que puede contribuir a expulsar un objeto. Son objetivos muy sensibles por lo que una chispa, fuego o golpe puede detonarlos fácilmente y debido a esto, se usa en aplicaciones pequeñas.

Los explosivos instantáneos y altos tienen una sensibilidad menor que los anteriores por lo que explotan violentamente por la onda generada por un explosivo primario y su transformación de estado sólido a gaseoso ocurre de manera inmediata por lo que puede destruir el objetivo. La base principal en la mayoría de estos explosivos, es la nitroglicerina.

Clases de pólvora

Pólvora negra: esta clase de pólvora se compone de nitrato de potasio, carbón y azufre, que son previamente humedecidos en recipientes de madera con agitadores especiales que ayudan a crear una mezcla homogénea, luego se elimina el agua hasta que se forman unos bloques sólidos que se dejan secar y se muelen hasta que tengan la consistencia necesaria para que se le pueda dar diferentes usos (Maza, 1988). La pólvora negra también tiene distintas clasificaciones, como son:

- Pólvoras vivas, que tienen una granulometría de 1 a 3 mm y tienen una rápida deflagración, lo que las hace necesarias como pólvora de cebo para pistolas de bajo calibre.
- Pólvoras lentas: tienen un grano de 4 a 12 mm y arden de manera más lenta.
- Pólvoras progresivas: se caracterizan por su grano más grueso que inician su combustión de manera lenta pero a medida que el proyectil avanza por el arma, la combustión también.

Pólvoras piroxiladas: tienen la denominación de piroxiladas ya que se obtiene mediante el ácido nítrico al actuar sobre sustancias que contienen celulosa, ya que la sustancia principal de las pólvoras piroxiladas es la nitrocelulosa. Se diferencia de la pólvora negra en que ésta desarrolla su presión de manera rápida mientras que las pólvoras piroxiladas tardan tres veces más en desarrollar su presión. Las pólvoras negras desarrollan toda su potencia en el momento de la explosión, mientras que las piroxiladas despliegan su potencia de manera continua, por lo que dispersan menos los perdigones (Maza, 1988).

Pólvoras de doble base: están compuestas por nitrocelulosa y nitroglicerina, ya que las pólvoras de doble base tienen una combustión más rápida que las de base simple, además desarrollan más cantidad de energía pero sólo un tercio de ésta se transforma en trabajo útil. La pólvora sin humo es empleada actualmente para los disparos de proyectiles de armas de caza y de guerra y son la mayoría de base nitrocelulosa gelatinizada, con o sin adición de nitroglicerina (Maza, 1988).

Pólvora gris o cloratada: estas pólvoras tienen compuestos muy peligrosos, ya que en el momento en que se golpea una pequeña cantidad de mezcla de clorato de potasio y carbón, detona instantáneamente generando una explosión. La mezcla de clorato de potasio y azúcar, produce una inflamación y se deja caer sobre ella una gota de ácido sulfúrico, lo que genera una experiencia peligrosa si no se hace con pocos gramos de mezcla y al aire libre (Maza, 1988).

Altos explosivos

Este tipo de explosivos tienen una menor sensibilidad que los explosivos primarios, pero explotan de manera violenta. Los tipos son:

Dinamita: están compuestas por nitroglicerina y sustancias absorbentes que pueden llegar a ser inertes o activas. Pueden ser:

- **Dinamita militar:** es detonante y no presenta humedad. Se puede transportar sin ningún peligro.
- **Dinamita comercial:** Se deteriora con facilidad, por lo que se debe transportar con cuidado ya que una chispa o cualquier golpe fuerte puede detonarla.

- Dinamita corriente: Contiene nitroglicerina con una carga interior no explosiva. Detona a alta velocidad por o que su efecto es rompedor.
- Dinamita amoniaca: Contiene nitrato y amoniaco de medianos efectos.
- Dinamita gelatina: Tiene consistencia de jalea.

El T.N.T: El producto industrial tiene el nombre de Tritol que es un explosivo cuya fabricación dio pie a la fabricación de otros análogos.

En P.E.N.T: Es Tetranitratopentaeritrilo, tiene una potencia parecida a la del T.N.T y tiene menos desgaste cuando se encuentra debajo del agua.

Explosivos de láminas: Son los últimos adelantos en cuanto a altos explosivos. Actualmente, existen varias técnicas de análisis de residuos de disparos que se aplican bajo un principio científico, esas técnicas son:

Pruebas de coloración: es una prueba preliminar que se realiza con ciertas sustancias para que haya un cambio de color, en el momento que la muestra entra en contacto con otras sustancias de acuerdo a la afinidad que tengan. El color puede darse de manera permanente o transitoria, por lo que en ambos casos se debe tomar un registro fotográfico para dar cuenta de los cambios ocurridos y del tono final (Gómez y Riaño, 2015)

Pruebas de precipitación: también es una prueba preliminar en la que interactúan dos reactivos que en el momento de entrar en contacto, se forma una parte sólida coagulada de forma natural y se deposita en el fondo del recipiente como un sedimento. Si lo anterior ocurre, el resultado es positivo para la sustancia para la cual ha sido diseñado el reactivo (Gómez y Riaño, 2015).

Pruebas de cristalización: es una prueba confirmatoria que se debe realizar en el laboratorio. Los cristales se refieren al ordenamiento geométrico de las moléculas, siendo una estructura específica para cada tipo de sustancias, de esta manera se pueden diferenciar con el uso del microscopio (Gómez y Riaño, 2015).

Pruebas instrumentales:

- Microscopía electrónica de barrido con microsonda de dispersión energética de rayos X (MEB-EDX): Esta técnica permite medir a escalas macrométricas y determinar de manera cualitativa y cuantitativa, la composición química de los materiales sólidos que llegan al laboratorio. El principio fundamental de esta técnica consiste en un haz de electrones que realiza un barrido sobre toda la muestra, lo que produce la emisión de electrones secundarios y la intensidad de estos crea un relieve que permite construir una imagen de alta resolución, a medida que el haz recorre la muestra. Este haz genera emisión de rayos X de la muestra y la energía desprendida es particular de los elementos químicos que se encuentran en la muestra. En el proceso descrito anteriormente, también se desprenden electrones radiodispersados que permiten identificar partículas metálicas en la muestra.
- Espectrofotometría de absorción atómica (EAA): Esta técnica permite dar cuenta de la concentración de metales, que se encuentra presente en una muestra. Está basada en la absorción electromagnética de la radiación de las partículas.
- Espectrofotometría de emisión atómica (EEA): Esta técnica permite dar cuenta de la concentración de metales, que se encuentra presente en una muestra. Está basada en los principios de la emisión de energía de los átomos e iones que la conforman, especialmente el estado de excitación de los electrones a orbitas más altas, producida por el calor de una chispa.
- Espectrometría de masas acopladas inductivamente a plasma (ICP-MS): es una técnica de alta precisión, utilizada para detectar la presencia de metales y su concentración en una muestra, de forma simultánea y en un tiempo corto. Esta técnica basa su funcionamiento en la conversión de las moléculas presentes en la muestra estudiada, en iones y la separación teniendo en cuenta su masa y carga.

La química forense aporta información valiosa para el establecimiento de un hecho delictivo, ya que su rango de acción es amplio dentro de áreas como drogas y sustancias psicoactivas, residuos de disparo, explosivos, pinturas, fibras textiles, residuos de incendios, insumos químicos controlados y material vegetal controlado (FGN, 2005).

Manejo de la evidencia física

Lo primero que se debe tener en cuenta que las muestras se deben recoger en un tiempo relativamente corto después de que se presentan los hechos, ya que corren el riesgo de ser contaminadas por agentes extraños. También es necesario que la evidencia se embale por separado en bolsas de polietileno debidamente selladas al calor y se debe evaluar la importancia de cada una al momento de ser recogida. En caso de una explosión en un lugar cerrado, deben ser embalados cuidadosamente los pedazos de vidrio con pedazos de corcho en sus extremos y cartón. Por otra parte, las personas encargada de recolectar las muestras de pólvora, deben tener un imán para obtener evidencia ferromagnética que se encuentre en el lugar de los hechos.

Además de lo anterior, también es importante tener en cuenta que en caso de ocurrir una explosión que provoque el fallecimiento de personas, se debe realizar la recolección de la ropa de los cadáveres o pedazos de ella, preferiblemente sin contaminación de sangre y en caso de haber residuos de madera es muy importante su recolección ya que pueden albergar gran cantidad del contenido del explosivo. Finalmente, en el lugar de los hechos es necesario realizar una descripción detallada del lugar, teniendo en cuenta detalles físicos, del clima, el tiempo y cualquier otra observación que se haga para que la investigación se realice con la mayor cantidad de información posible.

Como se dijo antes, para realizar análisis químicos a las diferentes muestras que sean obtenidas en la escena de un delito, es necesario que se mantenga una adecuada cadena de custodia para que una vez lleguen a las manos de los peritos encargados de emitir el concepto, pueda dar cuenta del correcto número de registro del caso, la fecha de recolección del elemento, y las firmas de las personas que manipularon el EMP. Es importante que los expertos tengan en cuenta la fecha en la que fue recogida la muestra, ya que hay materiales como los residuos de disparo, que pueden degradarse fácilmente y hacer que las pruebas practicadas no sean fructíferas. Cuando el perito recibe el EMP embalado, sellado y rotulado, es necesario que alguien experto en fotografía, esté presente para tomar el respectivo registro fotográfico del material que recibe y realizar la descripción física detallada de los elementos. Es importante aclarar que al laboratorio de química forense no pueden llegar elementos explosivos, armas cargadas o que sean peligrosos para los peritos, a menos de que en el embalaje se haga específica la

peligrosidad del EMP para que la persona pueda tomar las medidas de seguridad necesarias para manipular la muestra (Gómez y Riaño, 2015).

En el momento de trabajar con las muestras que legan al laboratorio, el perito toma la determinación si se realiza el cotejo de una sustancia con otra conocida, lo que se conoce como muestra patrón. Pero en ocasiones se desconoce la sustancia con la que se está tratando, por lo que el investigador de campo es el encargado de suministrar la muestra con la cual se pueda realizar el cotejo, ya que sin una sustancia con la cual realizar la comparación, es imposible determinar la composición de la evidencia. El perito verifica en el laboratorio, las pruebas hechas en campo, realizando el procedimiento de nuevo y asegurándose que los resultados sean los mismos; en caso de que lo anterior no suceda, el perito debe preguntarse sobre el procedimiento hecho por el investigador en campo, los reactivos utilizados, la continuidad de la cadena de custodia y la posibilidad de que la muestra haya sido cambiada o alterada en algún momento (Gómez y Riaño, 2015).

En caso de que no se le haya dado un buen manejo a la prueba y el perito lo detecte, es importante que este reporte este hecho, ya que no debe ocultar ninguna situación que pudo haber afectado la evidencia toda vez que está involucrado dentro de un proceso judicial.

Informe pericial

Después de que los expertos en química forense realizan los estudios necesarios a las muestras recogidas, se redacta un informe en el cual el perito describa el estado físico en el que la evidencia llegó al laboratorio, el peso, las medidas, el color, etc. También se realiza la descripción de los procedimientos realizados, las herramientas utilizadas para la práctica de los exámenes requeridos y los resultados arrojados después de éstos, que siempre deben dar respuesta a los interrogantes planteados por la necesidad del caso a menos de que la evidencia haya tenido alteraciones durante la cadena de custodia . Si es requerido, el perito puede exponer los resultados de su trabajo en un juicio oral, por lo que en Colombia las personas expertas reciben cursos y capacitaciones para poder desenvolverse de la forma adecuada en una audiencia (Gómez y Riaño, 2015).

Conclusión

De acuerdo con lo explicado anteriormente sobre el propósito y el funcionamiento de la balística y la química forense, es importante realizar una relación más concreta con el caso que nos correspondió desarrollar durante este diplomado. Teniendo en cuenta que durante los hechos fueron accionadas dos armas de fuego con diferentes intenciones, es necesario que en el laboratorio de balística se realicen los estudios necesarios tanto a las armas como a las vainillas y proyectiles que quedaron en el lugar como evidencias y de esta manera determinar si las dos armas fueron accionadas, si existe evidencia de ello en su estructura física y si el resto de evidencia física puede tener algún tipo de relación con los disparos efectuados.

En cuanto a la química forense, aunque no se acudió a ella para algún estudio en este caso en particular, sería necesaria para determinar rastros de pólvora o explosivos en cuerpo o ropa de alguna persona, sospechosa de haber manipulado este tipo de elementos y que se requiriera de las técnicas con las que cuenta la química forense, para la obtención de un tipo de prueba concreta, para que al momento del desarrollo del proceso judicial, se pueda determinar si una persona estuvo o no involucrada en el hecho criminal

Referencias

- Cibrián, O (2007). Balística técnica y forense. Ediciones La Roca. *Buenos Aires, Argentina.*
- Fiscalía General de la Nación (2005). Actuaciones de Policía Judicial en la Indagación e Investigación.
- Gómez, P y Riaño, O (2015). Enciclopedia CCI, Tomo III Investigación, Capítulo 39 Química Forense. *Sigma Editores. Bogotá, Colombia.*
- Investigación de la Fiscalía General de la Nación (2005). Balística Forense.
- Mauricio, J (2013). "La Balística como Elemento Esencial para La Identificación y Análisis del Tipo De Armas de Fuego Utilizadas en las Escenas del Crimen"
□ Maza, M (1988). Manual de Criminalística. *Ediciones Librería Profesional. Bogotá Colombia.*