

Material Imprimible

Curso Balística

### Módulo 3

#### **Contenidos:**

- Cartuchería
- Calibre
- Disparo
- Trayectoria

## Cartuchería

De acuerdo al Ministerio del Interior de España, “se entiende por **cartuchería** a todo tipo de cartuchos dotados de vaina con pistón, fuego anular y cargados de pólvora, lleven o no proyectiles incorporados. Los pistones y vainas con pistón, independientemente de que éstas se encuentren vacías o a media carga, tendrán la misma consideración que el tipo de cartucho que pueda fabricarse con ellos.”

Asimismo, propone clasificarla mediante la siguiente tipificación:

- Según su uso se puede mencionar:
  - Para actividades deportivas como caza, tiro, pesca, simulaciones
  - para actividades laborales, como agricultura, industria, construcción
  - para montaje en dispositivos industriales de seguridad
  - y otros
- También se la puede clasificar por sus componentes:
  - Con proyectiles
  - sin proyectiles
  - con vaina totalmente metálica
  - con vaina no metálica o parcialmente metálica
  - con iniciador de percusión
  - con iniciador de otro tipo, como por ejemplo, eléctrico o de fricción
  - con pólvora sin humo, como por ejemplo simple base o doble base
  - y con otros propulsantes, por ejemplo, pólvora negra, composiciones pirotécnicas, etc.
- Por último, por el tipo de arma o aparato que lo dispara:
  - Para armas rayadas
  - Para escopetas de caza y demás armas de fuego largas de ánima lisa
  - Para otras armas y aparatos
  - Para montar en dispositivos de seguridad
  - Para simuladores montados en armas, como por ejemplo, sub-calibres, dispositivos de entrenamiento, etc.

Como vemos, cuando nos referimos a la cartuchería hacemos alusión al objeto que reúne en sí mismo todos los elementos necesarios para la producción del disparo en un arma de fuego, es decir, vaina, contenedora y obturadora, bala, carga de proyección y cápsula detonadora.

Parte de la doctrina en materia Balística nos propone clasificarla del siguiente modo:

- Por su empleo o destino:
  - De guerras
  - Salvas
  - Ejercicio
  - Deportivo
  - Pruebas
  - Tiro reducido
- Por su forma de percusión en:
  - Percusión central
  - Percusión anular
- Y por la composición de su vaina:
  - Metálico
  - Semimetálico
  - Plástico

Ahora bien. Los componentes del cartucho son los siguientes:

- la vaina
- la bala
- la cápsula iniciadora
- y la carga de proyección, es decir, la pólvora

En semimetálicos se incluiría el taco.

Por su parte, la vaina es un recipiente metálico que aloja la carga de proyección y la cápsula detonante. Su boca se une rígidamente a la bala, constituida por una aleación de metales que posee suficiente resistencia y elasticidad.

La vaina se compone de los siguientes elementos:

- Culote o base, con alojamiento para capsula iniciadora
- Cuerpo
- Gola, que une cuerpo y gollete
- Gollete
- Y boca, que es el extremo abierto para el alojamiento de la bala

La cápsula iniciadora, por su lado, tiene por misión dar fuego a la pólvora, y hace explosión por simple percusión

Existen dos tipos de cápsulas:

- Berdan, que no tiene yunque, por lo que necesita que la vaina lo contenga
- y Boxer, que tiene un yunque incorporado

Antes los componentes explosivos eran el fulminato de mercurio, el clorato potásico y el trisulfuro de antimonio. Sin embargo, en la actualidad se utiliza el trinitroresolcinato de plomo, tetraceno, nitrato bórico, bióxido de plomo, trisulfuro de antimonio y siliciuro cálcico.

Como aprendimos anteriormente, la pólvora es el elemento propulsor de la bala. Esta está formada por componentes químicos que contienen gran cantidad de oxígeno que les permite arder en confinación, sin necesidad de oxígeno atmosférico. La pólvora no explota, sino que arde rápidamente, dependiendo de su granulación.

Por su parte, la bala está compuesta por uno o varios elementos, y es la encargada de recoger las propiedades balísticas del cartucho.

La bala está compuesta por:

- La base
- El cuerpo
- La punta
- El núcleo
- Y la envuelta o blindaje

Si la bala es de un solo elemento, puede ser, por ejemplo, de plomo, de bronce, de cobre, etc. Si es de dos elementos, el núcleo puede ser de, por ejemplo, plomo, acero, aluminio, entre otros, y el blindaje de latón, cobre, etc.

A su vez, puede decirse que los cartuchos tienen una nomenclatura en especial que les permite conocer su cartuchería. Así, encontramos la anglosajona, la europea y la que rige para los cartuchos semimetálicos.

La nomenclatura anglosajona tiene el diámetro expresado en centésimas o milésimas de pulgada, seguido de una o dos cifras separadas por guiones, letras o el nombre del diseñador, fabricante, etc.

La nomenclatura europea está expresada en milímetros y constituida por dos cifras separadas por el signo “x”. La primera cifra corresponde al diámetro de la bala, y la segunda a la longitud de la vaina. Asimismo, puede seguir con el nombre del diseñador del arma para la que estén concebidos.

Por su parte, la nomenclatura que rige para los cartuchos semimetálicos son dos:

- Para los grandes calibres, la nomenclatura se compone de dos cifras separadas por barra o guion. La primera cifra corresponde al número de bolas del diámetro del cañón que entran en una libra de peso, y la segunda cifra a la longitud de la vaina abierta.
- Para los pequeños calibres se siguen normalmente el sistema métrico decimal

De acuerdo con el inciso 19 del artículo 3 del Decreto 395/75, el cartucho o tiro “es el conjunto constituido por el proyectil entero o perdigones, la carga de proyección, la cápsula fulminante y la vaina, requeridos para ser usados en un arma de fuego”.

Las balas y la pólvora propulsante son pesadas internacionalmente en “grains”, una medida inglesa. Un grains equivale a 0,0648 de gramo. Su traducción al español es “grano”, que al ser muy parecido a “gramo”, descarta su utilización en nuestro idioma. Al igual que el calibre y el cartucho, es factible encontrar diferentes pesos en las balas. Por ejemplo, los cartuchos de escopeta pueden disparar perdigones o postas de diversos tamaños y peso, como así también proyectiles monopostas.

## **Calibre**

En términos generales, cuando nos referimos al **calibre**, también denominado vernier, cartabón de corredera, pie de metro o pie de rey, hacemos alusión a un instrumento de medición, principalmente de diámetros exteriores, interiores y profundidades.

El calibre consta de una regla con una escuadra en un extremo, sobre la que se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. A su vez, posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

El Manual de Identificación y Rastreo de Armas de Fuego, elaborado por el Registro Nacional de Armas, conocido como RENAR, nos ilustra sobre el tópico de los calibres,

refiriendo que el mismo constituye un dato fundamental para lograr la identificación, rastreo y, eventualmente, el desarrollo posterior de una pericia balística.

No obstante, antes de exponer el contenido del Manual, es importante dejar en claro que el RENAR, a partir del 2015, comenzó a ser la ANMaC, es decir, la Agencia Nacional de Materiales Controlados.

En este manual se expone que “se denomina calibre al diámetro aproximado del proyectil. Este tiene una lógica correspondencia con el diámetro del cañón del arma de fuego que las dispara, y está medida sobre los fondos de las estrías, aunque para hacerlo, hubo diversos procedimientos que no definen claramente un patrón. Es así, que también hay calibres que se miden sobre el diámetro de las vainas o del ánima del cañón.”

En cuanto a las formas de medición de los calibres, el manual manifiesta que “los calibres se miden en milímetros, en pulgadas o en unidades absolutas, según los patrones de medida oficiales de cada país o del tipo de arma. En Europa continental, Japón, la Argentina, y en la mayoría de las naciones occidentales, tiene vigencia el sistema métrico decimal, en consecuencia, los calibres se miden en milímetros. En los Estados Unidos e Inglaterra, se utilizan denominaciones expresadas en fracciones de pulgadas, a veces con algunos agregados, o como el caso de las escopetas, en ‘unidades absolutas’. En materia de calibres, es importante saber que su sola mención no identifica ni al arma ni al cartucho. El calibre 7,65 mm, o su equivalente .32, es válido tanto para pistola, revólver o fusil. Por lo tanto, se requieren otros datos para poder identificarlos, tales como el tipo de arma, tamaño y forma de la vaina y del culote, marcas, etc. Una muestra de esta ambigüedad, es el caso del conocido calibre 9 mm, que su sola mención no identifica al cartucho, pudiéndose observar varios tipos, dado que los largos y formas de las vainas pueden ser diferentes.”

Tomemos como ejemplo el cartucho calibre 9 x 19. El 9 significa el calibre en mm, y el 19 es el largo de la vaina en mm. Este cartucho, el más popular del mundo para pistola, se encuentra en uso en las fuerzas armadas, policiales y de seguridad de Argentina.

A continuación vamos a mencionar las equivalencias y aclaraciones que nos proporciona el RENAR:

- El calibre .380 es el 9 corto
- El calibre .32 puede ser para revólver, pero si se escribe .32 ACP, es de pistola
- El calibre .38 puede ser .38 short, .38 Long, .38 Especial, .38 Super auto o Super, etc.
- El calibre .22, puede ser .22 short, .22 long, .22 magnum, .22 LR, etc.

- El calibre .25, equivale al 6,35 mm.
- El calibre .45 escrito de esta manera, corresponder a un revólver. Si pertenece a una pistola, se lo suele denominar .45 ACP o bien, sólo en nuestro país, calibre 11,25 mm.

Asimismo, el RENAR expone que “cuando se trata de calibres de armas largas, es común encontrarlo acompañado de otros dígitos. Por ejemplo, nombrar el calibre 7,62 mm solamente, no identifica necesariamente al cartucho, tal como pasa con algunos calibres de armas cortas. Este ejemplo de identificación anglosajón, si bien está prácticamente en desuso, es conveniente tenerlo en cuenta.”

Por ejemplo, el cartucho calibre 44-40-200 significa lo siguiente:

- .44 es el calibre en centésimas de pulgada
- 40 es la cantidad de pólvora negra en grains
- Y 200 es el peso de la bala en grains

Es así como aparece una nueva forma de escritura, representada en centésimos de pulgada y una medida de peso.

Para escribir correctamente el denominado calibre veintidós, o 0,22 de pulgada, se lo debe hacer de esta manera: .22. Es decir, que el calibre .22, siempre con un punto adelante, significa que la bala posee una medida aproximada a las veintidós centésimas de pulgada.

Por su parte, las escopetas, de acuerdo al manual mencionado, “poseen un sistema de medición de calibres completamente distinto, y son las ‘medidas absolutas’, que surgen del Gun Barrel Proof Act de Londres de 1868. Aquí, los calibres fueron clasificados en letras o números, oscilando entre dos pulgadas y .453 de diámetro. El sistema utilizado para definir los calibres consistió en la cantidad de esferas de plomo del diámetro del cañón que podían obtenerse con una libra de plomo. Es así como cuanto más grande era el cañón, menor sería la cantidad de bolas de plomo obtenidas con una libra de ese material. En efecto, se dice que una escopeta es de calibre 10, cuando se obtienen diez bolas del diámetro del cañón, con una libra de plomo. La de calibre 12, será menor, la de 16 menor aún, etc. Estas son las denominadas ‘unidades absolutas’”.

## **Disparo**

Cuando hablamos del **disparo** en un arma de fuego, nos referimos al lanzamiento de un proyectil a través de esta.

Mientras tanto, según la Real Academia Española, el balazo es el impacto de ese proyectil.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de tiros:

- El tiro de enfilada es el que, al salir de una tropa o fortificación, hiere por el costado al enemigo
- El tiro de flanco u oblicuo es el que se dirige a derecha o izquierda de la dirección perpendicular de la tropa que lo ejecuta
- Por su parte, el tiro de frente o directo es el que se hace dirigiendo al proyectil de modo que, sin rebotar, alcance directamente al blanco, es decir, el objetivo
- El tiro de rebote es el que se dirige rasante por la cresta del parapeto de la fortificación atacada con objeto de desmontar la artillería contraria
- El tiro de revés es el que saliendo directamente de una tropa, fortificación o batería, hiere al enemigo por la espalda
- El tiro fijante es aquel que se dirige de arriba abajo comúnmente, aunque también en ocasiones de abajo arriba al blanco.
- Por último, el tiro rasante es el que se dirige horizontalmente o casi horizontalmente al blanco

Ahora bien. Es importante tener en cuenta algunas precisiones acerca de la trayectoria de los disparos, ya que ello resulta de vital importancia en el estudio de la balística exterior. Así diremos que mientras la trayectoria tiene por objeto determinar la dirección y sentido del disparo, la dirección de la trayectoria es el recorrido de la bala, manifestado por la mera correspondencia de orificios inicial, intermedio y final.

Por su parte, y siguiendo esta misma línea de ideas, cabe destacar que el sentido de la trayectoria se manifiesta por el sentido de vuelo del proyectil, desde que abandona la boca de fuego hasta el impacto final o lesivo de interés.

Sobre la distancia de disparo podemos decir que esta se establece en función del examen físico de tejidos, orificio y residuos circundantes, así como de las pruebas analíticas realizados a la prenda exterior de la víctima, en busca de partículas pesadas de plomo, bario y antimonio producidas en el disparo.

La distancia de los disparos se clasifican en disparo a corta distancia y disparo a larga distancia.



De acuerdo a los autores Luis Eduardo Romero Anturi, Jhon Norvey Zambrano y Nelson Eduardo Espinosa Blanco, “si se observan residuos macroscópicos de disparo o se detectan por pruebas químicas, se considera que el disparo es a corta distancia, y si se efectúa a una distancia suficiente para que los residuos no alcancen la superficie se denomina larga distancia, y solo se observará el orificio de entrada con su respectivo anillo de limpieza o enjuagamiento, siempre y cuando no exista una superficie interpuesta entre la boca del arma y el blanco.”

Para estudiar los residuos que dejan los disparos, hay dos vertientes a analizar: la del autor y la de la víctima. La investigación en relación al autor está encaminada a su identificación como el sujeto activo causante de los hechos; por dicho motivo, en él se buscará la existencia de residuos de disparo en sus manos. En cambio, en el estudio de la víctima se analiza principalmente la herida y la ropa, para determinar el agente causal y calcular la distancia y la trayectoria del disparo.

Según un escrito que forma parte del Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga, se utilizan diferentes métodos para estudiar los elementos del disparo en la ropa de las víctimas.

- El Método de Rodizonato Sódico se utiliza para detectar algunos metales pesados, como el plomo. Si la superficie es de color claro, se pulveriza con una solución saturada de rodizonato sódico en agua destilada, humedeciendo previamente el área con ácido tartárico para lograr una reacción de color rojo violeta
- El Método de Hoffman determina la distribución de plomo y bario mediante una delgada lámina de celofán impregnada de ácido acético y presionada contra el área del disparo durante 20 minutos, en una prensa con calor para permitir la difusión de los iones metálicos en el celofán. La hoja es revelada en un baño de sulfuro sódico o dicromato potásico, enjuagada y secada
- Asimismo, se utilizan las nuevas tecnologías, como por ejemplo, la microscopía electrónica de barrido, lo que permite efectuar determinaciones sumamente confiables y altamente precisas de la presencia de restos de deflagración de pólvora, fulminante y/o partículas metálicas

El autor Oscar Vanzetti, en su artículo titulado “La importancia práctica del peso y forma de la bala”, expone que “la eficacia de los disparos, sobre todo para la caza de animales o para el tiro al blanco, primordialmente a grandes distancias, depende de la adecuada combinación del tipo y cantidad de pólvora, del tipo de punta empleada, de su forma y

de su peso. Estos conocimientos que muchos lo obtienen con la experiencia que da la práctica habitual del tiro con un arma larga, pueden aplicarse también a las armas de puño, y los factores partícipes en este caso, a los cuales quiero destacar, se conocen en Balística como densidad seccional y coeficiente balístico.”

Para este autor, la densidad seccional es el resultado de comparar el peso de la bala con el diámetro de esta.

Cuanto más alto sea el cociente de esta fórmula, mejor será la densidad seccional del proyectil y mayor la capacidad de mantener su velocidad en el aire por tener un peso elevado. Esto le ayuda a superar con más facilidad la resistencia del aire y, en consecuencia, aumentará también la capacidad de penetración que tendrá el mismo en los tejidos de un determinado organismo.

Podemos decir entonces que la densidad seccional está relacionada principalmente con la capacidad de penetración del proyectil, sin tener aquí importancia la forma de la bala. Por su parte, el autor Oscar Albino expone que “el coeficiente balístico es conceptualmente la medida relativa de la capacidad de un proyectil para vencer la resistencia del aire como comparación con otro, del mismo calibre, de características estándar y tomado como patrón”, es decir, es la comprobación de cuánto de aerodinámica es la forma de la bala, y en consecuencia de la capacidad del proyectil para abrirse paso a través de las capas de aire.

Según Oscar Vanzetti, “mientras más alto sea el resultado del coeficiente balístico, mayor será la capacidad o eficiencia del proyectil para viajar a través del aire, el cual le ofrece al vuelo de éste una resistencia y retardación permanente.”

La Escuela de Entrenamiento Policial de la Provincia de Salta, que en una cartilla de entrenamiento se refiere a la importancia de saber y entender en qué consiste el ciclo del disparo.

En principio, nos enseña que el ciclo es básicamente similar al de todas las pistolas de uso policial, con variación de modelos, marcas y piezas que intervienen en el funcionamiento.

El ciclo que expone es el siguiente:

- Habiendo llevado un cartucho a la recámara, el martillo queda montado y lista para efectuar el disparo

- Como en cualquier arma de fuego, todo comienza con una primera palanca sobre la cola de disparador o gatillo, por supuesto tomando la empuñadura del arma firme y correctamente
- Esta fuerza es transmitida a través de un sencillo sistema de palancas y de muelles incorporados en el cajón de mecanismos del arma y hace que a medida que presionamos el gatillo o cola del disparador, se accione el mecanismo sincronizado de las piezas, cuya fuerza repercute sobre el fiador
- Esto hace que el fiador que se encuentra trabando el martillo, se vaya moviendo a tal punto que el martillo se destraba o zafa y gracias a la acción que ejerce el muelle de martillo sobre el martillo, golpea violentamente en la parte posterior de la aguja percutora, y esta, a su vez, golpea, con la misma violencia, al fulminante o iniciador, que trasmite fuego a la carga propulsora o pólvora que deflagra produciendo gases que ejercen presión sobre la base de la bala, separándose de la vaina y denominándose proyectil, recorriendo el cañón hacia un punto determinado
- Parte de esos gases ejercen también presión sobre el culote de la vaina y esta sobre el espaldón de corredera, venciendo la resistencia del muelle recuperador de corredera, causando el apertura del arma y la expulsión de la vaina, que es tomada por la uña extractora y que golpea con el botador para su eyección. Una vez disipados los gases, la corredera, a su regreso, arrastra un nuevo cartucho y lo introduce en la recámara, quedando, de esta manera, el arma de fuego, cargada, acerrojada, con martillo montado, y lista para otro ciclo de disparo.

Analizado el ciclo del disparo, a continuación describiremos los cuatro tipos de postura de tiro más apropiadas, según el objetivo deseado. Estos son:

- Isósceles
- Weaver
- Combate
- Y Center Axis Relock

Conozcamos cada una.

La postura isósceles era la postura estándar que se enseñaba en el pasado. En ella, el tirador se enfrenta al blanco de lleno, los pies se colocan a la anchura de los hombros, los dedos de los pies se enfrentan al blanco y están alineados, las rodillas están flexionadas y el tirador se inclina hacia adelante desde la cintura hacia el objetivo. Además, los brazos del tirador se extienden y forman un triángulo isósceles, de donde proviene el nombre.

La ventaja de esta postura es que es una posición cómoda y natural para la mayoría de los tiradores. Sin embargo, tiene la desventaja de si bien tiene la estabilidad de lado a lado, carece de equilibrio de adelante hacia atrás debido a la colocación de los pies.

La segunda postura que conoceremos es la de Weaver. Esta se volvió muy popular y reemplazó a la postura isósceles como el estándar enseñado. En ella, el tirador coloca su cuerpo en un ángulo de casi 45 grados, poniendo el pie dominante, es decir, el del lado de tiro, hacia atrás, y girando el lado del soporte hacia el objetivo. El brazo del tirador se extiende y el codo del brazo de soporte se dobla.

La ventaja de esta postura es el buen agarre del arma, que permite un control eficaz de la misma. La desventaja es que el perfilado del cuerpo expone un área de su torso que no está completamente cubierta con armadura antibalas, y otro inconveniente es que al momento de desplazarse, es incómodo mantener tal postura.

Por su parte, en la posición Combate, el tirador se posiciona de frente al blanco, sus pies están a la anchura de los hombros o ligeramente más anchos, y el pie del lado de tiro está ligeramente más atrasado que el pie de soporte. Una buena referencia son los dedos del pie de tiro a la altura del empeine del pie de apoyo. Esta compensación de los pies elimina el problema de la falta de equilibrio de la postura isósceles.

Además, las rodillas se flexionan para absorber retroceso y para actuar como amortiguadores de choque cuando se mueve en cualquier dirección. El tirador se inclina ligeramente hacia adelante y extiende los brazos hacia fuera, nivelando las miras a la altura de la vista, y la cabeza se mantiene nivelada para mantener el equilibrio y facilitar el cuadro de mira, especialmente en movimiento.

La ventaja es que cualquier arma puede ser disparada con eficacia desde esta postura, y desventajas no tiene, ya que es una posición que combina los mejores elementos de las posturas Weaver e Isósceles, y justamente elimina los inconvenientes comunes de esas dos posiciones.

Por último mencionaremos el Center Axis Relock, que si bien no es una posición, es un sistema integral de combate que requiere de un entrenamiento por instructores especializados. En este sistema, el tirador lleva ambos brazos considerablemente flexionados por el codo y el arma ligeramente inclinada, lo que no resulta lo más indicado, sino lo contrario a lo que se recomienda, que son brazos estirados, codos bloqueados y hombros paralelos al blanco.

Dentro de la técnica de los disparos no podemos obviar hacer referencia a la importancia de la respiración, ya que esta puede hacer una gran diferencia entre un disparo certero y errarle al objetivo.

La buena puntería depende de la habilidad del tirador, pero también de la respiración, dado que esta provoca movimientos en el cuerpo y hace que se pierda el cuadro de mira. Cuando se inhala, el diafragma se contrae y se mueve hacia abajo, haciendo que la cavidad torácica se expanda hacia afuera y se levantan junto con los hombros. Al exhalar, el diafragma se relaja y empuja hasta forzar el aire de los pulmones, lo que provoca que el área del pecho y los hombros caigan ligeramente.

Ahora bien. ¿Cómo mantener el cuadro de mira a través de control de la respiración? La respuesta está en la pausa respiratoria natural, que es ese breve momento en que la respiración cesa entre inhalación y exhalación. Esta pausa suele durar entre dos a cinco segundos para una persona sana, sin problemas de salud respiratorios.

No obstante, la persona puede entrenar la respiración para que la pausa respiratoria natural dure un poco más, con el objetivo de eliminar los movimientos que provoca la respiración y que podrían hacer que le erremos al objetivo. En otras palabras, las probabilidades de dar en el blanco son mucho más altas cuando el cuerpo está inmóvil.

Otro punto clave en la ejecución del disparo, además de la respiración, es comprender que apuntar efectivamente involucra la “alineación” y el “cuadro de mira”. A menudo, estos dos términos se utilizan de forma indistinta y muchas veces se confunden, por eso es importante saber que son dos fundamentos diferentes y distintos.

La alineación de mira es la relación entre el ojo, la mira trasera y la mira delantera. Es decir, la alineación correcta significa que la parte superior del punto de mira se centre horizontalmente en la muesca de la mira trasera, dejando la misma cantidad de espacio en blanco a cada lado del punto de mira. También significa que la parte superior del punto de mira esté nivelado verticalmente con la parte superior de la mira trasera. Por su parte, el cuadro de mira se produce cuando alineamos nuestra mira con el blanco.

Ahora bien. Cuando tenemos la mira trasera y delantera alineada entre sí, ¿dónde se colocan las miras en relación al objetivo? La respuesta es depende, ya que cada arma viene de fábrica con una configuración predeterminada.

Así podemos resumir ambos conceptos, diciendo que la alineación es igual a Ojo dominante + Alza, es decir, mira trasera, + Punto, o sea, mira delantera. Mientras que el cuadro de mira es igual a la Alineación + Blanco.

Antes de adentrarnos en la trayectoria, diremos que la balística externa, tal como expone el perito Roberto Locles, “es entendida como el estudio de la trayectoria del proyectil, desde el momento en que abandona la boca del cañón del arma hasta su arribo al blanco y de los fenómenos que lo afectan; en concordancia con las particularidades de cada caso”.

Por su parte, el autor Mauricio Jenny sentencia que “la gravedad, la resistencia del aire, la influencia de la dirección e intensidad de los vientos y particularmente los obstáculos que le interpongan y que, en definitiva, son los productores de los rebotes que modifican la trayectoria original.”

Otro concepto dice que esta arista de la disciplina comprende la distancia entre la boca de fuego del arma y el orificio de entrada en el blanco, es decir, se trata de la parte en la que el proyectil hace su recorrido por el aire.

Citando nuevamente a Jenny, la balística exterior “estudia principalmente el impacto que produce una ojiva o proyectil en el cuerpo humano, la criminalística busca la averiguación de cómo sucedieron los hechos constitutivos de delito; por medio de la reconstrucción de estos, usando como puntos de referencia la evidencia física que se encuentre en la escena del crimen o que sea producto de la investigación.”

Siguiendo a Octavio Cibrián Vidrio, decimos que la balística exterior “estudia la trayectoria real de los proyectiles después de que éstos abandonan el cañón de las armas de fuego”.

Según Jenny, existen varios términos empleados en el estudio de la balística exterior, entre los cuales mencionamos los siguientes:

- El eje del cañón es la línea imaginaria que pasa por el centro del cañón a lo largo del ánima del arma
- La línea de mira es la recta imaginaria que parte del ojo del tirador pasando por el centro de la mira posterior del arma y tocando la cúspide del grano de mira.
- La línea de tiro es la prolongación del eje del cañón cuando el arma se encuentra apuntada.
- El horizonte del arma es la línea horizontal que pasa por el origen de la trayectoria con respecto al objetivo
- El ángulo de tiro es el que está formado por la línea de proyección y el plano horizontal
- La rama ascendente es la parte de la trayectoria que va del origen al vértice
- La rama descendente es el punto más alto de la trayectoria del proyectil

- El ángulo de caída es el que está formado por la tangente a la trayectoria en el punto de caída con respecto a la horizontal
- El impacto es el daño, efecto o marca producida por el proyectil en la estructura que golpea
- La duración de la trayectoria es el tiempo que emplea un proyectil en recorrer su trayectoria desde el origen hasta el punto de llegada.
- Los rebotes son los recorridos irregulares que ordinariamente presentan los proyectiles cuando impactan estructuras duras y en ángulos menores a los  $30^\circ$ , los que pueden continuar con una trayectoria imprevisible según su velocidad
- La trayectoria es la línea que une las diferentes posiciones que va ocupando el proyectil en el espacio a medida que pasa el tiempo
- Por último diremos que el origen de la trayectoria es el centro de la boca del cañón

## Trayectoria

La **trayectoria balística** es el recorrido de vuelo que sigue un proyectil a través de su propia inercia y de las fuerzas inherentes al medio en el que se desplaza.

De acuerdo al autor Mauricio Jenny, "existen factores que influyen en la trayectoria de las balas, entre los que están también la rotación impartida por el rayado del cañón y el control que se ejerce sobre el arma. En el caso de los proyectiles de armas de fuego, muchos de ellos sobrepasan la velocidad del sonido, de tal forma que el aire ejerce una excesiva resistencia a su desplazamiento y consecuentemente un aumento de la turbulencia."

Asimismo, el autor mencionado expone que de acuerdo con la potencia de los cartuchos disparados por armas con características específicas, los proyectiles pueden desplazarse a distintas velocidades:

- Subsónicas, es decir, debajo de la velocidad del sonido en el aire
- Sónicas, o sea, en promedio a la misma velocidad del sonido
- Y Supersónicas, es decir, por encima de la velocidad del sonido

La trayectoria seguida por el proyectil disparado por un arma de fuego conformará una figura parabólica con nacimiento en la boca del cañón del arma y finalización en el blanco. Esta parábola variará en sus características, principalmente la longitud de su

rama ascendente, la altura máxima alcanzada, la distancia máxima a la que puede ser proyectado, la estabilidad direccional, entre otras.

Asimismo, es importante destacar que la determinación de la trayectoria interna del proyectil, es decir, aquella que pueda haber seguido dentro del cuerpo de la víctima, no debe estar necesariamente relacionada con la trayectoria externa, ya que, como es sabido, el cuerpo humano no es un objeto quieto, sino que estamos en presencia de un cuerpo dinámico que posee la propiedad de variar su posición espacial en forma permanente.

Por esta razón, un proyectil que sigue una trayectoria perfectamente horizontal puede dar una trayectoria dentro del cuerpo de la víctima de tipo horizontal, ascendente o descendente, según cómo se encuentre el cuerpo al momento de recibir el disparo.

Para determinar la trayectoria del proyectil, es esencial tener en cuenta una serie de líneas y curvas imaginarias entre la persona que dispara, la dirección hacia donde apunta la boca de fuego del arma, y el blanco u objetivo.

No obstante, existen causas que pueden modificar la trayectoria. Estas son:

- La resistencia del aire
- La dirección del viento
- El estado de la pólvora
- El estado del cañón del arma
- La longitud del cañón a igualdad de calibre

Para finalizar el módulo diremos que estudiar la trayectoria de un disparo determinado es de gran importancia en la reconstrucción de un hecho, ya que se puede esclarecer lo ocurrido en la escena, acotando las posiciones posibles en las que se pudo encontrar el arma en el momento del disparo y, por supuesto, excluyendo todas las demás posibilidades utilizando la geometría como base científica.