

LOCLES

Balística y Pericia

LOCLES

Balística y Pericia

- Trayectoria o balística interna, externa, médico - legal y final
- Testigos y acción del perito balístico
 - Método por descarte
- Rigidez y espasmo cadavérico
 - Datos de autopsia



Ediciones La Rocca

LOCLES

Balística y Pericia

- Trayectoria o balística interna,
externa, médico - legal y final
- Testigos y acción del perito balístico
 - Método por descarte
- Rigidez y espasmo cadavérico
 - Datos de autopsia



ROBERTO JORGE LOCLES

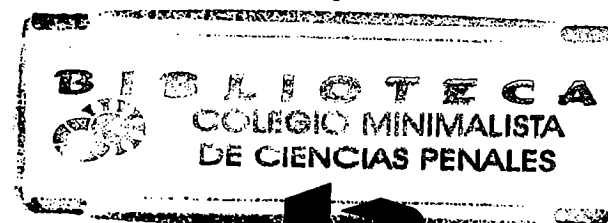
Profesor universitario (U.C.S.). Licenciado en criminalística (U.C.S.). Investigador de fenómenos balísticos. Presidente de la "Asociación de Criminalística de la República Argentina". Presidente del "Comité Internacional de Ciencias Forenses". Consultor de los medios de prensa. Capitán de artillería (R).

Balística y pericia

Trayectoria o balística interna. Externa. Médico-legal. Final. Testigos y acción del perito balístico. Método por descarte. Rigidez y espasmo cadavérico. Datos de autopsia. Apéndice físico-matemático. Glosario.

Prólogo de
OMAR BREGLIA ARIAS

reimpresión



Ediciones La Rocca

BUENOS AIRES

2006

1ª edición: 1992

2ª edición: 2000

Locles, Roberto Jorge

Balística y pericia

2ª ed. 1ª reimp. Buenos Aires. La Rocca. 2006

416 ps. 23 x 16 cm

ISBN 987-517-032-1

1. Criminalística. 2. Pericia balística. I. Título

CDD 363.256.2

ISBN 10: 987-517-032-1

ISBN 13: 978-987-517-032-2

© 2006, Ediciones La Rocca S.R.L.

Talcahuano 467 (C1013AAI) Buenos Aires - Argentina

Tel.: (0054-11) 4382-8526

Fax: (0054-11) 4384-5774

e-mail: ed-larocca@uolsinectis.com.ar

Queda hecho el depósito que previene la ley 11.723

Derechos reservados

Impreso en la Argentina

FOTOCOPIAR ES DELITO

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, así como tampoco su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y escrito de los titulares del *copyright*. La violación de este derecho hará pasible a los infractores de las penas previstas en la ley 11.723, ley 25.446, y el Código Penal de la Nación Argentina.

INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA EDICIÓN

Lo sorprendente de la aparición de una segunda edición de una obra eminentemente técnica y sobre un tema tan evolutivo como es la balística, ya que constantemente se incorporan al quehacer nuevas armas y municiones que alteran algunos conceptos básicos, es que sus similares, vertidos en la primera edición, gozan de plena actualidad, y que no obstante haber transcurrido un lapso considerable —ocho años—, en ciertos aspectos se han reafirmado las conclusiones que en muchos casos fueron producto de experiencias personales.

En oportunidad de salir a la luz *Balística y pericia*, la pléyade de expertos locales en la materia no realizó un análisis pormenorizado y profundo del tema, que le permitiera comprender que se trataba de un texto de avanzada, que introducía en la ciencia pericial nuevos conceptos y herramientas para hacer de esta especialidad algo más actualizado y moderno.

Lejos de pretender compararnos con algunos sabios de la antigüedad, quienes por manifestarse adelantados a su época, fueron perseguidos, procesados y en muchos casos muertos, podemos sin embargo admirar, después de ocho años, la actualidad de la frase que indica que “nadie es profeta en su tierra”,

así como también que todo aquello que vaya más allá de lo que nuestra inteligencia puede entender resulta *profano*, y que en consecuencia se hace necesario atacarlo, *por las dudas*.

Fue de esta manera como en diversas partes del mundo se comenzaron a aplicar los conceptos y métodos publicitados, verbigracia, el de la *posición víctima-victimario*, y el *método por descarte*. De igual modo, hicieron su irrupción las matemáticas y la topografía en los cálculos y en la determinación de las conclusiones, sirviéndonos de auxiliares, a fin de lograr nuestra apoyatura en principios científicos. En muchas ocasiones, ante casos sumamente difíciles, jueces de distintos países nos consultaron. Particularmente en Brasil, las veces que concurríamos invitados a congresos internacionales a realizar exposiciones, largas filas de interesados —con las causas penales en la mano— requerían nuestra opinión. En Francia, el señor Jean Loui Courtois, capitán de la policía francesa y miembro criminalístico de la Corte de Apelación de París, solicitó la autorización pertinente para traducir los textos a la lengua francesa.

Resultará muy simple para los profesionales abogados, jueces y fiscales con más de diez años de trayectoria en la disciplina, verificar las diferencias existentes entre las pericias balísticas anteriores al año 1992, cuando los informes no superaban la carilla y media, siendo en general relegados al olvido sin ser tenidos en cuenta, con los actuales, a partir de la aparición de los *peritos de parte*, incluyendo gráficos, fotografías, bibliografía, explicitándose en algunos casos hasta contener una cifra cercana a las cuatrocientas páginas, con lujo de detalles y fundamentos científicos. La *balística* comenzó a ser considerada una *ciencia*, dejando de ser una *técnica*.

Dos nuevas sombras se ciernen sobre los trabajos periciales en balística. La primera consiste en la falta de aplicación de un método cierto para lograr la identificación de los proyectiles de las armas de fuego, no obstante el hecho de haber publicado uno que fue aprobado en dos congresos internacionales, previo debate. El segundo, se refiere a la *nueva filosofía* de insertar en

las conclusiones finales de una pericia expresiones anodinas, como resultan ser las de *es probable*, *hay un 60% de certeza*, *podría ser*, etc., todas las cuales conducen a lograr una imagen lamentable de quien las expresa, ya que el perito debe informar con *absoluta certeza* acerca del resultado de la pericia, para lo cual sólo cuenta con tres únicas opciones, cuales son: 1) *con certeza*; 2) *no es*, y 3) *no tengo elementos suficientes para determinar*. Introducirnos en el campo de la especulación siempre resulta peligroso, ya que no sólo podemos confundir al juez, sino que además se presentarán casos en los que aportaremos errores, haciendo que quien debe llegar a una conclusión para dictar sentencia, se equivoque. La libre convicción razonada no es un resorte del perito sino del juez; el auxiliar de la justicia sólo debe aplicar la sana lógica.

Al introducirnos en esta segunda edición *corregida, aumentada y actualizada*, sólo nos resta agradecer a quienes agotaron la primera, la cual esperamos les haya sido útil, congratulándonos a la vez de haber incorporado nuevos partícipes a la creación de una nueva filosofía de la balística.

EL AUTOR

Buenos Aires, setiembre de 2000

PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN

El penalista —juez, fiscal, defensor— necesita manejar numerosas disciplinas. La criminología es, desde ya, la ciencia-madre, pero junto al derecho penal, en grado principal, se alinean la psicología y la psiquiatría criminal, la medicina legal, y la criminalística, y en un área de esta última, en lo que interesa a la investigación del delito, la balística.

La bibliografía sobre balística es escasa en América latina, y nula en nuestro país. Pero los delitos cometidos con armas conforman un grueso sector de la tasa infractora. Además, la implementación del juicio oral, conforme la reforma del Código Procesal Penal de la Nación (ley 23.984), refuerza la necesidad de dirigir un haz de luz interesado hacia la prueba pericial, pues la posibilidad de que el juez pregunte y el perito conteste, esclareciendo de inmediato cualquier duda, así como la de que este último se explye oralmente sobre sus puntos de vista, en esa comunión entre expositor y público oyente —que no se logra en el procedimiento escritural— uno de cuyos pilares es la captación subliminar de lo insuficientemente comprendido y debe, por tanto, ser expuesto de nuevo, va a dar a la gestión del perito una importancia aun mayor de la que hoy tiene, mientras que, dicho sea de paso, decrecerá el valor del testimonio en la amplitud en que hoy lo receptamos y atendemos, valorando sólo lo que se dice, lo que está transcrito en el papel, sin ver el gesto, la actitud, las vacilaciones, lo que en última instancia ha significado dar valor a la prueba testimonial por cantidad y no por calidad.

Con esto que apunto está dicho todo sobre la incorporación de una buena obra de balística al patrimonio actual bibliográfico; sobre la importancia que esto tiene.

El capitán Roberto Locles inauguró hace ya un año, en la Escuela de Defensa Nacional, la actividad del Instituto para la Enseñanza de la Praxis de la Abogacía Penal, que tengo el honor de presidir.

Lo hizo dictando dos conferencias sobre balística. Desde ese exitoso momento para el Instituto, mantengo cálida amistad con él, sentimiento en el que obra muchas veces como un aglutinante especial —y es el caso— la

devoción, desde distintos ángulos disciplinarios, por una misma gestión de trabajo e investigación. Sé por tanto de la obsesiva preocupación del capitán Locles por la problemática de la balística, de sus pericias logradas en sonados casos que conmovieron a la opinión pública, y donde su opinión resultó determinante para la resolución judicial, y también sé de su búsqueda por nuevos caminos abiertos por él hacia la verdad real —uno es su método por descarte—, coincidencia que hoy tiene la dirección de su investigación con el juicio oral, porque éste, junto a los principios de inmediación, concentración y publicidad, propone el de la verdad real, a través de las libres convicciones, y no de la prueba tasada o tarifada, que contenía el juicio escrito.

El libro que hoy prologo, y éste es otro notable mérito, es eminentemente práctico. Así el autor opone de inicio a la balística magistral la balística aplicada, señalando la concentración que caracteriza a esta última, y el fundamento de la misma en el razonamiento, la experiencia y las mediciones. Advierte, en otro momento, que la balística no se refiere exclusivamente a balas disparadas por armas de fuego sino a cualquier proyectil arrojado por el hombre. Y puntualiza extensamente sobre la separación entre armas de fuego con velocidad de bala por debajo y por encima de la velocidad del sonido, destacándose una nueva categorización investigativa para estas últimas.

Dos temas presentan atractivas conclusiones: el método que el autor llama por descarte, y el impacto en un cuerpo que se halla en movimiento, cuestión que genera disímiles estimativas que las entendidas hasta ahora, y diferencia el ángulo de incidencia del ángulo de penetración, otro hallazgo de Locles.

Debo señalar también la paciente tarea de estudio físico-matemático sobre las armas de fuego, las más variadas en sus marcas y modelos, y sobre las que se proporcionan tablas de sus efectos en los disparos, las que serán imprescindibles desde ahora para el estudioso de estas cuestiones, los que hemos mencionado, y también el personal técnico de las fuerzas de seguridad, Ejército, Policía, Gendarmería, etc.; finalmente, cabe destacar que es otro acierto de la obra que se expliquen en ella bases matemáticas para la perfecta y fácil comprensión para el hombre de derecho, no familiarizado con estos conocimientos.

En definitiva, el libro sobre el cual Locles me ha pedido unas palabras hace cómodo este trabajo, dada su excelencia, su utilidad y, congruente con esto último, el vacío que viene a llenar.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN A LA SEGUNDA EDICIÓN	7
PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN.....	11
INTRODUCCIÓN A LA PRIMERA EDICIÓN	19

PRIMERA PARTE BALÍSTICA

CAPÍTULO PRIMERO TRAYECTORIA O BALÍSTICA INTERNA

1. Concepto de balística. Su división en sectores o segmentos	27
2. Trayectoria o balística interna	27
a) El revólver	28
b) La pistola	30

CAPÍTULO II
TRAYECTORIA O BALÍSTICA EXTERNA

1. Concepto	37
2. Semántica técnica y elementos en juego	38
a) Disparo “a boca de jarro”	38
b) Disparo “a quemarropa”	38
c) Tatuaje	38
1. Tatuaje propiamente dicho.....	38
2. Tatuaje falso, pseudo tatuaje o ahumamiento ...	39
I. Quemadura.....	39
II. Granos de pólvora.....	39
III. Anillo de Fisch.....	40
i) El halo de enjugamiento	40
ii) El halo de contusión	40
— Opinión del doctor Bonnet	41
— Opinión del profesor Avelino V. Do Pico	41
— Consideraciones del autor.....	41
3. Orificio de entrada del proyectil.....	56
a) Determinación de la superficie del culote del proyectil.....	58
b) Datos básicos del tipo de munición más usada.....	69
c) Consideraciones generales a tener en cuenta.....	73
d) Análisis de informes de autopsias de causas juzgadas	80
e) El rebote.....	86
f) Consideraciones de otros autores	92
g) La piel.....	100
1. Características de la piel	100
2. Líneas de Langer y de Kraissl	101

CAPÍTULO III
TRAYECTORIA O BALISTICA MÉDICO-LEGAL

.....	105
1. Ángulo de incidencia	107
2. Ángulo de penetración.....	108
3. Ángulo de tiro	109
4. Energía cinética	112
5. Velocidad remanente.....	113
6. Fuerza viva	113
7. Efecto de rebote	114
8. Clasificación de la trayectoria médico-legal	114
a) Por su extensión.....	114
1. Completa.....	114
I. Limpia.....	114
II. Quebrada.....	114
i) Quebrada recta	114
ii) Circungirante	115
2. Incompleta	115
I. Recta	115
II. Circungirante	115
III. Migradora	115
b) Por su velocidad.....	116
1. Subsónicos	119
2. Supersónicos	119
9. Confirmación del calibre	121
10. Desviaciones al cambiar la densidad del medio	122
11. El efecto.....	126
12. Los proyectiles no convencionales	130
13. El rebote en la trayectoria médico-legal	131
14. Características del arribo	132

15. Orificio de salida	136
a) Características.....	136
b) Otras características	138
1. Plano de ropa	138
2. Plano corporal.....	138
3. Plano visceral.....	138
4. Campo circundante	138
16. Relación de superficie entre el orificio de salida y el de entrada.....	138
17. Munición no convencional	139
a) Punta blanda	143
b) Punta hueca.....	144
c) Puntas bimetálicas	144
d) Balas macizas de punta hueca	145
e) Balas múltiples "three-in-one"	145
f) Projectiles atípicos	145
g) Balas seccionadas	145
h) Balas invertidas.....	146
i) Balas Dum-Dum.....	146
j) Balas explosivas	146
k) Balas incendiarias	146

CAPÍTULO IV

TRAYECTORIA O BALÍSTICA FINAL

.....	149
1. La importancia de este tramo de trayectoria.....	150
2. Tema importante	152

SEGUNDA PARTE FUNDAMENTOS BALÍSTICOS

CAPÍTULO V TESTIGOS Y ACCIÓN DEL PERITO BALÍSTICO

.....	157
-------	-----

CAPÍTULO VI MÉTODO POR DESCARTE

1. Introducción.....	167
2. Método por descarte	170
a) Análisis de la víctima	170
b) Descarte	172

CAPÍTULO VII RIGIDEZ Y ESPASMO CADAVERÍCO

.....	175
Los estados anímicos	177
a) Inconsciencia	177
b) Contraataque.....	178
c) Defensa activa.....	178
d) Defensa pasiva.....	178

CAPÍTULO VIII
DATOS DE AUTOPSIA NECESARIOS
AL PERITO BALÍSTICO

.....	179
-------	-----

TERCERA PARTE
PERICIA, CAUSA Y SENTENCIA

Resumen de los hechos.....	187
Presentación informe pericial balístico ante la Excelentísima Cámara de Apelación en lo Criminal y Correccional, Sala I	199
Complementario 1. Ampliación de las conclusiones del dictamen pericial.....	261
Complementario 2. Disentir sobre pericia balística n° 1326/90	267
Causa n° 16.084, Sala I, “Ola, Juan Ernesto y otros s/cuádruple homicidio”; juicio oral	269
Sentencia.....	288

APÉNDICE

I. Apoyo de las ciencias exactas	293
II. Física.....	295
III. Matemáticas.....	365
 GLOSARIO BALÍSTICO-PERICIAL.....	 395
BIBLIOGRAFÍA	413

INTRODUCCIÓN A LA PRIMERA EDICIÓN

La finalidad que se persigue con la publicación de este libro, es la de efectuar una *clara diferenciación* de la filosofía que se aplica en los conceptos básicos de los que podríamos llamar dos clases de investigaciones en los estudios balísticos: la que nosotros denominaremos *balística magistral*, y la *balística aplicada*.

La balística magistral consiste en el estudio e investigación de los fenómenos balísticos, partiendo de principios generales ~~que tornan ambíguas las conclusiones.~~

Para su mejor explicación nos remontaremos a los orígenes de las ciencias.

Las primitivas obras sobre ciencias exactas datan de la civilización griega. Las primeras referencias comienzan con Pitágoras, aproximadamente entre los años 580 a 520 antes de la era cristiana, pero de este científico no existen obras escritas, ya que todos sus principios fueron transmitidos por sus discípulos. A tal punto se llega, que algunos autores afirman que el famoso teorema de Pitágoras, base de muchos principios matemáticos, no fue desarrollado por él, sino por algunos de sus discípulos.

Recién en los años 350 antes de la era cristiana, fue Aristóteles, discípulo de Platón y Arquímedes, quien dejó escritas sus obras, experiencias y análisis. Este sabio, prototipo de la época, era filósofo (amante de la sabiduría); desarrolló las ciencias matemáticas, físicas, astronómicas, la filosofía propiamente dicha y fue instructor de estrategia (uno de sus discípulos en esta especialidad fue Alejandro El Grande).

¿Cuál era el concepto de los griegos? Ellos consideraban ciencia todo lo que se pudiera razonar, no haciendo una marcada diferenciación entre la filosofía y la física; por lo tanto, muchas de las leyes que enunciaban eran más bien producto de la filosofía del razonamiento, que de realidades concretas. Por lo tanto, la definición de ciencia (que incluía a las exactas) en aquel momento, era: *todo aquello que puede ser razonado*.

Recién al comienzo del siglo XVII, con la aparición de Galileo, se inició la era de las ciencias exactas modernas; seguido por algunos de sus discípulos, como Torricelli, Pascal y otros científicos, como Meyer, Guericke, y Newton, determinaron que las ciencias exactas se basan en las que se demuestran por intermedio de mediciones, como la física, la matemática, la química, la astronomía, etc., dejando de lado la filosofía, la zoología, la botánica, etc., y de aquí surge un principio que se mantiene hasta nuestros días, como que la suma del *razonamiento y la experiencia* forman las leyes que rigen a las ciencias exactas. Como se puede observar, agregan un elemento primordial: la experiencia.

Con este somero repaso del concepto de las ciencias exactas, podemos explicar dónde está la diferencia entre la *balística magistral* y la *balística aplicada*.

La balística magistral se basa en la filosofía de los principios balísticos, es amplia, no es determinante, es abarcativa, los márgenes de posibilidades son muy amplios. Por lo tanto, las conclusiones son también dispares; es tan factible una cosa como la opuesta, crea inseguridad y a lo sumo, las conclusiones

pueden ser consideradas como un elemento de consulta y no como una certeza de lo ocurrido.

Sobre este particular queremos hacer un llamado de atención, porque de la mala aplicación de la semántica técnica, así como también de la redacción defectuosa de las conclusiones, pueden surgir consecuencias graves en el resultado final de una sentencia, ya que sin quererlo, ello puede influir en los magistrados que tienen la responsabilidad de dictar esas sentencias. Para la mejor comprensión de lo expuesto nos remitiremos a un ejemplo: se pide la peritación de una bala, para saber si fue disparada por una determinada arma, que se secuestra en un procedimiento; el informe dice: “pudo haber sido disparada por esa arma”, es lo mismo decir: “pudo no haber sido disparada por esa arma”, o también: “pudo haber sido disparada por cualquier arma incluida la secuestrada”. En conclusión, lo que realmente significa es que *no se puede determinar que haya sido disparada por el arma mencionada*, es decir que el peritaje resulta ser negativo. No escapará a la suspicacia del lector, que el primer informe puede influir en el magistrado, haciéndole creer que la bala, *sí fue disparada por el arma secuestrada*. Éste es un claro ejemplo de la ambigüedad a que hacemos referencia en cuanto a la balística magistral.

En honor a la verdad, a veces la ambigüedad de los informes en las pericias balísticas, no es sólo error de concepto del perito balístico, ya que el mismo está concretamente expresado en el Código de Procedimiento Penal de la provincia de Buenos Aires, en el capítulo *Mérito de la prueba*, art. 255: “*La fuerza probatoria del dictamen pericial, será estimada por el juez, teniendo en consideración la competencia de los peritos, los principios científicos en que se funda, las concordancias de sus conclusiones con las leyes de la ‘sana lógica’, y las demás pruebas y elementos de convicción que el proceso ofrezca*”.

Si bien hace mención de los principios científicos, aclara que sus conclusiones deben concordar con la *sana lógica*, es decir con los principios que sustentaban los griegos, la filoso-

fía, el razonamiento, cuando en realidad se debería basar en los principios romanos, es decir: el *razonamiento*, la *experiencia* y las *mediciones*.

Por el contrario, en la balística aplicada se analiza e investiga más profundamente el caso que nos compete.

Se basa en los conceptos de ciencias exactas que se desarrollaron en el siglo XVII, es decir, llegamos a una conclusión mediante el *razonamiento*, la *experiencia* y las *mediciones*.

Uno de los aportes que intentamos hacer en este libro, para llegar a eso, es el desarrollo del *método por descarte*. Si bien se exponen unos pocos ejemplos, la idea es significar que de la amplia gama de posibilidades que nos daría un hecho, debemos ir descartando la mayor cantidad de posibilidades mediante distintos procedimientos y basándonos en la mayor cantidad de datos posibles, aunque algunas veces esos datos parezcan intrascendentes. Todo es válido: el clima, la visibilidad, la posición del sol, la magnitud de la luz del lugar del hecho, si es de día o de noche, la distancia real de los testigos, el ángulo de observación, etcétera.

Antes de pasar a la segunda parte de esta introducción, debemos aclarar que las técnicas, bases matemáticas y físicas que en este libro se analizan y desarrollan, pueden ser utilizadas no sólo en el estudio de las balas que son disparadas por armas de fuego, sino también a los efectos y consecuencias de cualquier tipo de proyectil, disparado por cualquier tipo de aparato o arrojado por el hombre. Entre los primeros se pueden considerar las piedras o cuerpos duros disparados por hondas, catapultas, tensores, maderas flexibles, etc., y entre los segundos, lanzas, caños, cuchillos, piedras, pedazos de metal, etc., arrojados con las manos o los pies.

Consideramos como proyectil cualquier cuerpo duro que es lanzado y puede causar daños menores o mayores en un cuerpo vivo. Por supuesto que los más comunes son las balas disparadas por armas de fuego, pero debemos tener en cuenta que no son los únicos.

Aclarado el objetivo que motivó la publicación de este libro, deseamos agradecer a muchas personas, responsables morales de esta obra: al doctor Edelberto Oscar Vignone, que nos convocó para realizar el primer peritaje donde se desarrolló este método, en el caso "Scasserra"; el niño muerto en la cancha de Independiente.

Al doctor Luis Alberto Grisóla, quien como abogado defensor de cuatro policías acusados de cuádruple homicidio, confió en nosotros, con quien trabajando en conjunto, desarrollamos con mayor profundidad este método y realizamos múltiples experimentaciones, para la presentación en el juicio oral realizado en el Departamento Judicial de San Martín, donde se obtuvo la absolución de los cuatro procesados.

Al doctor (médico) Marcelo Jorge Locles (mi hijo), quien aportó trabajos médicos, textos y su experiencia en todo lo relativo a la medicina legal y a la anatomía.

Al doctor (médico), Marcelo Ferro, especialista en piel, el cual proporcionara trabajos sobre el comportamiento de la piel en los casos de orificios de proyectiles de arma de fuego.

A los peritos de la Gendarmería Nacional Argentina, comandante principal José Luis Artinian, y comandante Ricardo Alberto Bringas, profundos conocedores del arte pericial.

Muy especialmente, al fiscal de Cámara del Departamento Judicial de San Martín, doctor Luis María Chichizola, quien con su profesionalismo y dedicación casi obsesiva, para demostrar la culpabilidad de los cuatro procesados, hizo que durante más de dos años desarrolláramos métodos nuevos y revisáramos una y cien veces cada experiencia, cálculo y demostración de los hechos, trabajo que en gran parte dio motivo a la publicación de este libro.

Finalmente, nuestro agradecimiento a los miembros del Honorable Tribunal de la Excelentísima Cámara de Apelación en lo Criminal y Correccional, Sala 1, del Departamento Judicial de San Martín, doctores, Carlos Julio Hermelo, Ernesto García Maañón y Julián José Feito, quienes haciendo gala de sus pro-

fundos conocimientos jurídicos y del pleno espíritu de justicia que debe acompañar a quienes tienen la responsabilidad de administrar justicia, no se dejaron condicionar por las presiones que esta causa produjo y no escatimaron esfuerzos para llegar a la verdad, siendo un elemento útil, los trabajos periciales presentados por la defensa.

EL AUTOR

Buenos Aires, agosto de 1992

PRIMERA PARTE
BALÍSTICA

CAPÍTULO PRIMERO

TRAYECTORIA O BALÍSTICA INTERNA

1. CONCEPTO DE BALÍSTICA. SU DIVISIÓN EN SECTORES O SEGMENTOS

Entendemos por *balística* el estudio de las causas y efectos del proyectil, en su *trayectoria* desde la boca de carga del arma de fuego hasta el final de la misma.

Según veremos en el presente capítulo, así como también en los sucesivos que conforman esta primera parte de la obra, podemos dividir la *balística* en cuatro sectores o segmentos, a saber: *a)* trayectoria o balística interna; *b)* trayectoria o balística externa; *c)* trayectoria o balística médico-legal, y *d)* trayectoria o balística final.

2. TRAYECTORIA O BALÍSTICA INTERNA

La *trayectoria o balística interna* está constituida por el segmento de trayectoria dentro del ánima del cañón del arma

de fuego, desde la boca de carga hasta la boca de fuego. El paso previo lo vamos a detallar, ya no como necesidad del estudio balístico, sino para conectar el proceso en general que hace al disparo del proyectil, hasta el inicio de los tramos necesarios para analizar los estudios balísticos propiamente dichos. En este aspecto clasificaremos las armas de acuerdo con el sistema de carga que poseen. Por un lado los revólveres, las escopetas o pistolones de tiro individual y por otro las armas semiautomáticas o automáticas: pistolas, pistolas ametralladoras, fusiles, carabinas y fusiles ametralladoras.

a) *El revólver.*— Es un arma corta, de puño, diseñada para su empleo con una sola mano y por una sola persona. Sumamente útil en el combate a corta distancia. Es conocida en el mundo entero y resulta apta para las fuerzas policiales y de seguridad, en especial en nuestro país, en los destacamentos de campaña. Los modelos son numerosos, al igual que las marcas, calibres, largos de cañón, etc., pero el funcionamiento es básicamente común para todos. Es un arma de repetición, denominada de esta manera porque es necesario repetir manualmente la misma operación para cada disparo. Los más comunes son los calibres 22, 32 y 38, y dentro de ellos los cortos y los largos; en el 38 está también el especial. Estas últimas clasificaciones se refieren a la munición, ya que también las hay de distintos tipos, pero los más comunes son los que utilizan bala de plomo. Técnicamente son consideradas armas de uso civil y su permiso de tenencia lo otorga la policía. Aclaremos que decimos que estos calibres son los más comunes, pero no los únicos, ya que los hay mayores.

Este tipo de arma tiene un almacenamiento de la munición distinto al resto de las armas más comunes o convencionales, ya que cuenta con un tambor de distinta cantidad de alvéolos o cavidades, para colocar la munición, 5, 6, 8, 10, etc. Cuanto menor es el calibre, mayor cantidad de alvéolos tiene el tambor.

Se carga introduciendo uno a uno los proyectiles, en los alvéolos, ya sea *volcando el tambor* o articulando la empuñadura del resto del arma, en este caso conocida con el nombre lunfardo de *lechucero*.

Para accionar el mecanismo y producir el disparo se hace presión sobre la cola del disparador y se pone en movimiento el mecanismo interno que hace accionar el martillo. Los revólveres antiguos tienen en una sola pieza el martillo y la púa percutora; en los más modernos, el martillo está separado de la púa percutora. Cuando se acciona, el martillo se desplaza hacia atrás, vuelve libre con fuerza y golpea en la púa, la que a su vez percute sobre el fulminante de la munición. El fulminante se enciende y el fluido de calor —superior a los 2000 grados— pasa por los dos oídos que tiene el cartucho en su parte posterior, separando la pólvora del fulminante y encendiendo la primera, que es la carga de propulsión (puede ser negra o blanca); al encenderse, ésta produce gases que presionan sobre la parte posterior de la bala, que vence la resistencia de encastre con la vaina (esa zona se llama *gollete*) y empuja el proyectil a través del cañón.

Este proceso se debe repetir para cada disparo y finaliza cuando se agota la carga de cartuchos. Es de suma rapidez, pero debido a la tensión que la fuerza física empleada transmite al brazo del tirador, varía la puntería.

Para evitar el efecto descrito en el párrafo anterior, resulta necesario operar de la siguiente manera: mediante el dedo pulgar de la mano que empuña el arma, se lleva el martillo hacia atrás, para que quede en su máximo recorrido, retenido por el fiador. Simultáneamente, también el disparador se desplazó hacia atrás y el cilindro giró, ubicando un cartucho frente a la embocadura del cañón. Una muy leve presión sobre el disparador bastará para liberar el martillo, ocurriendo el disparo, pero previamente el tirador habrá apuntado correctamente. La falta de una presión muy acentuada permite una mejor puntería y precisión en el disparo, aunque ello reduce notablemente la

velocidad de éste. En síntesis, cada tirador —según las circunstancias— optará por el sistema que le resulte más adecuado.

La descarga se efectuará abriendo el tambor, que se volcará sobre su eje a la izquierda o derecha, según el diseño, y se ejercerá presión sobre el extremo del referido eje, haciendo que a su vez desplace hacia atrás el extractor, que en forma de *estrella* sacará cada vaina servida del alvéolo. Si el cañón se ubica hacia arriba, el tambor se halla bien abierto y la presión sobre el eje es la correcta, las vainas saldrán rápidamente. Este proceso de extracción se produce en forma automática en los revólveres de sistema de apertura bascular, aunque es importante consignar que como el cierre del arma en estos casos se produce en el ángulo superior trasero de la armadura, los diseños modernos lo van descartando.

La parte interna del cañón se denomina ánima, y son semejantes en los revólveres y en las pistolas (sobre este tema ampliaremos cuando analicemos los fenómenos dentro del ánima del cañón).

b) *La pistola.*— Nos referiremos a la más común en la actualidad, que además es de uso oficial, para las Fuerzas Armadas y de Seguridad, es la pistola Browning FM calibre 9 mm, Parabellum, de gran potencia. En la parte mecánica es similar a la que no hace mucho tiempo fue la más común, la pistola Colt o Ballester Molina 11,25 mm, conocida también como la 45. Ambos modelos (Colt y Browning), fueron inspirados y diseñados por el armero norteamericano John Browning, en el año 1923.

Para quienes no distinguen un revólver de una pistola, es conveniente aclarar que la diferencia no es sólo de formato, sino también de funcionamiento, carga, extracción, etc., como asimismo de eficacia y potencia de disparo, rapidez, alcance y efectividad.

La munición es diferente no sólo en el calibre; generalmente se usa proyectil encamisado. Dicho proyectil tiene características especiales que se detallarán cuando en su momento desarrollaremos el tema *datos básicos de municiones más usadas*.

El almacenamiento de los proyectiles se realiza introduciendo el cargador en el almacén cargador, que se encuentra en la empuñadura del arma y tiene capacidad para 13 proyectiles, a los que sumado el que se puede colocar en la recámara, harían un total disponible de 14 proyectiles para disparar antes de tener que reponer un nuevo cargador.

Su sistema de funcionamiento se conoce como *de corto recorrido o retroceso del cañón*.

Si la operación de armado o carga se ejecutó como corresponde, la pistola podrá ser disparada por simple presión sobre la cola del disparador. Desde el punto de vista mecánico, las piezas que componen el sistema de disparo actúan de la siguiente manera:

1) Con la primera falange de su dedo índice, el tirador presiona la cola del disparador, el que comienza a girar sobre su propio eje. La palanca del disparador, al estar colocado el cargador, se desplaza hacia atrás y se eleva hasta entrar en contacto con el extremo anterior de la palanca del fiador.

2) La palanca del fiador ejecuta un movimiento de balanceo, se eleva en su extremo anterior y desciende en su extremo posterior, donde posee un resalte, que entra en contacto con otro resalte del fiador y lo desplaza sobre su eje, hacia abajo, haciéndole zafar de la primera muesca del martillo.

3) El martillo, por la fuerza de su resorte, golpea violentamente en la parte trasera del percutor, que está dentro del hueco del macizo central, y venciendo la resistencia del resorte lo desplaza hacia adelante para que impacte con fuerza contra la cápsula fulminante del cartucho.

4) La carga fulminante, a una velocidad infinitesimal, se incendia, y a través de los oídos del cartucho, incendia la carga de pólvora, la que instantáneamente comienza a producir gases

de un enorme volumen y gran energía que se expanden en todas direcciones. Siendo la unión del proyectil con el cartucho (*gollete*) la parte más débil (tiene una fuerza de apretado de 10 a 40 kg), los gases, presionando sobre el culote de la bala, la impulsan a gran velocidad y con gran fuerza hacia el interior del cañón. El proyectil es ligeramente superior en calibre al del ánima del cañón, lo que motiva que su paso sea forzado, y por efecto del estriado adquiere un movimiento de rotación sobre su eje longitudinal, que lo acompañará durante toda la trayectoria. La pólvora continúa quemándose y acompaña al proyectil hasta que el mismo abandona el cañón, luego, cuando entra en contacto con la atmósfera, provoca el clásico estampido y una lengua de fuego. Si un disparo se efectúa a corta distancia, parte de esos gases y la materia sin quemar que arrastran consigo, se agrupan en torno al punto de impacto, detalle esencial para la ciencia criminalística (es el llamado anillo de Fisch, tatuaje, ahumamiento, etc.) que se analizará por separado.

5) Parte de los gases ejerce también presión sobre el culote del cartucho, originando con ello que se venza la resistencia del resorte recuperador, y la corredera se desplace hacia atrás; al hacerlo, el extractor que está fijado en ella arrastra la vaina servida,

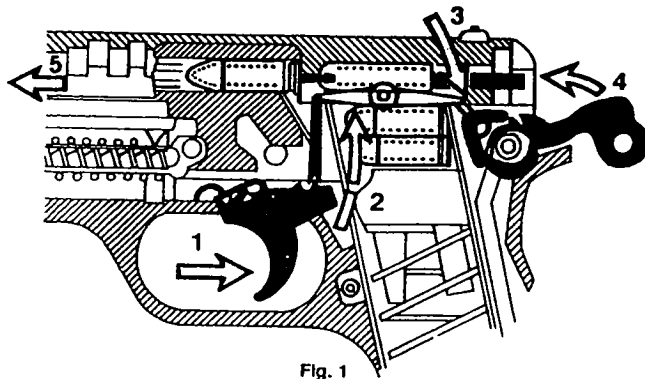


Fig. 1

que a medio camino golpea con el culote contra el eyector y sale al exterior por la ventana de expulsión. La corredera ha completado el recorrido hacia atrás y por la presión del resorte recuperador, regresa a su lugar, habiendo previamente montado el martillo y ubicado un nuevo cartucho en la recámara (*ver fig. 1*).

Cuando el proyectil penetra en el cañón del arma, lo recorre y sale del mismo, ya dijimos que el ánima le da al proyectil una rotación longitudinal a su eje; ese efecto hace que el mismo tenga mayor alcance y precisión, así como también mayor velocidad desde la boca del arma, acrecentando la energía cinética. Queremos recordar que la fórmula de la energía cinética (E_c), es igual a la masa, por la velocidad al cuadrado, sobre dos

$$E_c = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

¿Qué es el ánima del cañón? La parte interna del cañón, llamado también *tubo*, que en su parte posterior lleva adherida la recámara y toda la pieza en su conjunto está construida de un material sumamente resistente, el acero-vanadio, siendo su largo de 118 mm, y su calibre de 9 mm. *Parabellum*, lleva un estriado helicoidal llamado *ánima*.

Este estriado, cuya finalidad ya hemos detallado, tiene un giro hacia la derecha de seis rayas con paso de estría de 250 mm y cuenta con un número de seis estrías.

El calibre se mide de la siguiente manera: a) De la munición: es la medida del diámetro, tomado en la parte más ancha del proyectil. b) Del arma: se obtiene midiendo la distancia entre los campos del macizo opuestos entre sí, como lo ilustra el gráfico (*ver fig. 2*).

Podemos decir que a partir de este tramo comienza el estudio balístico propiamente dicho, ya que de acuerdo con la impresión que se fija en el proyectil, en su paso por el ánima, se puede identificar el arma que disparó un determinado proyectil.

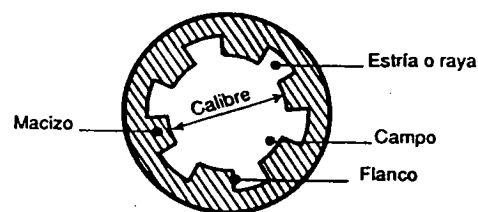


Fig. 2

Las estrías del ánima vendrían a ser las impresiones digitales del arma. Generalmente motivados por la construcción, el desgaste, los accidentes que se pudieron producir por el uso, etc., cada arma tiene rasgos particulares. Para determinar si un proyectil fue disparado por esa arma, se debe hacer un disparo testigo, luego se toman los dos proyectiles y se comparan con la ayuda del microscopio (especial para estos casos), y se determina la igualdad de rasgos, es decir se lo identifica.

Otro de los hechos importantes que se producen en el ánima del cañón, es el de que al salir el proyectil arrastra los residuos que hubieran en él. Generalmente la bala tiene adherida suciedad, desde que está en el cargador, compuesta de tierra, aceite, grasa del almacenamiento, etc.; cuando penetra en el almacén cargador, se le adhiere aceite y lubrilina, y/o lubricantes que se colocan en las correderas, motivado todo ello por la limpieza y conservación del arma. Cuando pasa por el ánima del cañón, también se le adhiere la suciedad de esa parte del arma, los restos de pólvora del disparo anterior y los que produce el propio disparo, que generalmente se adhieren en el culote de la bala; todo eso acompaña al proyectil en su recorrido de la trayectoria externa.

Al comenzar a tratar este tema nos hemos referido a la pistola Browning 9 mm, pero tenemos que tener en cuenta que existen otros modelos y otras marcas de distintas fábricas del mundo, como la Colt 45, Ballester Molina, que es idéntica a la anterior (Colt), a excepción de que esta última no tiene seguro

de empuñadura, la Luger, la Bersa, etc., pero todas ellas tienen en común similares sistemas de funcionamiento. Por eso podemos decir que este tipo de armas funcionan conforme a la siguiente operación:

El cartucho, ya ubicado en el interior de la recámara del cañón, resulta prendido en la pestaña del culote por la uña del extractor. La aguja percutora, al ser liberado el martillo por la acción de la cola del disparador sobre el fiador, por el impulso que recibe, golpea fuertemente en la cápsula fulminante produciéndose en forma instantánea un proceso de ignición de la pólvora contenida entre el culote y el proyectil. Esta reacción química libera gases con altísima presión y calor.

La construcción de la recámara, debidamente reforzada, sólo permite a los gases dos puntos de salida o expansión: hacia adelante, donde encuentran menor resistencia y empujan el proyectil con enorme fuerza, y hacia atrás, en escala mucho más reducida aunque con la potencia suficiente para accionar la corredera, venciendo la resistencia del resorte recuperador. La uña extractora acompaña el retroceso de la corredera y saca la vaina servida de la recámara, que en el trayecto golpea contra el eyector, saliendo despedida al exterior por la abertura llamada *ventana de eyección*. Al retroceder la corredera ha montado el martillo percutor y por acción del resorte recuperador inicia su recorrido hacia adelante, levanta el primer cartucho que desprende del almacén cargador, lo desliza por la rampa de carga y lo ubica en la recámara, donde queda retenido con firmeza por el espaldar o muralla de contención, que es la parte anterior del macizo central. Tiene una cavidad de diámetro ligeramente superior al culote del cartucho, que sobresale de la recámara, y en el centro, un orificio denominado oído por el que acciona la aguja percutora. También ha actuado la uña del extractor, que adhiere el cartucho en el reborde. El arma se halla entonces armada y lista para un nuevo disparo. Este ciclo se repite tantas veces como cartuchos haya en el cargador.

Las pistolas que no tienen martillo interior o exterior, como

por ejemplo la Luger, son armadas cuando el resorte de la aguja percutora es puesto en tensión por el recorrido de la corredera y con el cartucho en la recámara, listas para disparar. Esta tensión resulta perjudicial para la vida útil del aludido resorte. Las pistolas con martillo exterior como la Colt 11,25, Ballester Molina 11,25, Browning o similares, ofrecen la alternativa de ubicarlo en una posición intermedia, con retención de una primera muesca, debiendo para disparar llevarse previamente el martillo hasta su máxima posición hacia atrás.

Por lo general esta posición del martillo se denomina del *primer descanso*, y puede resultar de mucha utilidad cuando la entrada en combate es inmediata, o durante el mismo, siendo a la vez conveniente para asegurarse de la imposibilidad de un disparo accidental por caída del arma o cualquier otra causa.

Destacamos que actualmente la tendencia es producir pistolas de doble acción, las que teniendo colocado un cartucho en la recámara y bajo el martillo, en posición de reposo, se pueden accionar oprimiendo la cola del disparador, como si se tratara de un revólver. Producido el primer disparo, el arma queda habilitada para continuar disparando normalmente.

No hacemos referencia en este estudio a las armas de cañón liso (sin estrías), como por ejemplo las escopetas o pistolones, que generalmente se cargan con cartuchos, porque a ellas se les debe aplicar otro tipo de estudio balístico.

CAPÍTULO II

TRAYECTORIA O BALÍSTICA EXTERNA

1. CONCEPTO

La trayectoria a que nos hemos de abocar en el presente capítulo y que da título al mismo (*trayectoria o balística externa*) está constituida por el segmento de trayectoria que media entre la boca de fuego y el orificio de entrada del proyectil (OE).

Si bien es cierto que este orificio puede ser hecho sobre un cuerpo animado o sobre un objeto, nos dedicaremos al estudio del mismo (consecuencia del impacto de la bala) sobre un cuerpo humano.

Dicho segmento de trayectoria se analizará contemplando su primera parte, entendiendo por tal un recorrido no mayor de 50 cm desde la boca del arma, ya que es éste el indicado para que queden rastros testigos que permitirán determinar la distancia a partir de la cual se efectuó el disparo.

2. SEMÁNTICA TÉCNICA Y ELEMENTOS EN JUEGO

Debemos recordar en primer lugar la semántica técnica a aplicar y los elementos necesarios que entran en juego en este tramo.

a) *Disparo "a boca de jarro"*.— Se entiende por tal el disparo efectuado con la boca del arma aplicada contra el cuerpo de la víctima, en contacto con la piel de la misma.

b) *Disparo "a quemarropa"*.— Para que quepa utilizar esta denominación el disparo deberá ser efectuado dentro de la distancia que para cada arma y carga del proyectil ocasiona quemaduras del plano de ropa o corporal. Esta distancia es de aproximadamente 5 cm para pistolas cuya munición esté cargada con pólvora blanca y un poco más si la pólvora es negra.

c) *Tatuaje*.— El tatuaje es producido por la deflagración completa o incompleta de la pólvora, y caben con respecto a él las siguientes clasificaciones:

1. *Tatuaje propiamente dicho*. Éste está compuesto por la quemadura, chamuscamiento o fogonazo, y el grano de pólvora. El mismo no desaparece por el lavado. Sobre este tema recordemos lo que dice el doctor Raffo al respecto: "El tatuaje es causado por la incrustación en la piel de los granos de pólvora incandescente que, proyectados con violencia, la penetran y se alojan en ella. Por eso no desaparece jamás al lavado con agua, por el contrario, la *toilette* de la zona, eliminada la sangre coagulada, refuerza su evidencia; tampoco se borra por los líquidos fijadores usados en los museos para conservar piezas anatómicas; resiste a la putrefacción y su presencia es de-

mostrable microscópicamente mientras exista piel para periciar. Los gránulos de pólvora se pueden alojar no sólo en la epidermis, sino también en la dermis”.

2. *Tatuaje falso, pseudo tatuaje o ahumamiento.* Desaparece con el lavado. Salidos al mismo tiempo, proyectil, grano de pólvora y fogonazo, el humo producido por la pólvora al deflagrar se dispone alrededor del orificio de entrada, caracterizándolo juntamente con los restantes elementos. La distancia de producción es de aproximadamente 30 cm en pistola y de 25 cm en revólver *.

Seguidamente definimos algunos componentes enunciados precedentemente:

I. *Quemadura:* Se produce en los disparos *a boca de jarro* y *a quemarropa*. La lesión es una quemadura de primer grado, siendo más amplia la producida con pólvora negra, que la que ocasiona la pólvora blanca. La distancia de producción es aproximadamente de 5 cm para pistola y de 15 cm para revólver *.

II. *Granos de pólvora:* Forman con la quemadura, el tatuaje propiamente dicho, que resulta de las partículas de pólvora que no deflagraron, es decir que no entraron en combustión y que al salir juntamente con el proyectil y los gases, se alojaron en la epidermis y en la dermis. Se disponen en superficie, de acuerdo con la distancia a que fue efectuado el disparo, para pistola hasta 35 cm de distancia, y en revólver hasta 70 cm, como máximo *.

Con respecto a las distancias que pueden determinar estos fenómenos producidos en la piel o ropa de la víctima, diremos que las mismas son relativas. Para mayor certeza se deben efectuar comparaciones con el o las armas cuestionadas, estableciendo para cada arma y tipo de munición utilizada, la prue-

* Todas las distancias están sujetas a modificaciones de acuerdo con el tipo de proyectil y el largo del cañón del arma de fuego utilizada.

ba testigo, consistente en disparar sobre papel secante blanco desde diferentes distancias y observar a cuál de ellas corresponde el fenómeno descrito precedentemente. Toda otra conjetura al respecto no puede tener la certeza necesaria como prueba formal de un hecho.

III. *Anillo de Fisch*: Lo componen el halo de enjugamiento o anillo de Chavigny y el halo de contusión o anillo de Thoinot.

No se debe confundir el halo de contusión con el halo equimótico.

i) *El halo de enjugamiento*: Al salir del cañón, el proyectil lo hace arrastrando consigo las partículas de grasa y aceite que existen en el interior de aquél (provenientes de su limpieza y conservación), así como partículas de tierra o polvo, que por la acción del tiempo y de la falta de uso pueden haber penetrado en su interior, y la suciedad propia de la munición, que se acumula en los lugares de almacenamiento.

Cuando el proyectil atraviesa la piel, estas impurezas quedan en su parte exterior, formando un anillo.

ii) *El halo de contusión*: El proyectil que atraviesa la piel, al margen de dar lugar al fenómeno descrito en el párrafo anterior, también produce una acción contusa, que al igual que la anterior tiene forma de anillo sobre el orificio de entrada del proyectil.

Esta doble circunstancia, acción contusa por un lado e impurezas por el otro, se producen alrededor del orificio y por exclusiva acción del proyectil (la pólvora no interviene para nada en estos fenómenos). Dos zonas que, superpuestas en parte, de uno a dos milímetros de ancho, constituyen el anillo de Fisch; exclusivo de los orificios de entrada (OE). Éste es un dato muy importante para tener en cuenta cuando existen dudas sobre cuál es el orificio de entrada y cuál el de salida (OS).

Otro dato de importancia que nos aporta este fenómeno, es el de que el anillo de Fisch se produce exclusivamente en los

cuerpos vivos, es decir *pre-mortem*. Es otra forma de determinar si la herida fue hecha antes o después de la muerte de la víctima.

Sobre la importancia del anillo de Fisch, existen muchas apreciaciones de autores en la materia; recordemos algunas de ellas.

— *Opinión del doctor Bonnet*: “Debe saberse que el anillo de Fisch, expresión exclusiva del orificio de entrada, cualquiera que sea la distancia a que ha sido efectuado el disparo, puede presentarse incompleto o mismo faltar. Se presentará incompleto, a expensas del anillo de enjugamiento, si el interior del cañón del arma hubiera sido limpiado minuciosamente y el proyectil no hubiera arrastrado ninguna partícula. Se presentará incompleto a expensas de la ausencia del anillo de contusión, cuando el disparo ha sido efectuado *post-mortem*, desde el momento que no habrá contusión, es decir sin lesión vital de este tipo. Podría faltar finalmente cuando se den las dos posibilidades anteriores (disparo *post-mortem*, con un arma cuyo cañón ha sido limpiado a fondo)”.

— *Opinión del profesor Avelino V. Do Pico*: “La forma del halo de contusión o halo de Fisch, depende del ángulo de incidencia, o sea el ángulo que forma el trayecto del proyectil, con la perpendicular del lugar. Cuanto mayor sea este ángulo, mayor y más ovalado será el orificio de penetración. Los dos componentes de este halo, el de enjugamiento o interno (dado por la suciedad del cañón o del proyectil) y el halo externo o el contuso erosivo, nunca lo hemos podido observar en las múltiples autopsias realizadas, por cuanto el coágulo sanguíneo que se forma, oculta el primero, pero sí lo hemos observado en blancos sobre cartones o en cadáveres de animales”.

— *Consideraciones del autor*: En primer lugar es necesario aclarar y unificar criterios sobre el tema. Los autores consultados no definen con claridad o se contradicen, en algunos casos, con respecto al concepto y existencia del anillo de Fisch.

Podemos dar por válido que el anillo de Fisch está formado, indefectiblemente, por los halos de enjugamiento y de contusión; si falta alguno de ellos no sería anillo de Fisch; es decir que si falta el halo de enjugamiento sólo sería halo de contusión, o viceversa, si falta el halo de contusión sólo sería halo de enjugamiento. De esta manera entonces, nos encontramos en condiciones de enunciar el principio de que el anillo de Fisch se encuentra en los orificios de entrada y en los cuerpos que al recibir el impacto estaban con vida.

La ausencia en algunos de ellos se puede dar por varios motivos, que en cada caso se detallarán y no sólo por los fundamentos expuestos por los autores citados precedentemente; como un anticipo de lo que se desarrollará posteriormente, podemos aclarar que en un juicio oral, que se analizará a continuación, tuvo mucha influencia para la sentencia, la clarificación y los efectos de los halos; y cuando desarrollemos el *rebote*, demostraremos que puede haber halo de contusión sin halo de enjugamiento.

En relación con los halos podemos afirmar que el halo de contusión se observa cuando el disparo se efectuó *pre-mortem*, en cambio el halo de enjugamiento se puede dar en cualquier circunstancia. Por eso sería una incoherencia, decir que hay anillo de Fisch si no hay halo de contusión, ya que los dos se dan en los casos *pre-mortem*.

En la causa penal 16.084 de la Excelentísima Cámara de Apelaciones en lo Criminal y Correccional, Sala 1, de los tribunales de San Martín, provincia de Buenos Aires, juicio oral, y como ya lo anticipáramos, este tema del halo de enjugamiento cobró mucha importancia para la determinación de la sentencia correspondiente.

Se tuvo en cuenta un concepto básico presentado por el perito balístico de la defensa: cuando un proyectil en su trayectoria produce dos o más orificios de entrada (OE secundarios) el halo de enjugamiento sólo se presenta en el primer OE, en los otros, sólo cuando el proyectil arrastre sedimento del cuerpo

que atraviesa en ese momento, si es que le queda sedimento, y en ese caso muy particular, se presenta de la siguiente manera:

La hipótesis es la de que un proyectil entra en el cuerpo de la víctima, sale y luego perfora el asiento del vehículo que manejaba dicha víctima; se encuentra en el OE del asiento, halo de enjugamiento, producido por suciedad del proyectil.

La posición del perito de parte es que ese proyectil no atravesó el cuerpo de la víctima, fundamentando dicha posición con la siguiente argumentación:

El proyectil, cuando sale de la boca del arma, tiene suciedad adherida a él, compuesta por residuos de lubricantes, aceites, restos de pólvora quemada, etc., que arrastra del cañón del arma (este concepto fue extensamente desarrollado). Cuando impacta sobre una superficie y perfora, esa suciedad la deja en dicha superficie, produciendo el llamado halo de enjugamiento, que juntamente con el halo de contusión, forman el anillo de Fisch. El proyectil, al pasar por un cuerpo humano, al perforar la piel, deja la suciedad en dicha piel (es como si limpiáramos un cuchillo engrasado con un servilleta; la suciedad que queda en dicha servilleta, sería el halo de enjugamiento, y el cuchillo queda limpio); el proyectil, luego de pasar la epidermis, pasa la dermis, capas musculares, órganos, nuevamente la dermis, la epidermis y sale del cuerpo; cada plano que atraviesa dentro del cuerpo humano (son muchísimos) hace de servilleta, quiere decir que al salir pueden ocurrir dos cosas: 1) que el proyectil esté limpio al máximo (pulido), y 2) que haya arrasado sedimento humano (sangre y/o células).

Al perforar el asiento pudieron pasar sólo dos cosas: 1) si el proyectil estaba pulido, no deja halo de enjugamiento, y 2) si tenía restos de sedimento humano, deja un halo de enjugamiento, compuesto por estos sedimentos.

Por lo tanto, si esos orificios tenían halo de enjugamiento (como lo determina el perito original), que no estaba compuesto por sedimentos humanos, no pasó por ninguna parte de los cuerpos de las víctimas.

Este caso es muy particular, pero se puede aplicar el concepto en forma general, ya que un proyectil en su trayectoria puede producir dos o más OE, que se llaman secundarios; por ejemplo: penetra en un miembro (brazo), sale y vuelve a penetrar en el tórax; ese segundo orificio, llamado OE secundario, debe cumplir el mismo principio en relación con el fenómeno del halo de enjugamiento. Otro ejemplo es cuando atraviesa una víctima y luego se incrusta en un asiento, o cuando atraviesa a una víctima y luego penetra en otra víctima, siempre dentro de la misma trayectoria; en todos estos casos se debe cumplir el mismo principio, que sirve para que el perito interprete lo sucedido, sin confusión, porque la no clarificación de esta hipótesis puede desorientar a la justicia, y entraríamos en el terreno de la duda, por lo que la pericia balística no sería un auxiliar eficaz.

En la "IV Jornada Nacional de Criminalística", realizada en la ciudad de Salta, se presentó como tema a debatir —llegándose a un acuerdo unánime— la certeza de la hipótesis desarrollada precedentemente sobre el anillo de Fisch, agregándose que, por lo tanto, si en un OE de un cuerpo inanimado (sillones, asientos de coches, paredes, etc.) se encuentra un halo de enjugamiento compuesto por restos humanos, significa que previamente el proyectil atravesó un cuerpo humano.

Otro aporte que nos da el estudio profundo del anillo de Fisch, es el de que se puede determinar con una aproximación aceptable, el ángulo de incidencia con que penetró el proyectil, de acuerdo con su forma; este dato, comparado con otros que se obtienen por otros métodos, hace que el perito pueda dictaminar con mayor exactitud los datos necesarios para su estudio y conclusiones finales.

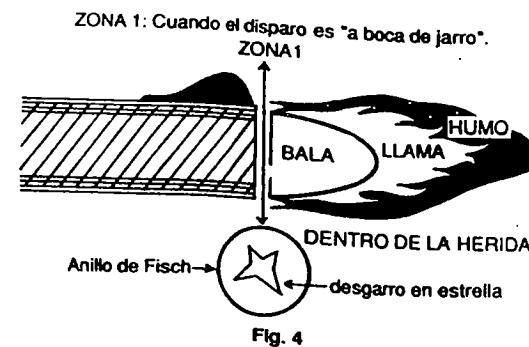
Esas observaciones son: cuando el anillo de Fisch forma un círculo concéntrico con el OE, significa que el proyectil penetró en forma perpendicular al plano de impacto, es decir con un ángulo de incidencia de cero grado; cuando forma una media luna cuyos vértices coinciden con el diámetro del orificio, significa que el proyectil penetró con un ángulo de incidencia de

45°; si los vértices de esa media luna están por debajo del diámetro, por lo tanto se nota mayor superficie en su parte media (más ancha), el ángulo de incidencia es mayor a los 45°, y si los vértices de la media luna están por encima de la diagonal o diámetro, el ángulo es menor a los 45°. Para mayor claridad lo graficamos (*ver fig. 3*).



Si el OE no es circular —puede ser ovoide, por efecto de la elasticidad de la piel— se toma como referencia el diámetro menor, cuando el orificio tiene su diámetro mayor en forma perpendicular al suelo, o viceversa, siempre teniendo en cuenta la dirección de penetración del proyectil. En estos casos también se puede notar el círculo concéntrico y las medias lunas que produce el anillo de Fisch.

Desarrollada la parte de la semántica técnica y enunciados los conceptos necesarios, analizaremos la trayectoria o balística externa, tomando esta parte por zonas, según se ve en cada gráfico.



La trayectoria externa es nula, ya que de la boca del arma se pasa al OE. En este caso se producen fenómenos particulares. Algunos autores, al considerar esta zona la relacionan íntimamente con la zona 2, *a quemarropa*. Si bien es cierto que en este estudio nosotros hemos separado ambas zonas, queremos dejar aclarado que por ser muy pequeña la distancia entre ellas, se presentan fenómenos comunes a las dos o muy poco diferenciados.

En el disparo *a boca de jarro*, éste se efectúa apoyando el arma sobre la piel de la víctima (hay ausencia de ropa). En relación con este tema el doctor Bonnet nos dice: "En cuanto a la forma del OE. En relación a sí mismo: por lo general el OE es redondo, regular, pero puede no serlo en virtud de dos razones: *a)* en razón de la influencia de las fibras elásticas de acuerdo a las Leyes de Filhos-Langer; *b)* en razón de que el disparo ha sido efectuado sobre un plano cutáneo situado sobre otro óseo. Los gases de la pólvora que salen juntamente con el proyectil, al encontrar resistencia para expandirse vuelven hacia atrás, desgarrando por estallido la piel. El orificio adopta entonces una forma estrellada o crateriforme, que hace recordar a una herida contusa. Por lo demás, los tejidos cutáneos están ennegrecidos y todos los elementos que constituyen el tatuaje se hallan depositados en el interior, configurando en todo el 'golpe de mina' de Hofmann y que para mayor claridad preferimos llamar 'boca de mina'".

El autor considera que en esta zona se pueden apreciar las siguientes características:

- a)* anillo de Fisch;
- b)* ausencia de los fenómenos del tatuaje y del ahumamiento, ya que esos residuos penetran en la herida por el OE y se alojan en ella;
- c)* el labio de la herida se presenta desgarrado, formando una estrella hacia afuera, por el rebote de los gases (siempre que haya un hueso próximo, de lo contrario no es común notarlo, como por ejemplo en el cuello, parte muscular);

d) la quemadura producida por el encendido de la pólvora, también se encuentra dentro de la herida.

Si consideramos el campo circundante, se puede observar por fuera del orificio de entrada, una ligera contusión circular, producida por la acción quemante del cañón (calentado por la combustión de la pólvora), o bien por la *bagueta* que, debajo del cañón, poseen algunos revólveres; se lo denomina signo de *Puppe-Werkgartner*, por haber sido estos dos autores los primeros en describirlo.

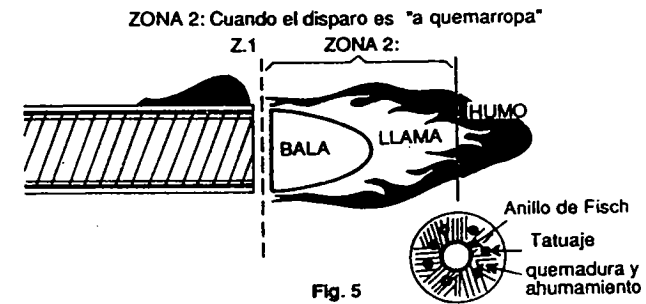


Fig. 5

La trayectoria es mayor de 5 cm.

Ya dijimos que tiene características similares a las de la zona anterior; cuando la distancia es la máxima, tiene las características más parecidas a las de la zona 3, cuando dicha distancia es la menor, es decir apoyada en la ropa o casi apoyada, se asemejan a las de la zona 1.

La particularidad de esta zona son las características que presentan las ropas.

En este caso, y debido a la proximidad con que se efectúa el disparo —casi apoyada el arma sobre las ropas— la quemadura, el tatuaje, el *golpe de mina*, se observa —como ya lo hemos aclarado— en el interior de la herida y no fuera de ella.

Cabe dejar aclarado que cuando hablamos de determinación de distancias nos referimos a las armas cortas clásicas (revólver y pistola).

En el plano de ropa se pueden distinguir las siguientes características:

- a) signo del *deshilachamiento crucial* de Rojas;
- b) signo de la *escarapela* de Simonín;
- c) signo del *calco*.

Estos tres signos los analizaremos en detalle cuando en este mismo capítulo transcribamos las consideraciones de otros autores sobre el orificio de entrada, en especial, los estudios realizados por el doctor Bonnet. Asimismo haremos lo propio con el signo de Benassi (anillo de ahumamiento producido alrededor del orificio de entrada, en el plano óseo) y el signo del *embudo*, (señala la dirección de un proyectil al atravesar la calota craneana de lado a lado), característicos de esta zona.

Resumiendo esta zona, diremos que dentro del orificio de entrada o zona circundante se observan:

- a) el anillo de Fisch;
- b) la quemadura (recordemos que al final de esta zona es cuando ya no se produce la quemadura);
- c) tatuaje y ahumamiento;
- d) en el orificio de entrada, el labio de la herida desgarrado, formando una estrella hacia afuera, si es que los gases volvieron a salir, como ocurre en la zona 1.

Estas dos zonas merecen una reflexión particular, ya que es común observarlas en los casos de suicidio.

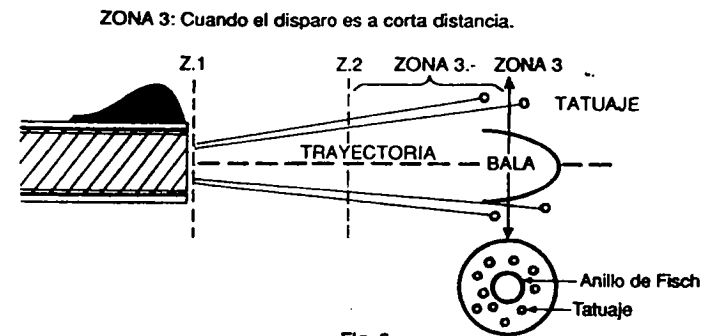
El suicida generalmente comete el acto con un arma corta y apoyada sobre el plano cutáneo o la ropa; si se la apoya en la sien o en el corazón, entre las muchas posibilidades, también existe la de que al accionar la cola del disparador, la boca del arma se separe un poco del lugar de apoyo, el que luego será el orificio de entrada; por eso decimos que puede ser *a boca de jarro* o *a quemarropa*. Además existe la variante de que el suicidio o el homicidio puedan tener el orificio de entrada en un *orificio natural*. En la parte superior: auriculares; oculares; nasales; bucales; y en la parte inferior: anales; vaginales; uretrales.

El análisis en detalle de estas particularidades y de los pro-

blemas médico-legales que ocasionan, lo efectuaremos juntamente con el desarrollo de las opiniones de autores que han profundizado al respecto.

Cuando se trata de un suicida, hay que tener en cuenta no sólo lo expuesto sobre el OE y los signos evidentes, sino que hay que analizar un todo que comienza con la postura en que se encontró el cuerpo y finaliza con los datos de la autopsia.

La posición en que se encuentra el cuerpo es importante. Por lo general el suicida se ubica cómodamente (sentado o acostado, y en oportunidades frente a un espejo). En todos los casos se deberá comprobar que la ubicación en que se encuentra el arma tuvo relación directa con los hechos, ya que el encontrarla en la mano de la víctima no significa que la haya utilizado.



En esta situación el contorno del orificio de entrada presenta un fenómeno especial, de extraordinario valor para determinar la distancia desde la que se efectuó el disparo: el *tatuaje*; éste es causado por la incrustación en la epidermis e inclusive en la dermis, de los granos de pólvora incandescentes o sin deflagrar, que proyectados con violencia, las penetran y se alojan en ellas. Los componentes del tatuaje propiamente dicho son la quemadura o chamuscamiento, que en esta zona no se ve, ya que corresponde a la ya estudiada zona 2, y los granos de pólvora —que sí corresponden a esta zona— pertenecientes a las

partículas de pólvora que no deflagraron, es decir que no entraron en combustión, y a las incandescentes, que están a semi-quemar; todas ellas son las que se alojan en la epidermis y en la dermis, formando el tatuaje, fenómeno éste que ya al comienzo de este capítulo desarrollamos extensamente.

Tatuaje: Cuadro comparativo

<i>Tipo de arma</i>	<i>Distancia</i>	<i>Diámetro del tatuaje</i>
<i>pistola Browning 261954</i>	30 cm	7,5 cm
	40 cm	8,0 cm
	50 cm	6,5 cm
	70 cm	no presenta tat
<i>pistola Browning 42714</i>	30 cm	12,5 cm
	40 cm	9,5 cm
	50 cm	12,0 cm
	70 cm	no presenta tat
<i>pistola Browning 11542</i>	30 cm	17,0 cm
	40 cm	8,5 cm
	50 cm	8,0 cm
	70 cm	no presenta tat
<i>pistola Browning 08854</i>	30 cm	12,5 cm
	40 cm	8,5 cm
	50 cm	7,0 cm
	70 cm	no presenta tat
<i>pistola ametralladora Uzi 0497</i>	30 cm	10,0 cm
	40 cm	8,0 cm
	50 cm	15,0 cm
	70 cm	no presenta tat

A medida que la boca del arma se aleja, los puntos de tatuaje se van dispersando y atenuando su densidad, hasta desaparecer. Lo importante es determinar la distancia dentro de la cual se produce el tatuaje.

Ello nunca admite una respuesta única y certera aplicable a todos los casos.

Se ha comprobado mediante experiencias verificadas a pedido de partes en juicios orales, que cada arma de fuego deja tatuaje a distintas distancias, como se puede apreciar en el cuadro inserto en la página anterior, confeccionado para contestar puntos de pericia en un juicio oral realizado por la Excelentísima Cámara de Apelaciones en lo Criminal y Correccional n° 1 de San Martín, provincia de Buenos Aires.

Como se puede apreciar no todas las armas al ser disparadas presentan tatuaje del mismo diámetro, ya que ello depende de varios factores, como por ejemplo: *a)* tipo de arma y calibre; *b)* longitud del cañón; *c)* tipo de munición; *d)* naturaleza de la clase de pólvora empleada; *e)* factores ambientales, como humedad, vientos, etcétera.

Lo que sí podemos dar por válido, es que cuando en una herida se comprueba la existencia de *tatuaje*, el disparo no se ha efectuado a una distancia mayor de 50 cm, o dicho de otra manera, se puede asegurar que se ha efectuado el disparo a una distancia menor de 50 cm *.

Pero para mayor seguridad, el perito balístico debe pedir realizar con el arma en cuestión una prueba que consiste en disparar a distintas distancias (30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm) sobre papel secante, con blancos fijos y en movimiento, para determinar con exactitud a qué distancia esa arma produce el tatuaje.

Otra premisa verdadera es que el *tatuaje* se produce sólo en el orificio de entrada, nunca en el de salida.

* Todas las distancias están sujetas a modificaciones de acuerdo con el tipo de proyectil y el largo del cañón del arma de fuego utilizada.

Resumiendo, podemos decir que en esta zona, en la superficie circundante al orificio de entrada, se observan:

- a) anillo de Fisch;
- b) tatuaje.

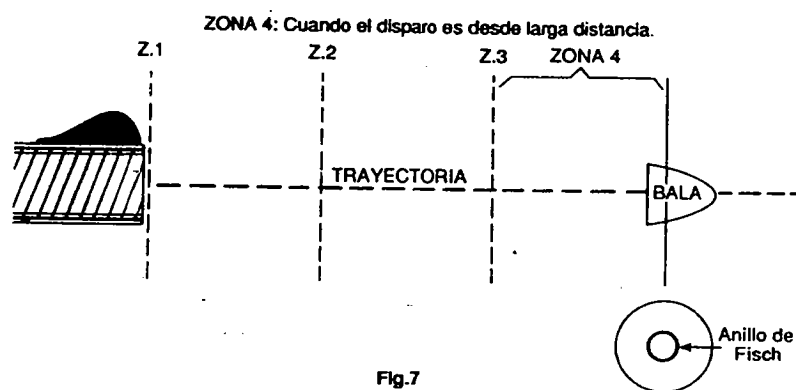


Fig.7

La víctima está fuera del alcance de los gases, de las quemaduras, del humo y de los granos de pólvora incandescentes, es decir del tatuaje y del falso tatuaje o ahumamiento.

La acción lesiva es producida sólo y exclusivamente por el proyectil y una vez que se determina con exactitud que se trata del orificio de entrada, se puede considerar la existencia de un solo elemento, que es el anillo de Fisch.

Esta zona abarca una distancia que va desde los 50 cm como mínimo hasta el alcance máximo del arma que se utilizó, es decir que por observación sólo del orificio de entrada y los fenómenos que alrededor de su superficie se pueden formar no se puede determinar la distancia exacta desde donde se efectuó el disparo, pudiendo ser desde los 50 cm hasta los 150 m, si éste es el alcance del arma utilizada.

Lo que sí siempre se notará es el anillo de Fisch, o alguno de sus dos componentes, el halo de enjugamiento y/o el halo de contusión, siempre que el disparo se haya producido *pre-mortem*.

Sobre los detalles del fenómeno del anillo de Fisch, ya se hizo mención al comienzo de este capítulo, y sobre otros méto-

dos para determinar la distancia exacta dentro de esta zona, hablaremos más adelante.

¿Qué ocurre cuando el proyectil choca con la víctima en esta zona? La bala choca contra la piel, la empuja, la deprime, la estira y la perfora (con excepción de si es un rebote, el que se estudiará en un subtítulo aparte), y ésta, luego de atravesada, se retrae por su elasticidad, de donde resulta que se ha labrado el orificio de entrada (este detalle se analizará profundamente en el subtítulo que trata especialmente del OE).

Lo que sí vamos a agregar son algunos detalles que hacen a esta zona y su estudio, que luego serán ampliados, pero que es necesario puntualizar para continuar con la idea y que sirvan de guía al perito balístico.

En el borde del OE y en la parte correspondiente a su hundimiento, la bala ha frotado y raspado la piel millonésimas de segundo antes de perforarla, determinando una zona circular que es el anillo de Fisch.

Como ya lo repetimos en varias oportunidades, uno de los componentes de ese anillo es el halo de contusión, que no se debe confundir con una aureola equimótica que puede presentar el entorno del OE.

Esa aureola equimótica abarca una superficie mayor que el halo de contusión y se puede dar cuando la herida es producto de un rebote de proyectil (se verá cuando se desarrolle este tema) o por el grado de vasculación de la zona injuriada.

Para completar con más detalles lo expuesto sobre los signos en las distancias ya descriptas, transcribiremos algunos conceptos de un trabajo de suma importancia, realizado por el doctor R. Martín Laguens y colaboradores, en el libro *Patología forense para el hombre de derecho*, publicado por la Imprenta del Poder Judicial de la provincia de Buenos Aires en el mes de diciembre de 1992 (cuatro meses después de que se terminara de imprimir la primera edición de este libro).

“¿Pueden no encontrarse productos de deflagración de pólvora a pesar de haberse efectuado el disparo a menos de 50

centímetros del cuerpo de la víctima?". La respuesta a esta pregunta es afirmativa, y las causas son múltiples:

"a) *Lavado de la herida*, generalmente con fines terapéuticos cuando el individuo no muere instantáneamente y se tiene tiempo para efectuar medidas terapéuticas. Hemos visto también, lavados de heridas de arma de fuego efectuadas por familiares de la víctima en un intento desesperado por revivirla, y por personal de funerarias que limpian la herida, sobre todo en casos de suicidio, por razones estéticas, desconociendo que eliminan una prueba muy importante adelantándose al forense.

"b) *Interposición de algunos elementos* que retengan a los productos de la deflagración de pólvora, como se ha visto en casos de ropas pesadas o por la interposición de almohadones o toallas efectuadas por el victimario para tratar de amortiguar el ruido del disparo. También ocurre lo mismo, cuando el disparo se efectuó a través de un vidrio, puerta o tabique. En el caso de disparos en el cráneo no hay que descartar que la víctima poseyera un sombrero, gorro o peluca que retuviera a los productos de la deflagración, o una abundante cabellera que generalmente se recorta para inspeccionar mejor el área lesionada y no se analiza. De esto se desprende que es necesario estudiar o pesquisar la presencia de pólvora también en ropas, pelos y otros elementos.

"c) *Longitud del cañón del arma*. Si consideramos que la combustión y liberación de pólvora deflagrada, se realiza en el sitio de percusión del proyectil, un cañón demasiado largo hará que los productos de la deflagración de pólvora, vayan perdiendo energía de impacto, por lo que una vez llegados a la piel pueden quemarla por el calor que contienen, ennegrecerla por la presencia de hollín y sustancias oleosas, pero no alcanzar a incrustarse, por lo que no pueden ser detectados. En general, este tipo de eventualidad se observa únicamente en casos de disparos de escopetas, salvo que ésta tenga el cañón recortado o sea corto de fábrica, y cuando se utilizan los llamados 'silenciadores' que aumentan la longitud del cañón.

"d) *Mala calidad de la pólvora* o escasa cantidad en el pro-

yectil. Hemos visto, que proyectiles fabricados mucho tiempo atrás tienen una combinación de los diferentes elementos que componen la pólvora distinta de las actuales, y muchas veces, encontramos cápsulas con pólvora no combustionada en alta proporción. Esto hace que haya menos porcentaje de pólvora deflagrada que impacte en la superficie cutánea, por lo que a veces no puede registrarse por esta cantidad ínfima o bien directamente no hay. También hemos visto que se ha difundido notablemente, la confección casera de proyectiles de arma de fuego, sobre todo cartuchos para caza, por lo que la cantidad de pólvora como asimismo su calidad (sobre todo en lo que respecta a su forma de conservación antes de su uso), varía de proyectil a proyectil.

"Cuando la cantidad de pólvora es escasa como ocurre en proyectiles de pequeño calibre (por ejemplo calibre 22) no siempre es posible encontrar tatuaje en la lesión, por las mismas razones arriba explicadas. Esto lo hemos visto en algunos casos de suicidio, coincidiendo este hecho con la mayor facilidad que tiene la población de conseguir o adquirir un arma calibre 22, que otra de mayor calibre.

"¿Pueden encontrarse productos de deflagración de pólvora en una herida de proyectil de arma de fuego efectuada a mayor distancia de 50 centímetros del cuerpo de la víctima?"

"En algunos casos se han encontrado productos de deflagración de pólvora en la trayectoria del orificio de entrada de un proyectil de arma de fuego, disparado a mayor distancia de 50 cm del cuerpo de la víctima, pero en muy escasa cantidad, e inclusive, se pueden detectar excepcionalmente productos de deflagración en orificios de salida, también en muy pequeña cantidad. Estos productos de la deflagración son depositados en el trayecto del proyectil de este mismo, que arrastra productos deflagrados alojados en el cañón del arma, sobre todo cuando la lesión que se estudia, fue producida por un proyectil, que fue disparado luego de algunos otros anteriores. En otros casos debe remarcarse el hecho de encontrar muy escasa cantidad de

productos de la deflagración y su ubicación, que es siempre sobre el trayecto y no sobre los bordes de la herida”.

3. ORIFICIO DE ENTRADA DEL PROYECTIL

Estudiando el orificio de entrada del proyectil, se pueden determinar algunas premisas que son muy útiles para analizar calibre; dirección y distancia del disparo, fundamentalmente, como complemento y comprobación de otros estudios.

El análisis debe ser profundo, porque nos encontramos con una variabilidad de situaciones, que nos muestran distintos comportamientos y efectos. No nos detendremos a analizar ni pormenorizar el efecto exterior del orificio de entrada, ya analizado en detalle, cuando tratamos lo relacionado con el tatuaje, ahumamiento, anillo de Fisch, etc., sino que nos dedicaremos a la medición de su superficie, comparación y ángulo de incidencia y posición de la ojiva o punta del proyectil al penetrar en la víctima (ángulo de oscilación).

Distingamos bien qué es cada ángulo.

Ángulo de incidencia: es el ángulo formado por la horizontal del OE teniendo en cuenta la posición del cuerpo en el momento de recibir el impacto, y la trayectoria del proyectil.

Ángulo de oscilación: es el ángulo formado por la horizontal en el punto que representa el centro de gravedad del proyectil y la recta que une ese punto con el punto medio de la ojiva.

El gráfico clarifica las definiciones y en él observamos que el diámetro del OE es la suma de los segmentos $AB + BC = AC$

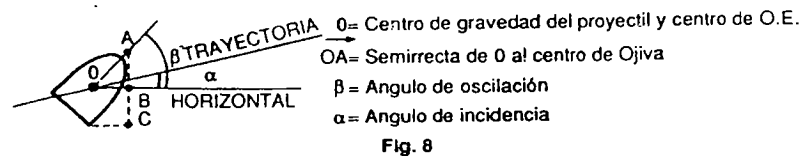


Fig. 8

Este efecto de oscilación, generalmente no era regulado por el hombre; a partir de la guerra de Vietnam, la munición se fabricó para que lo produjera a propósito.

Para que sea entendido el porqué, debemos recordar que en el año 1899, en la "Convención de La Haya", en lo que se conoció como el *Tratado de Ginebra*, se estableció en el art. 23 de su declaración anexa, de julio de ese año, lo siguiente: "Los países contratantes acuerdan abstenerse de usar balas que se expandan o aplasten fácilmente en el cuerpo humano, como proyectiles con cubierta dura que no cubren enteramente el núcleo o están cortados con incisiones". Es decir, lo que se lo llegó a llamar *balas humanitarias*. Pero hecha la ley hecha la trampa.

En la guerra de Vietnam, los Estados Unidos comienzan a utilizar un cartucho calibre 5,56 x 45 mm, para el fusil M193, que aparentemente rendía las condiciones de bala humanitaria, por su ojiva, totalmente encamisada, con un calibre aproximado al 22. Pero cuando los cirujanos tuvieron que curar las heridas producidas por este cartucho, notaron una gran destrucción de los tejidos. Al principio no se tuvo en claro cuál era el motivo de esa destrucción, ni qué cosa lo provocaba, teniendo en cuenta el bajo calibre del proyectil. Esta incógnita se mantuvo hasta que se descubrió la mecánica de fragmentación de la mencionada bala. Cuando se hizo la gráfica del perfil de herida se notó una gran zona de destrucción; el proyectil atraviesa de punta los tejidos hasta aproximadamente 120 mm; luego comienza un cabeceo de hasta 90°, se aplasta y finalmente se rompe. El origen de la rotura se produce en la ranura que posee para facilitar el encastre con la vaina. La ojiva o punta, se aplasta, permaneciendo en una sola pieza y conservando un 60% de su masa original. La parte posterior se fragmenta en varios trozos, lo que debido a la energía de rotación con la que viene animada, penetra radialmente hasta aproximadamente los 70 mm de la trayectoria original de la bala. Este hecho origina un aumento importante de la *cavidad transitoria*, que sumado al desprendimiento de tejidos, incrementa la *cavidad permanente*. Aproximadamente con un impacto a 100 metros, el

proyectil se rompe en dos trozos y a más de los 200 metros y hasta los 400 metros, se aplasta. Este fenómeno se produce porque desplazaron el centro de gravedad del proyectil, ocasionando daño mayor que el de las municiones prohibidas.

En definitiva *se respetó*, aparentemente, lo dispuesto por la "Convención de La Haya", pero no se tuvo en cuenta el espíritu del art. 23.

No existen trabajos ni bibliografías que ilustren al respecto, por eso nos basaremos en la experiencia propia y en un trabajo realizado por los doctores U. Cardozo, Juan C. Miguel, Elsa Capdepon, y el ing. J. Milauski, donde tabularon una experiencia realizada en Fabricaciones Militares Fray Luis Beltrán, disparando sobre piel conservada y anotando el comportamiento de la misma.

a) *Determinación de la superficie del culote del proyectil.*— Es el diámetro de penetración en la víctima, si entra de punta y rotando normalmente.

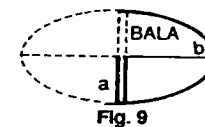
Fórmula aplicada: $\text{Sup} = \pi \cdot r^2$

TABLA I			
Calibre	Diámetro en mm	Radio en mm	Superficie en mm ²
22	5,5	2,75	23,75
32	8,1	4,05	51,50
38 especial	9,6	4,80	72,35
9 mm	8,92	4,46	62,46
45	11,4	5,70	102,02

En éste caso, estamos considerando que el proyectil entró de punta; el otro extremo, es considerar que el proyectil entró de plano, es decir, que lo hizo impactando con su diámetro mayor o altura, con un ángulo de 90° respecto del anterior; se sue-

le ver en los *rebotes*. Analicemos cada calibre, aplicando la fórmula de la semi-elipse.

$$\text{Sup} = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{2}$$



De acuerdo con el gráfico resulta: a = radio menor; b = radio mayor.

Para cada calibre se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Cal 22} = \frac{3,14 \cdot 2,75 \cdot 10}{2} = 43,175$$

$$\text{Cal 32} = \frac{3,14 \cdot 4,05 \cdot 16,85}{2} = 107,14$$

$$\text{Cal 38 especial} = \frac{3,14 \cdot 4,80 \cdot 17,9}{2} = 134,89$$

$$\text{Cal 9 mm} = \frac{3,14 \cdot 4,46 \cdot 15,7}{2} = 109,93$$

$$\text{Cal 45} = \frac{3,14 \cdot 5,70 \cdot 16,8}{2} = 150,34$$

TABLA II		
Calibre	Altura en mm	Superficie en mm ²
22	10	43,175
32	16,85	107,14
38 especial	17,9	134,89
9 mm	15,7	109,93
45	16,8	150,34

En la experiencia realizada por los doctores e ingeniero mencionados, se limitaron a sacar proporciones de disminución de los diámetros, como se observa en la tabla III.

Completando la experiencia con la 9 mm y tomando no sólo el diámetro, sino también la superficie, notamos que los porcentajes varían, calculando cada calibre y su relación con la superficie de entrada que produce en el OE, cuando penetra en la víctima. Con esos datos se construyó la tabla IV.

TABLA III				
Cal	Diám proy	Diám OE en mm	Promedio en mm	Porcentaje del diám del OE en %
22	5,5	3-3,5	3,25	59,1
32	8,1	4,5-4,8	4,65	57,4
38 E	9,6	5,5-6	5,75	59,9
45	11,4	6,7-7,2	6,95	60

TABLA IV						
1	2	3	4	5	6	7
22	5,5	23,75	3,25	8,29	-65,9	186,4
32	8,1	51,50	4,65	16,75	-67,5	207,5
38 E	9,6	72,35	5,75	25,95	-64,1	178,8
9 mm	8,92	62,46	5,60	24,62	-60,6	153,7
45	11,4	102,02	6,92	37,59	-63,2	171,4

Referencias de la tabla IV:

1 = calibre del arma.

2 = diámetro del proyectil en mm.

3 = superficie del proyectil en mm².

4 = diámetro de la herida en mm.

5 = superficie de la herida en mm².

6 = relación de porcentaje (%) entre superficie del proyectil en mm², casillero 3 y superficie de la herida en mm², casillero 5.

7 = relación de porcentaje (%), entre la superficie de la herida en mm², casillero 5 y superficie del proyectil en mm², casillero 3.

Como se puede observar, la herida se achica en relación con la superficie de penetración; ello es motivado por las fibras elásticas de la piel, que una vez que pasa el proyectil, tienden a cerrarse. De acuerdo con las pruebas, se puede tener una relación válida, de cuál es el porcentaje de ese movimiento y de esa forma calcular el calibre.

Posteriormente profundizaremos el estudio del proceder de la piel, de acuerdo con la posición de sus fibras, y el efecto que produce según el lugar del cuerpo donde impacta, así como también, qué otros lugares del cuerpo hay que medir, para confirmar el calibre del proyectil.

En la próxima tabla se determina, por cálculo, cuál es la su-

perficie que se observa en un OE, cuando el proyectil entra de plano, según tabla II.

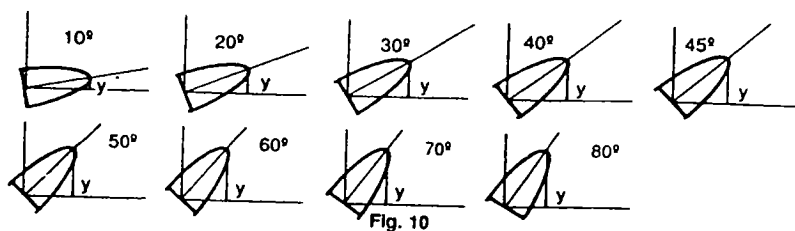
Fórmula empleada: $\text{Sup OE} = \text{Sup proy} \pm \%$

Para calibre 22 = $43,175 - 65,9 \% = 14,73 \text{ mm}^2$ (se emplean los datos de la tabla II y los de la tabla IV, casillero 6); para los demás calibres son iguales.

TABLA V			
Calibre	Altura proy mm	Sup proy mm ²	Sup OE mm ²
22	10	43,175	14,73
32	16,85	107,14	34,82
38 E	17,9	134,89	48,40
9 mm	15,7	109,93	43,31
45	16,8	150,34	55,33

Buscaremos los puntos intermedios, ya que hicimos la tabla I para la penetración directa (ángulo de oscilación del proyectil = 0°), y la tabla II para la penetración de plano (ángulo de oscilación del proyectil = 90°). Los puntos intermedios son con un ángulo de oscilación del proyectil de 10° , 20° , 30° , 40° , 45° , 50° , 60° , 70° y 80° .

El procedimiento es para todos los ángulos iguales, veamos el gráfico para cada uno:



Se calcula por el teorema del seno, el valor del eje de las "y", que es el cateto opuesto. $\text{Seno ángulo} = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$, por lo tanto el cateto opuesto "y", es igual al seno del ángulo por la hipotenusa.

El seno de los ángulos de 10°, 20°, 30°, 40°, 45°, 50°, 60°, 70° y 80°, se extrae de la tabla de las funciones trigonométricas y es para todos los calibres iguales, la hipotenusa es el largo del proyectil, cambia para cada calibre y dentro de él si son cortos o largos.

TABLA VI (para calibre 22 largo)					
áng	seno	alt proy	valor "y"	diám menor	(1)
10°	0,174	10	1,74	5,5	---
20°	0,342	10	3,42	5,5	---
30°	0,500	10	5,00	5,5	---
40°	0,643	10	6,43	5,5	0,93
45°	0,707	10	7,07	5,5	1,57
50°	0,767	10	7,67	5,5	2,17
60°	0,866	10	8,66	5,5	3,16
70°	0,940	10	9,40	5,5	3,90
80°	0,985	10	9,85	5,5	4,35

Referencia:

(1) = se coloca el valor que se obtiene de la diferencia entre el diámetro del culote y el valor de "y", siempre que sea mayor que el diámetro del culote; la suma del diámetro del culote más esa diferencia "y", hace el diámetro mayor en el orificio elíptico u ovoide; cuando el valor "y" es menor que el diámetro del culote, el orificio es circular.

TABLA VII
(para calibre 32 largo)

áng	seno	alt proy	valor "y"	diám menor	(1)
10°	0,174	16,85	2,93	8,1	---
20°	0,342	16,85	5,76	8,1	---
30°	0,500	16,85	8,43	8,1	0,33
40°	0,643	16,85	10,83	8,1	2,73
45°	0,707	16,85	11,91	8,1	3,81
50°	0,767	16,85	12,92	8,1	4,82
60°	0,866	16,85	14,59	8,1	6,49
70°	0,940	16,85	15,84	8,1	7,74
80°	0,985	16,85	16,60	8,1	8,50

TABLA VIII
(para calibre 38 especial)

áng	seno	alt proy	valor "y"	diám menor	(1)
10°	0,174	17,9	3,11	9,6	---
20°	0,342	17,9	6,12	9,6	---
30°	0,500	17,9	8,95	9,6	---
40°	0,643	17,9	11,51	9,6	1,91
45°	0,707	17,9	12,66	9,6	3,06
50°	0,767	17,9	13,73	9,6	4,13
60°	0,866	17,9	15,50	9,6	5,90
70°	0,940	17,9	16,83	9,6	7,23
80°	0,985	17,9	17,63	9,6	8,03

TABLA IX
(para calibre 9 mm x19 NATO)

áng	seno	alt proy	valor "y"	diám menor	(1)
10°	0,174	15,7	2,73	8,92	---
20°	0,342	15,7	5,37	8,92	---
30°	0,500	15,7	7,85	8,92	---
40°	0,643	15,7	10,10	8,92	1,18
45°	0,707	15,7	11,10	8,92	2,18
50°	0,767	15,7	12,04	8,92	3,12
60°	0,866	15,7	13,60	8,92	4,68
70°	0,940	15,7	14,76	8,92	5,84
80°	0,985	15,7	15,46	8,92	6,54

TABLA X
(para calibre 11,25 (45))

áng	seno	alt proy	valor "y"	diám menor	(1)
10°	0,174	16,8	2,92	11,4	---
20°	0,342	16,8	5,75	11,4	---
30°	0,500	16,8	8,40	11,4	---
40°	0,643	16,8	10,80	11,4	---
45°	0,707	16,8	11,88	11,4	0,48
50°	0,767	16,8	12,89	11,4	1,49
60°	0,866	16,8	14,55	11,4	3,15
70°	0,940	16,8	15,79	11,4	4,39
80°	0,985	16,8	16,55	11,4	5,15

Con los datos obtenidos de las tablas VI a X, vamos a calcular la superficie que impacta en la víctima, OE, y en la última columna se calculará el orificio *menor*, a que queda reducida la herida, por la compresión de las fibras elásticas. Cuando analicemos las distintas partes del cuerpo donde puede impactar un

proyectil, veremos que no en todos los lugares la contracción es la misma.

Las próximas tablas son para calcular la superficie que queda en la herida de la víctima, considerando los distintos ángulos de oscilación del proyectil, según su calibre; para mayor comprensión, cada columna llevará un número, cuyo significado se detalla en la referencia seguida:

Referencia

1 = ángulo de oscilación del proyectil en el momento de impactar en la víctima.

2 = si de acuerdo con el ángulo de oscilación del proyectil, el OE es circular o es ovoide, el *no* significa circular, y el *sí* ovoide.

3 = diámetro menor del proyectil, en el momento del impacto.

4 = diámetro mayor del proyectil, en el momento del impacto; si es igual al diámetro menor, entonces el orificio de entrada va a ser circular.

5 = superficie del proyectil en el momento de impactar.

6 = superficie que queda en la piel, considerando el porcentaje de disminución que se encuentra en la tabla IV, columna 6.

$$\text{Fórmula empleada: } \text{Sup red} = \frac{\pi \cdot a \cdot b}{2} \% \text{ (columna 6 de la tabla IV)}$$

a = al radio menor; que es el diámetro menor dividido por 2.

b = al radio mayor; se toma el valor que figura en la columna 4, ya que el proyectil es una semi-ojiva, por lo tanto la altura es el radio de la ojiva.

Ejemplo de aplicación de la fórmula tomando como ejemplo para el cálculo el ángulo de 10°, obtenemos:

$$\text{Sup red} = \frac{3,14 \cdot 2,75 \cdot 5,5}{2} \cdot (-64,5) \% = 8,43 \text{ mm}^2 \text{ (reducido en relación con el orificio original).}$$

Cabe hacer la salvedad de que la fórmula empleada, variando los valores en cada caso, es aplicable a todas las tablas presentadas.

TABLA XI
(para calibre 22 largo)

1	2	3 en mm	4 en mm	5 en mm ²	6 en mm ²
10°	No	5,5	5,5	23,75	8,29
20°	No	5,5	5,5	23,75	8,29
30°	No	5,5	5,5	23,75	8,29
40°	Sí	5,5	6,43	27,76	9,47
45°	Sí	5,5	7,07	30,52	10,41
50°	Sí	5,5	7,67	33,12	11,29
60°	Sí	5,5	8,66	37,39	12,75
70°	Sí	5,5	9,40	40,58	13,84
80°	Sí	5,5	9,85	42,53	14,50

TABLA XII
(para calibre 32 largo)

1	2	3 en mm	4 en mm	5 en mm ²	6 en mm ²
10°	No	8,1	8,1	51,50	16,74
20°	No	8,1	8,1	51,50	16,74
30°	Sí	8,1	8,43	53,60	17,42
40°	Sí	8,1	10,83	68,86	22,38
45°	Sí	8,1	11,91	75,73	24,61
50°	Sí	8,1	12,92	82,15	27,03
60°	Sí	8,1	14,59	92,77	30,15
70°	Sí	8,1	15,84	100,72	32,73
80°	Sí	8,1	16,60	105,55	34,30

TABLA XIII
(para calibre 38 especial)

1	2	3 en mm	4 en mm	5 en mm ²	6 en mm ²
10°	No	9,6	9,6	72,35	25,97
20°	No	9,6	9,6	72,35	25,97
30°	No	9,6	9,6	72,35	25,97
40°	Sí	9,6	11,51	86,74	31,14
45°	Sí	9,6	12,66	95,41	34,25
50°	Sí	9,6	13,73	103,47	37,15
60°	Sí	9,6	15,50	116,81	41,93
70°	Sí	9,6	16,83	126,83	45,53
80°	Sí	9,6	17,62	132,78	47,67

TABLA XIV
(para calibre 9 mm x 19 NATO)

1	2	3 en mm	4 en mm	5 en mm ²	6 en mm ²
10°	No	8,92	8,92	62,46	24,61
20°	No	8,92	8,92	62,46	24,61
30°	No	8,92	8,92	62,46	24,61
40°	Sí	8,92	10,10	70,72	27,86
45°	Sí	8,92	11,10	77,72	30,62
50°	Sí	8,92	12,04	84,31	33,22
60°	Sí	8,92	13,60	95,23	37,52
70°	Sí	8,92	14,76	102,93	39,55
80°	Sí	8,92	15,46	108,25	42,65

TABLA XV
(para calibre 11,25 (45))

1	2	3 en mm	4 en mm	5 en mm ²	6 en mm ²
10°	No	11,4	11,4	102,02	37,54
20°	No	11,4	11,4	102,02	37,54
30°	No	11,4	11,4	102,02	37,54
40°	No	11,4	11,4	102,02	37,54
45°	Sí	11,4	11,88	106,31	39,12
50°	Sí	11,4	12,89	115,35	42,45
60°	Sí	11,4	14,55	130,31	47,92
70°	Sí	11,4	15,79	141,30	52,00
80°	Sí	11,4	16,55	148,11	54,50

b) *Datos básicos del tipo de munición más usada.*— Las tablas confeccionadas son para los proyectiles más comunes y usados frecuentemente, como los de calibre 22 largo, 32 largo, 38 especial, 9 x 19 mm “C” y la 11,25 x 23 mm (conocido comúnmente como 45). Pero hay otros calibres; además, dentro de los analizados, están los cortos, que en un hecho se pueden haber utilizado; para ello transcribimos los datos necesarios de varios tipos de munición; para que quien lo necesite pueda hacer su propia tabla, utilizando el método y las fórmulas empleadas para las tablas que se detallaron precedentemente.

Para proyectiles calibre 22 LR (la tabla modelo fue hecha para el 22 LR punta sólida).

— *Datos generales del calibre 22 LR*

Utilización: Carabina automática, rifle cerrojo fijo, pistolas y revólveres.

Componentes: Iniciador no oxidante, no corrosivo. Vaina: latón militar 70/30. Proyectil: aleación de plomo antimonio-so. Pólvora: monobásica.

22 LR punta sólida alta velocidad. Longitud cartucho: 25,15 mm. Peso cartucho: 3,46 g. Peso del proyectil: 2,46 g (38 grains). Velocidad media (a 2 m): 376 m/s —supersónico— en cañón de 475 mm. Presión en la recámara (crusher): mayor a 1820 bares. Energía a 2 m: 174,3 joules. Longitud de la bala: 10 mm.

22 LR punta hueca alta velocidad. Longitud cartucho: 24,95 mm. Peso cartucho: 3,27 g. Peso del proyectil: 2,45 g (38 grains). Longitud de la bala: 10 mm. Velocidad media (a 2 m): 360 m/s —supersónico— en un cañón de 475 mm. Presión en la recámara (crusher): mayor a 1500 bares. Energía a 2 m: 160 joules.

22 LR competición. Longitud cartucho: 24,90 mm. Peso del cartucho: 3,38 g. Peso del proyectil: 2,58 g (40 grains). Longitud de la bala: 10 mm. Velocidad media (a 2 m): 300 m/s —subsónica— en un cañón de 475 mm. Presión en la recámara (crusher): mayor a 1100 bares. Energía a 2 m: 115 joules.

Completando los datos del 32 largo. Utilización: revólver. Longitud del cartucho: 32,5 mm. Peso del cartucho: 9,74 g. Peso del proyectil: 6,35 g (98 grains). Longitud del proyectil: 16,85 mm.

Características balísticas: Velocidad media (a 2 m): 222,5 m/s —subsónico— en un cañón de 135 mm. Presión en la recámara (crusher): mayor a 800 bares. Energía a 2 m: 157 joules.

Componentes: Cápsula: no oxidante, no corrosiva. Vaina: latón militar 70/30. Proyectil: aleación de plomo antimonio. Pólvora: monobásica.

Completando los datos del 38 especial. Utilización: revólver.

Longitud del cartucho: 38,85 mm. Peso del cartucho: 15,2 g. Peso del proyectil: 10,25 g (158 grains). Longitud del proyectil: 17,9 mm.

Características balísticas: Velocidad media (a 2 m): 255 m/s —subsónico— en un cañón 151 mm. Presión en la recámara (crusher): mayor de 1000 bares. Energía a 2 m: 333 joules.

Componentes: Cápsula: no oxidante, no corrosiva. Vaina: latón militar 70/30. Proyectil: aleación de plomo antimonioso. Pólvora: monobásica.

Completando los datos del calibre 9 mm. Utilización: empleo general en pistola Browning GP, pistola ametralladora FMK3 y armas de cualquier procedencia con recámara calibre 9 x 19 mm. NATO. Su balística cumple con exigencias STANAG/NATO.

9 x 19 mm "C" común. Cartucho: longitud en mm: 29,7. Peso en g: 12. Identificación: FMK5 Mod. O, periferia de cápsula pintada de color rojo. Bala: longitud en mm: 15,7. Peso en g: 8. Material: plomo antimonioso con camisa de latón Cu 90%, Zn 10%. Vaina: longitud en mm: 19,1. Peso en g: 3,9. Material: latón militar Cu 70%, Zn 30%. Pólvora: monobásica tipo A-22. Cápsula: no oxidable, no corrosiva.

Características balísticas: Velocidad en m/s: $V_{12,5} = 345$ —supersónico. Presión en la recámara: 2800 Kg/cm². Energía en joules: 476. Fuerza de apretado en el gollete: de 10 a 40 Kgr.

9 x 19 mm "T" Trazante. Cartucho: longitud en mm: 29,6. Peso en g: 12,4. Identificación: FMK2 Mod O —periferia de cápsula pintada de color rojo y punta proyectil roja. Bala: longitud en mm: 17,3. Peso en g: 7,18. Material: plomo antimonioso con camisa de latón y cápsula interior con sustancia trazante. Vaina: longitud en mm: 19,1. Peso en g: 3,9.

Material: latón militar Cu 70%, Zn 30%. Pólvora: monobásica tipo A-22. Cápsula: no corrosiva, no oxidable.

Características balísticas: Velocidad en m/s a 12 m: 340 (supersónica) $V_{12}=340$ m/s. Presión en la recámara: 2800 Kg/cm². Energía en joules: 415.

9 x 17 mm corto. Cartucho: longitud en mm: 24,9. Peso en g: 9,77. Identificación: periferia de cápsula color violeta. Bala: peso en g: 6,15. Material: plomo antimonioso con camisa de latón militar Cu 90%, Zn 10%. Vaina: material: latón militar Cu 70%, Zn 30%. Pólvora: monobásica. Cápsula: no corrosiva, no oxidable.

Características balísticas: Velocidad en m/s a 2 m: $V_2=274$ m/s —subsónico. Presión en la recámara: mayor a 1500 bares. Energía en joules: 230.

Completando los datos del calibre 11,25 x 23 mm común (45). Utilización: empleo general en pistolas automáticas y pistolas ametralladoras. Cartucho: longitud en mm: 32,4. Peso en g: 21. Identificación: FMK1 Mod C, periferia de cápsula color violeta. Bala: longitud en mm: 16,8. Peso en g: 14,9 (230 grains). Material: plomo antimonioso con camisa de latón Cu 90%, Zn 10%. Vaina: longitud en mm: 22,8. Peso en g: 5,5. Material: latón militar Cu 70%, Zn 30%. Pólvora: monobásica —tipo A2. Cápsula: no corrosiva, no oxidable.

Características balísticas: Velocidad en m/s a 25 m: 248 —subsónica, con cañón de 127 mm. Presión en la recámara: 1340 bares. Energía en joules, a 25 m: 458.

5,56 x 45 mm (223) común. Utilización: armas automáticas individuales (Armalite Colt AR 15, M16, Beretta R 70, Steyr Puch AUG, FNC, Galil, FARA). Arma de apoyo ligera (MINIMI). Cartucho: longitud en mm: 57,4. Peso en g: 12. Bala: longitud en mm: 19. Peso en g: 3,6. Material: núcleo de

plomo, camisa de latón Cu 90%, Zn 10%. Vaina: latón Cu 70%, Zn 30%. Pólvora: monobásica. Cápsula: no oxidable, no corrosiva.

Características balísticas: Velocidad media a 25 m: 925 m/s —supersónica, en un cañón de 508 mm. Presión en la recámara (crusht): máxima 3800 bares. Energía en *joules* a 25 m: 1631.

7,62 x 51 mm común. Utilización: armas automáticas individuales (FAL), arma de apoyo ligero (FAP), arma de apoyo mediano (MAG). Cartucho: longitud en mm: 71,1. Peso en g: 26. Bala: Longitud en mm: 20. Peso en g: 9,30. Material: núcleo de plomo, camisa de latón Cu 90%, Zn 10%. Vaina: latón Cu 70%, Zn 30%. Pólvora: monobásica. Cápsula: no oxidable, no corrosiva.

Características balísticas: Velocidad media a 25 m: 830 —supersónico, en cañón de 560 mm. Presión en la recámara (crusht): mayor a 3300 bares. Energía en *joules* a 25 m: 3200.

12,7 x 99 mm (50) común. Utilización: ametralladora Browning M 2 y M 3, General Electric M 85. Cartucho: longitud en mm: 138,4. Peso en g: 100. Bala: Longitud en mm: 42,7. Peso en g: 45. Material: cuerpo de acero SAE 1045, camisa de latón Cu 90%, Zn 10%. Vaina, pólvora y cápsula igual a la anterior.

Características balísticas: Velocidad media a 25 m: 802 m/s —supersónica, con cañón Browning 45'. Presión en la recámara (crusht): máxima 3500 bares. Energía en *joules* a 25 m: 14.470.

c) *Consideraciones generales a tener en cuenta.*— En todos los datos del subtítulo anterior hemos insistido mucho con

la energía cinética, y el fundamento es que esta energía tiene una estrecha relación con el efecto balístico, es decir con la herida que produzca en la víctima. Para mayor clarificación del concepto, podemos decir como ejemplo, que si le tiramos a una persona un proyectil con la mano, nunca la podríamos herir de muerte, lo que sí ocurriría si le disparamos con un arma, causándole inclusive la muerte. Esa diferencia entre el primer caso y el segundo es motivada por la energía cinética con que el proyectil sale de la boca del arma.

La energía cinética se origina en la trayectoria interna, es decir dentro del arma; cuando se enciende la pólvora propulsora que tiene la vaina, da comienzo un fenómeno con la consecuente producción de energía química; cuando el fuego transforma la pólvora en gas, esa energía química mueve al proyectil a través del cañón del arma (ánima), le hace tomar el giro sobre su eje longitudinal y cuando llega al exterior, es decir comienza la trayectoria externa, esa energía química se transforma en energía cinética.

La fórmula es: $E_c = 1/2 m \cdot V^2$, es decir directamente proporcional a la masa y al cuadrado de la velocidad.

La velocidad en la boca del arma se llama velocidad inicial y se la simboliza con V_0 , a 2 metros V_2 , a 15 metros V_{15} , etcétera.

La velocidad inicial es la que tiene mayor valor, porque a medida que el proyectil transita por el aire, la resistencia del mismo lo frena y pierde velocidad; por supuesto que a distancias cortas, como a 50 metros, no es significativa la diferencia entre la velocidad inicial y la V_{50} .

Para mantener el valor de la velocidad inicial hasta la mayor distancia posible, tiene mucha importancia la forma del proyectil, o sea el diseño; una bala esférica pierde más rápido su velocidad, ya que la resistencia del aire acciona sobre una mayor superficie, en las balas ojivales, ocurre lo contrario, el diseño aerodinámico hace que la resistencia del fluido del aire influya menos, por lo tanto la velocidad inicial se pierde más lentamente.

El otro factor importante para la energía cinética, dijimos que es la masa, que también como el cuadrado de la velocidad, es directamente proporcional; por lo tanto, es importante tener en cuenta el material con que está hecho el proyectil, ya que una simple observación nos permite apreciar que si disponemos de una bala de igual geometría y a idéntica velocidad, pero de diferente material, por ejemplo plomo o plástico, es fácil predecir que el proyectil más liviano perderá más fácilmente su velocidad durante el vuelo, y además, por ser la masa menor, también será menor la energía cinética, o dicho de otra manera, el más pesado impactará más lejos y con mayor fuerza, esto último por ser mayor la energía cinética. En este caso la única variable es el peso de la bala.

En relación con el alcance y formato del proyectil, otra observación que podemos hacer es que de dos de ellos contruidos con el mismo material, pero de distintos formatos, uno cilíndrico y el otro ojival, el último llegará más lejos y con mayor fuerza.

Una tercera observación nos puede indicar que de dos balas cilíndricas del mismo material, con la misma velocidad inicial, el mismo diámetro, pero de distinto largo, por lo tanto de distinto peso (será más pesada la más larga), la más larga impactará más lejos y con mayor fuerza (mayor energía cinética).

En el caso de dos proyectiles con igual forma pero con peso distinto, el más pesado retendrá la velocidad (energía) por más tiempo. Ello obedece a la relación diámetro-peso. Dicha relación se denomina *densidad seccional*, y su expresión matemática es

$$Ds = \frac{P}{d^2},$$

donde P representa el peso y d el diámetro.

Dicho de otra manera, la densidad seccional resulta ser directamente proporcional al peso e inversamente proporcional al cuadrado del diámetro de la bala.

Pero este análisis no está completo, ya que hasta aquí contemplamos sólo el peso y el diámetro del proyectil. Anteriormente dijimos que tenía relación también la forma, como es lógico y ya demostrado, entre la bala esférica y ojival; cuando introducimos esta nueva variante, nos encontramos con el *coeficiente balístico*, cuya fórmula es:

$$Cb = \frac{P}{d^2 \cdot K},$$

donde se deduce que es igual a decir que el coeficiente balístico

$$Cb = Ds \cdot \frac{1}{K}$$

Referencia:

P y d^2 , ya los identificamos.

K = es un adimensional que depende de la forma del proyectil. El valor será mayor para balas esféricas y menor para las ojivadas.

Mediante el coeficiente balístico se puede calcular y definir la parábola que recorre el proyectil durante su trayectoria y la capacidad de mantener la velocidad.

Para obtener mayor energía cinética y por consiguiente mayor efecto balístico sobre la víctima, sería suficiente aumentar la masa y la velocidad; en relación con la masa el aumento es limitado aun para los fabricantes, y con respecto a la velocidad tiene mucha importancia el largo del cañón; en las comparaciones que haremos a continuación lo podremos observar.

El primer ejemplo será con munición 9 x 19 mm, común, disparada por distintas armas.

Pistola Browning 9 mm, largo del cañón 110 mm. $V_0 = 350$ m/s, $V_{12,5} = 340$ m/s.

Pistola ametralladora "Halcón" 9 mm, largo del cañón 170 mm, $V_0 = 350$ m/s, con una diferencia de 60 mm, no hay variante de V .

Penetración en madera de pino:

a 25 m, 240 mm

a 50 m, 215 mm

a 100 m, 170 mm

Ese efecto de penetración fue producido por la energía cinética del proyectil.

Pistola ametralladora FMK 3/4 9 mm, largo del cañón 290 mm, $V_0 = 400$ m/s, $V_{12,5} = 390$ m/s.

Pistola ametralladora "Uzi" 9 mm, largo del cañón 260 mm, $V_0 = 400$ m/s, $V_{12,5} = 390$ m/s, con una diferencia de 30 mm, no hay variante de V .

Si observamos la diferencia en el largo del cañón entre la Browning y la Uzi (150 mm más larga esta última), vemos una diferencia en la V_0 de 60 m/s en más de la Uzi, con el mismo proyectil, es decir que a mayor largo del cañón mayor velocidad inicial, y por lo tanto mayor energía cinética.

El segundo ejemplo lo haremos con munición 7,62 x 51 mm, común, disparada por distintas armas.

Fusil FN FAL 7,62, largo del cañón 553 mm, peso del proyectil, 9,30 g, $V_0 = 840$ m/s.

Fusil automático pesado FN FAP 7,62, largo del cañón 653 mm, peso del proyectil 9,30 g, $V_0 = 849$ m/s.

La diferencia del largo del cañón es de 100 mm, y la V_0 es mayor en el FAP que tiene el cañón más largo, por lo tanto da una V_0 de 9 m/s más, teniendo en cuenta que el proyectil pesó lo mismo, además de ser las dos municiones iguales.

Otro detalle que hemos notado es que existen armas que disparan proyectiles por debajo de la velocidad del sonido, o sea las subsónicas, y otras por encima de dicha velocidad, las supersónicas; por ejemplo, todos los revólveres, a excepción

del "Magnum", tienen una V_o subsónica, y la mayoría de las pistolas tienen una V_o supersónica, mientras que todos los fusiles son supersónicos.

La balística de efecto en estos casos tiene diferencia entre unos y otros; por ejemplo los subsónicos dejan orificios de entrada no muy definidos y con bordes irregulares; los producidos por supersónicos, por el contrario, son de bordes definidos, en forma de sacabocados y regulares. Recordemos que la velocidad del sonido es de 340 m/s.

<i>Equivalencias de calibres</i>	
centésimas de pulgadas	milímetros
22	5,58
32	8,12
38	9,65
45	11,25

El estampido: El hecho de que un proyectil sea sub o supersónico tiene relación con el sonido que produce el disparo.

Cuando la púa percutora hace impacto en el fulminante, produce un sonido seco, de poca intensidad, ya que dicho fulminante es un compuesto químico encerrado en el interior de la cápsula detonante, de muy alta sensibilidad y que estalla cuando es golpeado por el percutor, iniciando el proceso de combustión. La carga fulminante está compuesta por una mezcla de clorato de potasio, sulfuro de antimonio y fulminato de mercurio.

La fórmula dada anteriormente corresponde a los fulminantes antiguos, en la actualidad sus componentes son:

El NOL 60	
Estelinato básico de plomo	60%
Tretacene	5%
Nitrato de bario	25%
Sulfato de antimonio	10%

El FA 950	
Estelionato de plomo	35%
Tetracene	3,10%
Nitrato de bario	31%
Sulfato de antimonio	10,30%
Zinconium potencial	10,30%
Dióxido de plomo	10,30%

Cuando la carga impulsora que se encuentra en la vaina de la munición, recibe por los oídos del cartucho el calor del fulminante percutado, se enciende, y es cuando la transformación química de la pólvora que de sólido pasa a estado gaseoso, produce la energía (de la que ya hicieramos mención) suficiente para impulsar con fuerza la bala. En este proceso la pólvora se enciende sin producir explosión. Algunos autores interpretan que el estampido es producido en este momento como consecuencia del disparo, y no es así, ya que la pólvora no estalla en el momento de recibir el líquido ígneo proveniente del fulminante.

El proyectil hace todo su recorrido por el cañón del arma, y al salir (o sea al iniciar la trayectoria externa) por la boca de fuego, el remanente de los gases de la carga impulsora, entra en contacto con la atmósfera, que tiene una densidad muy inferior, y produce un ruido o estallido; ahora bien, en los casos en que el proyectil tenga una velocidad inicial supersónica, también se produce otro fenómeno parecido al anterior; en este caso, al salir la bala de la boca del arma con una velocidad superior a la del sonido, al pasar la barrera de éste, produce un fuerte ruido, en la misma boca.

Cuando una persona oye el *estampido* de un disparo, el mismo puede ser producido por uno o por los dos fenómenos enunciados en el párrafo anterior. Si el disparo es producido por un revólver o por una pistola cuyo proyectil tenga una velocidad subsónica, se oye el primero, si es supersónica, se oyen los dos simultáneamente. De esta manera se puede determinar el arma con la que se efectuó el disparo sin necesidad de verla.

Ahora bien, la tecnología moderna, para evitar que se oiga el estampido, ha diseñado elementos tales como el silenciador y el freno de boca, que actúan sin incidir en la balística, pero anulando por completo el sonido; en este caso se puede oír sólo el estampido que produce el fulminante al estallar; por eso las personas que oyen un disparo cuya arma tiene silenciador, dicen que fue un estampido opaco, seco y débil.

También es cierto que hay una relación de la munición con el largo del cañón, por ejemplo en un fusil FAL, el estampido es menor que el que produce una carabina del mismo calibre.

d) *Análisis de informes de autopsias de causas juzgadas.*— En esta parte analizaremos el comportamiento de los proyectiles a la luz de los informes de las autopsias. Los ejemplos aportados son producidos por balas de 9 mm x 19, NATO - común.

1) Herida mortal a una persona del sexo masculino. Lugar: *cuello*, "en región lateral izquierda de cuello por delante del músculo esternocleidomastoideo, en su mitad se aprecia una herida ovoide de bordes contusohemorrágicos de 1 x 0,5 cm"; orificio de entrada. El gráfico muestra lugar y trayectoria.

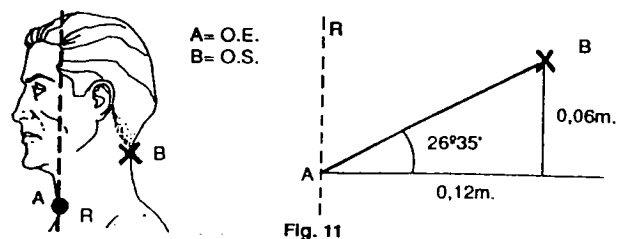


Fig. 11

Si calculamos la superficie del OE, resulta $\text{Sup} = 3,14 \cdot 5 \cdot 2,5 = 39,25 \text{ mm}^2$.

El ángulo de incidencia del proyectil, cuando penetró en el

cuerpo de la víctima, se calculó y demostró en el juicio oral, por distintos procedimientos que se desarrollan en otros capítulos, fue de $6^{\circ} 35'$, por lo tanto si consideramos la elasticidad del lugar del impacto, deducimos que hubo un achicamiento de un 37%. Si comparamos con las tablas correspondientes (IV, XIV), determinamos que habría una diferencia en más en esta herida de unos 15 mm², un error mínimo y aceptable, aunque en este caso hay una explicación, que además confirmaría por este método —aceptado en el juicio mencionado— la veracidad de la posición de la víctima al recibir el impacto.

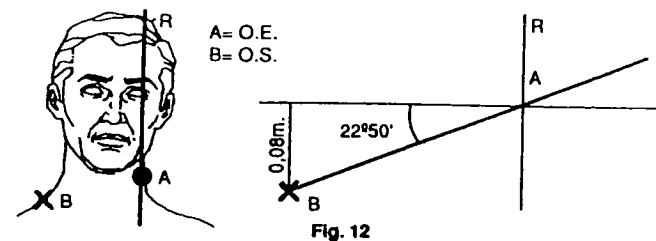
La posición de la víctima era con la cabeza hacia atrás, unos 20° , como se demostró en su oportunidad; por lo tanto, la zona del cuello, por donde penetró la bala, estaba estirada.

Cuando analicemos la elasticidad en las distintas partes del cuerpo y su variación en relación con otras zonas, observaremos que la diferencia está dentro de lo previsto. Esta aclaración es válida para todos los ejemplos que plantearemos en esta parte del capítulo, referido a las autopsias.

En lo demás la trayectoria fue limpia, no hubo influencia de gases hacia afuera, ya que no encontró en su trayectoria inicial médico-legal, ningún hueso ni músculo resistente.

Si la cabeza hubiese estado en su posición normal, con el achicamiento, la superficie del orificio hubiese sido de 24,68 mm².

2) Herida mortal a una persona del sexo masculino. Lugar: *gonión*; cuello, a nivel del ángulo inferior del lado izquierdo (*gonión*), se aprecia herida en forma ovoide, de 1 x 2 cm, de bordes invertidos...



La superficie del orificio es: $S = 3,14 \cdot 5 \cdot 10 = 157 \text{ mm}^2$. El ángulo de incidencia del proyectil, cuando penetró en el cuerpo de la víctima, según se calculó y demostró en el juicio oral, por distintos procedimientos que se desarrollarán en otros capítulos, fue de $10^\circ 10'$.

Si nos remitimos a las tablas, y considerando que siendo el lugar de impacto el cuello (la misma zona cuyo estudio se realizó para el caso anterior), el comportamiento debería ser el mismo, pero no lo es, ya que la superficie en lugar de haberse achicado, es mucho mayor. La tabla XIV indica que para este tipo de proyectil y ese ángulo de incidencia, la superficie real que debe marcar sin achicamiento, es de $62,46 \text{ mm}^2$; sin embargo, la marca verdadera superó lo previsto en un 139%, cuando —siempre teniendo en cuenta la mencionada tabla XIV—, dicho valor debería haber disminuido en un 60,6%.

Pero en este informe particular, es conveniente transcribir el informe del perito balístico en la causa mencionada. “En este caso especial, quiero detenerme en el análisis del comportamiento del proyectil, ya que en un primer momento me desorienta la magnitud del OE.

”Desde el punto de vista teórico se puede tratar de:

”a) un rebote;

”b) un error de medición del médico legista.

”Rebote no es posible, porque a pesar de no haber atravesado un cuerpo óseo, en esa zona existen cartílagos que ofrecen resistencia al proyectil; además, la trayectoria balística médico-legal, es limpia, recta y el OS guarda una proporción acorde al OE, lo que determina que penetró con el máximo de velocidad (fuerza viva), detalle importante que anula la posibilidad de rebote. A esto hay que agregar, que en caso de rebote las heridas internas no son perforantes sino *desgarrantes*, detalle que no ha observado el médico autopsiante; además se nota con nitidez en el OE un halo equimótico, producido por el choque del proyectil contra el cuerpo (en caso de rebote), que no es el mismo que si el proyectil perfora; tampoco esto fue observado por

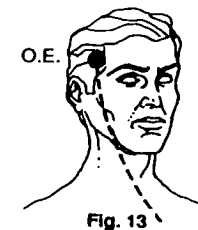
el forense, por lo tanto se descarta. Para mayor seguridad reproduzco los conceptos del doctor Raffo en la materia: 'en todos estos casos; el OE es grande, irregular o francamente desgarrado y contuso.

" 'Un error de medición se descarta en este caso, cuando se realiza una comprobación e investigación con la persona tomada como testigo o modelo, que se utilizó para las mediciones anatómicas, para el cálculo de las trayectorias. Se comprobó:

" 'Que inclinando la cabeza 10° en dirección al lugar de donde partió el disparo (la fuente de fuego), se produce en la zona impactada una acumulación de piel (arrugas), y una flaccidez de esa zona, que al penetrar el proyectil abarca en su lesión mayor superficie que la habitual, que al colocar la cabeza en su posición normal, se nota con mayor nitidez ese fenómeno, fácilmente comprobable y que en proporción daría esa magnitud de medición, para las normales que produce un proyectil de 9 mm. Para mayor aclaración significa que el médico legista, hizo la medición del OE con la cabeza en su posición normal, vertical' "

Las aclaraciones del informe pericial son suficientemente elocuentes; no hace falta entrar a profundizar más detalles; éste es un caso que se puede considerar como excepcional, pero que se tiene que tener en cuenta para llegar a una conclusión cierta.

3) Herida mortal a una persona del sexo masculino. Lugar: región temporal derecha. Herida ovoide de 2 x 0,5 cm, con bordes contusohemorrágicos, que indica el OE.

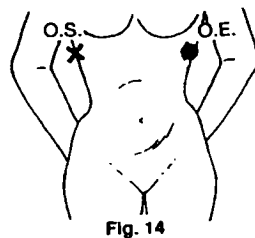


Calculando la superficie del OE, tenemos: $S = 3,14 \cdot 10 \cdot 2,5 = 78,5 \text{ mm}^2$.

Los rasgos particulares de esta herida son que no se encuentra ningún accidente óseo en la calota, a la altura del OE, por lo que se deduce que el proyectil entró entre la piel y el hueso, mientras el cuerpo iba cayendo, producto de otra herida. Hay que tener en cuenta en este caso, el lugar por el que penetró la bala, una zona donde el hueso está próximo a la piel, y que al hacerlo con una velocidad supersónica (la bala de 9 mm tiene una $V_{12,5 \text{ m}} = 345 \text{ m/s}$) produce un efecto conocido como *golpe de mina* de Hofmann, que desgarró la epidermis de la zona afectada. Se debe aclarar que se denomina de esta manera aunque en realidad el efecto no es exactamente igual sino parecido en algunos rasgos, porque estos fenómenos se dan en trayectorias externas no mayores a los 5 cm, y el caso analizado corresponde a una distancia de más de 10 metros.

Éste es uno de los casos atípicos, ya que si nos remontamos a la tabla XIV, la superficie coincidiría con un ángulo del proyectil de 45° , con una superficie sin reducción.

4) Herida mortal a una persona del sexo femenino. Lugar: cara lateral izquierda del tórax, sobre la línea media axilar, a la altura de la undécima costilla por debajo de su borde inferior, de $1 \times 0,5 \text{ cm}$.

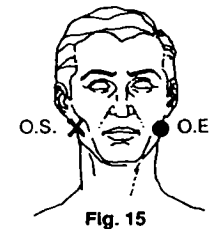


La superficie del orificio es: $S = 3,14 \cdot 5 \cdot 2,5 = 39,25 \text{ mm}^2$.

Este caso fue un rebote indirecto, ya que el proyectil antes de impactar en la víctima, había atravesado una puerta, por lo tanto la bala había perdido su movimiento de rotación sobre su eje longitudinal.

Haciendo uso de las tablas, se puede determinar que el proyectil, además de perder su rotación, demostrado por los efectos que se especifican en la autopsia y que más adelante analizaremos cuando tratemos los efectos de los rebotes en la trayectoria médico-legal, penetró con un ángulo de incidencia en relación con su eje longitudinal, de aproximadamente 70%; considerando que la zona del cuerpo por la que penetró también coincide con la elasticidad de la epidermis, la superficie de impacto fue de aproximadamente 102,93 mm².

5) Herida mortal a una persona del sexo masculino. Lugar: en la cara. Se observa a nivel de la mejilla izquierda en su parte media y tercio inferior, herida de arma de fuego con halo de Fisch, tatuaje y ahumamiento que compromete un diámetro periorificial de aproximadamente 1,03 cm.



La superficie del orificio es: $S = 3,14 \cdot 5,15^2 = 83,28 \text{ mm}^2$. Éste es un caso parecido al analizado en el punto 3 de estos estudios autopsiales, e inclusive hay una diferencia mínima con la superficie antes estudiada (78,5 mm²). Por lo considerado en la autopsia, donde se observó tatuaje y ahumamiento, se puede determinar que el disparo fue efectuado a muy corta distancia por una pistola Browning 9 mm; los estudios en polígo-

no dan una distancia de 40 a 50 cm. Quiere decir que el proyectil penetró con una velocidad de 350 m/s (supersónica), con una presión de 2500 Kg/cm², y una fuerza de 50 Kg/m. El disparo del punto 3 se efectuó a una distancia calculada y aceptada en el juicio oral de 8,12 m; esa diferencia de longitud, marca la diferencia mínima de las dos superficies (a 8,12 m, S=78,5 mm²; a 0,40 o 0,50 m, S= 83,28 mm²).

En este caso cabe repetir los considerandos del punto 3 sobre los efectos del golpe de mina, dándose más normal en este último, ya que la distancia de disparo no supera los 0,50 m.

Analizando las tablas, determinamos que el OE es un 33% mayor que el que produce el proyectil; en este caso la piel no se contrajo, sino que por el contrario, se agrandó, hecho éste motivado fundamentalmente porque es una zona donde la piel tiene menor elasticidad, por el efecto del proyectil al impactar en la piel de esa zona muy próxima al hueso, y por los efectos que los gases y el vacío del proyectil producen contra la parte ósea (recordemos que la fuerza viva de la bala llega superando la velocidad del sonido).

Se podrían tomar muchos más casos de autopsias, pero con los ya estudiados es suficiente para aclarar las ideas en el tratamiento y estudio de los orificios de entrada. Cada uno deberá analizar sus propios casos y profundizar las conclusiones.

e) *El rebote.*— El rebote es una particularidad que se da en la balística, y su estudio reviste una importancia capital cuando aplicamos estos conocimientos técnicos en los juicios, donde se define la culpabilidad o inocencia de un procesado.

Vamos a separar el estudio en dos tiempos, su identificación en el tramo de la trayectoria externa y los efectos en la trayectoria médico-legal.

El primer tiempo lo analizaremos en este título, el segundo se analizará cuando desarrollemos el tercer tramo de la trayectoria.

Si tenemos en cuenta la filosofía que aplicaron los legisla-

dores cuando trataron las leyes del Código Penal y sus modificaciones, la 11.179, 21.338 y 23.077 en especial, y sin querer invadir zonas que les corresponden a los penalistas, jueces, abogados, etc., podemos observar que cuando se aprueban los arts. 79 a 88, de los delitos contra la vida, se hace diferencia entre matar con intención o matar sin intención, ya sea por negligencia, error, accidente, etc., pero cuando una persona dispara un arma y mata: ¿cómo se puede determinar en todos los casos la diferencia?

El art. 80 del Cód. Pen. otorga la pena máxima cuando alguien mata por: "...2º) *Con ensañamiento, alevosía...*; 3º) *Por precio o promesa remuneratoria*; 4º) *Por placer, codicia, odio racial o religioso...*".

El art. 84 del mismo cuerpo de normas, reprime con prisión de 6 meses a 3 años, al que por imprudencia, negligencia, impericia en su arte o profesión o inobservancia de los reglamentos o de los deberes a su cargo, causare a otro la muerte.

Hasta llegar al art. 34 (inimputabilidad), en que se absuelve al que matare, a los que obraren en cumplimiento de un deber o en legítimo ejercicio de su derecho, autoridad o cargo; al que obrare en defensa propia o de sus derechos, etcétera.

Es indudable que de las pruebas aportadas en juicio, es el magistrado quien decidirá en cuál de las tres categorías encuadrará al imputado; pero también es verdad que el perito balístico, entre otros, deberá aportar pruebas, para encuadrar el caso en algunos de los artículos mencionados; ¿de qué forma utilizó el arma?, y ¿con qué intención? Si se puede demostrar, habremos transitado gran parte del camino. Hay que recordar que un buen perito es aquel que puede interpretar el idioma de los elementos que estaban en el lugar del hecho.

Cabe aceptar las críticas de algunos peritos balísticos, quienes pueden opinar que esta parte escapa de lo absolutamente técnico, pero ¿quién puede definir el límite entre lo técnico y lo subjetivo? y ¿cuántas veces, partiendo de lo subjetivo, se llegó a la verdad?

En primer lugar, recordaremos algunas definiciones:

— *La puntería*: El diccionario de la Real Academia la define como la acción de apuntar un arma —dirección del arma apuntada—; destreza del tirador para dar en el blanco. Juan C. Larrea, en su libro *Manual de armas y tiro*, dice: “La puntería o acción de apuntar un arma es el conjunto de acciones llevadas a cabo por el tirador tendientes a lograr la mayor eficacia en el disparo de un arma de fuego”.

— *La línea de tiro*: (LT), es la línea recta imaginaria que partiendo del ojo del tirador, pasa por la abertura o ranura media del alza, se prolonga por la cúspide del guión y finaliza en el punto a apuntar (PA), o sea el blanco.

Sobre este punto hay que hacer aclaración, para distinguir la variante que se produce en el disparo.

— *Punto a apuntar*: (PA), es el lugar al que se dirige la línea de tiro.

— *Punto apuntado*: (Pa), es el lugar al que se hallaba efectivamente dirigida la línea de mira, al momento de producir el disparo.

— *La línea de mira*: Es la línea recta imaginaria que une la abertura o ranura media del alza, con la cúspide del guión del arma.

— *La línea de impacto*: (En los disparos a corta distancia es recta, en los de larga distancia es curva), es la línea imaginaria que parte de la boca del arma de fuego y llega al blanco, donde produce el punto de impacto.

— *Punto de impacto*: (PI), es el sitio en que el proyectil, al finalizar su trayectoria, hace impacto. Para que el disparo sea acertado, el punto de impacto debe ser aquel donde el proyectil intercepta la línea de mira.

Ya comentamos que hay factores que influyen sobre la trayectoria: vientos, humedad y fundamentalmente la fuerza de

gravedad, que atrae el proyectil hacia la tierra, haciendo variar esa trayectoria notoriamente, variando por ende la puntería. Luego de abandonar la boca de fuego, por acción de la gravedad, el proyectil tiende a bajar, colocándose de tal modo por debajo de la prolongación de la línea imaginaria del eje del ánima, y cuanto más alejado esté el blanco, más se notará este efecto.

Generalmente el punto de impacto no coincide con el punto apuntado, no sólo por lo enunciado precedentemente, que en ese caso tendría mayor notoriedad en los disparos a distancias largas, sino además, porque pueden ocurrir dos clases de errores: a) el mecánico, y b) el personal.

a) El mecánico es la diferencia que se produce entre los dos puntos mencionados precedentemente (PI, PA), por factores del material, pólvora, factores climatológicos, deformación del calibre del arma que efectuó el disparo, vibración del cañón, diferencia en la munición, diferencia en la carga impulsora, etcétera.

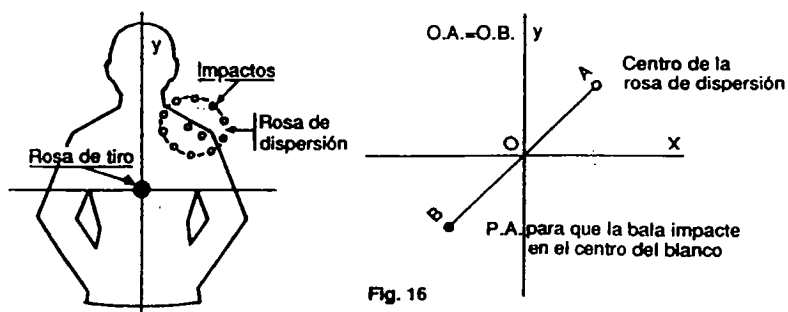
Esto se puede comprobar. Si tomamos un arma, la ubicamos con un montaje especial, de forma tal que su posición no pueda sufrir ninguna variación por efecto de los sucesivos disparos, ni que tenga influencia ningún factor humano, y dirigimos el fuego contra un blanco totalmente inmóvil, se constatará que lo que teóricamente tenía que ocurrir, no ocurrió, hubo variación entre disparo y disparo. Éste es el efecto que se conoce como *dispersión*, que es común en toda arma de fuego; pero no hay que confundirla con la dispersión de la munición de un disparo de escopeta; nos referimos exclusivamente a la munición unibala.

b) El personal es la diferencia entre los mismos dos puntos mencionados (PI, PA), y se produce por factores humanos, por ejemplo: mal pulso, incorrecta orientación de la línea de mira, tirones bruscos en la cola del disparador, mala visibilidad o alteración de ella por reflejos de la luz natural o artificial, etc.

Esta suma de circunstancias, producto exclusivo de los errores del tirador, se conoce como *dispersión atribuida al tirador*.

El fenómeno de dispersión es fácilmente detectable y resulta corregible. Para ello se toma un blanco y en el centro se traza un sistema de ejes cartesianos ortogonales planos, es decir una línea horizontal y una línea vertical, dividiendo al blanco en cuatro cuadrantes. El punto en que estas dos líneas se cortan se denomina *rosa de tiro*, y es el sitio ideal donde se deben producir los impactos. Pero al examinar el blanco el tirador va a apreciar que los impactos están concentrados y desplazados sobre alguno de los cuatro cuadrantes. Si unimos todos los orificios externos de esa concentración con un lápiz, estamos dibujando la *rosa de dispersión*, y para corregirla, el tirador deberá apuntar al blanco ya no al centro, sino desplazando el punto a apuntar (PA) en el sentido contrario y a la misma distancia del centro de la *rosa de dispersión*.

Para mayor claridad reproducimos el siguiente gráfico explicativo:



Es decir que apuntando a una persona y tirándole a matar, el tirador puede errar o pegarle en una zona donde no apuntó; esto les ocurre en especial a los tiradores poco avezados o sin experiencia.

A pesar de estas diferencias, una muerte producida por disparo de arma de fuego, previa puntería, puede significar inten-

ción de matar, mucho más si no se puede probar que el portador del arma de fuego tenía sólo la intención de asustar o de jugar con la víctima.

Cabe aclarar que no sólo se puede decir que se apunta cuando la línea de mira está a la altura de los ojos, sino que con práctica se puede apuntar desde la cintura o desde otra posición distinta. Podemos decir en general que apuntar es dirigir con precisión la boca del arma hacia el blanco.

El *rebote* tiene como característica muy particular, que el punto de impacto se encuentra a una gran distancia del punto apuntado, producido generalmente por interposición de otro cuerpo animado o inanimado.

Podemos distinguir dos clases de rebotes: *a)* directo; *b)* indirecto.

a) El rebote directo es el más común y ocurre cuando el proyectil al chocar con un cuerpo extraño, desvía notablemente su trayectoria (rompe la línea recta de la trayectoria), por ejemplo cuando choca contra un hierro, chapa (según el calibre), pared, la superficie del agua, etc. Tiene mucha importancia saber que un factor decisivo para producir un rebote es el ángulo de incidencia con que el proyectil impacta sobre el cuerpo extraño.

Al respecto, Juan C. Larrea nos dice: "Este elemento que altera notablemente la trayectoria del proyectil, resulta del impacto de éste en su avance hacia el blanco, con ángulo de pequeño impacto, contra suelos duros, césped fino o superficie de agua. Las consecuencias son la pérdida de estabilidad, un avance irregular, falta de dirección y pérdida de fuerza".

Recordemos que nos referimos exclusivamente al tramo de la trayectoria externa, ya que la médico-legal presenta características muy particulares.

b) El fenómeno de rebote indirecto, al igual que el anterior, tiene características similares en el tramo médico-legal, pero en la trayectoria externa se produce cuando impacta en una vícti-

ma que está detrás de otro cuerpo animado o inanimado, pero fundamentalmente cuando el tirador no ve a la víctima.

Los ejemplos van a clarificar la idea: cuando un disparo atraviesa una puerta totalmente de madera e impacta en una persona es un rebote indirecto, produce el efecto correspondiente en la trayectoria médico-legal. En este caso el punto apuntado está más cerca del arma de fuego, que el punto de impacto.

No ocurre lo mismo, si la víctima está detrás de una vidriera, o sea que el tirador lo ve, aunque el efecto de la trayectoria médico-legal puede ser igual a la del rebote, el punto apuntado es igual o próximo al punto de impacto.

Hay otros fenómenos muy particulares que se pueden producir, como por ejemplo: el semi-rebote; esto ocurre en algunos casos con las balas encamisadas, cuando se efectúa el disparo, golpea sobre un cuerpo duro, deja en ese lugar la camisa y el núcleo sale en otra dirección e impacta en una persona. Este caso hay que analizarlo profundamente, en especial en los efectos, ya que puede llevar a la confusión de que hubo dos disparos.

Más impreciso es el caso del disparo de un cartucho de escopeta, cargado con perdigones o postas, ya que algunos pueden rebotar y otros pueden continuar en su trayectoria normal. En estos casos hay que determinar el lugar de rebote y reconstruir la posición del tirador y la línea de tiro.

Existen balas particulares, llamadas atípicas, no convencionales, que en cada caso producen un *efecto* especial, que estudiaremos en un desarrollo posterior.

f) *Consideraciones de otros autores* *.— No es nuestra

* El texto que se incluye en el desarrollo del presente apartado pertenece a terceros, como se especifica, salvo nuestros propios comentarios sobre el particular. Cabe señalar que las transcripciones efectuadas han sufrido algunas modificaciones de forma —no así de fondo—, con el objeto de adaptarlas a la diagramación de esta obra.

intención plagiar trabajos de otros autores que se expidieron sobre el tema, ni utilizar sus esfuerzos con fines personales, pero teniendo en cuenta que en este tema aun hay mucho que recorrer y aportar, por los que estén interesados en profundizar, para llegar a elaborar una teoría cierta, veraz y precisa, que sirva para el esclarecimiento de hechos delictivos, creemos conveniente agrupar todas las opiniones existentes hasta la fecha sobre el particular, analizarlas, actualizarlas y disentir si fuera necesario, para que cada uno saque sus propias conclusiones y pueda investigar y aportar nuevos elementos, para cumplimentar los fines previstos.

Dice Bonnet, en su libro *Lecciones de medicina legal*, en su tercera parte, capítulo 9, "Lesiones por arma de fuego", II) Orificio de entrada.

A) NÚMERO

El orificio de entrada por lo general es único, correspondiendo al proyectil que ha sido disparado, pero puede ocurrir que un solo proyectil origine múltiples orificios cuando planos de distintos clivajes (brazo y tórax, o muslo y escroto) son atravesados por la bala, o bien un solo orificio es producido por varios proyectiles, lo que por lo general ocurre cuando al percutir el proyectil, éste se encuentra atascado en el cañón y sólo sale del mismo con la segunda bala, empujada y unida a ésta.

También se observa como una característica nueva por ráfagas de disparos efectuados por armas de fuego portátiles (metralletas) de gran precisión y alta velocidad de repetición de tiro.

— *Opinión del autor sobre este apartado:* Es indudable que cuando el doctor Bonnet escribió su libro, las armas portátiles cortas, como revólveres y pistolas, no tenían el adelanto actual en su técnica, velocidad de tiro, velocidad del proyectil, pólvora con que se cargan esos proyectiles, etc. Sólo citamos un ejemplo: en ese momento la pistola de uso común, para las Fuerzas Armadas, Seguridad y la delincuencia bien armada, era

la pistola Ballester Molina o Colt 45; el proyectil tenía una velocidad de 248 m/s, es decir es subsónica; la de uso actual, la 9 mm Browning, tiene una velocidad de 345 m/s, es supersónica. Por lo tanto, pensar que un proyectil que quede en el cañón puede ser arrastrado por el otro que se dispare *a posteriori*, es muy difícil, generalmente si esto llegara a ocurrir lo más probable es que se produzca un accidente en el arma (explosión del cañón) con el consiguiente peligro para la seguridad del tirador.

En relación con el segundo párrafo, es casi imposible que dos balas entren por el mismo orificio; para mejor ilustración nos remitimos al informe de precisión publicado por Fabricaciones Militares, como propaganda de la pistola Browning 9 mm: "Sobre 10 disparos a 50 m, todos los impactos deben estar en un blanco de semiperímetro de 200 mm". Ésta es la rosa de dispersión de una pistola que tiene una óptima precisión. Con respecto a la pistola 45 Ballester Molina, dice: "Sobre 5 disparos a 14 m, todos los impactos deben estar en un blanco de 100 mm de diámetro". Es también la condición de óptima precisión de esta arma. Con estos ejemplos están demás mayores aclaraciones sobre el particular.

B) FORMA

1) *En relación a sí mismo*: Por lo general el orificio de entrada es redondeado, regular, pero puede no serlo en virtud de dos razones: *a)* en razón de la influencia de las fibras elásticas de acuerdo con las Leyes de Filhos-Langer; *b)* en razón de que el disparo ha sido efectuado sobre un plano cutáneo situado sobre otro óseo. Los gases de la pólvora que salen juntamente con el proyectil, al encontrar resistencia para expandirse, vuelven hacia atrás, desgarrando por estallido la piel. El orificio adopta entonces una forma estrellada o crateriforme que hace recordar al de una herida contusa. Por lo demás, los tejidos subcutáneos están ennegrecidos y todos los elementos que constituyen el *tatuaje* se hallan depositados en el interior, configurando en todo el *golpe de mina* de Hofmann, y que para mayor claridad preferimos llamarlo *boca de mina*. Todos los

autores (y también nosotros) están contestes en admitir que este fenómeno no se produce a distancias mayores de los cinco centímetros (entre boca del arma y plano cutáneo) con las armas cortas clásicas (revólver y pistola).

2) *En relación al de salida:* Será igual (excepcional) cuando el ángulo de entrada es igual al de salida y los medios atravesados tienen una densidad uniforme; será más pequeño que el de salida (caso de mayor frecuencia) cuando el ángulo de entrada es recto y el de salida agudo; los medios atravesados son de densidad diferente, lo que provoca deformación del proyectil y también cuando éste arrastra esquirlas óseas o partículas extrañas; será mayor que el de salida (poco frecuente) cuando el ángulo de entrada es agudo y el de salida recto; o cuando el proyectil ha penetrado juntamente con otro cuerpo extraño.

— *Opinión del autor sobre este apartado:* Manteniendo el mismo concepto sobre el adelanto técnico actual de las armas de fuego cortas, podemos agregar sobre el punto 1, que no es tan común observar el orificio de entrada sobre la epidermis en forma redondeada. De los cinco casos de autopsias que analizamos en esta obra, sólo uno informó el forense que es redondeado, con un diámetro aproximado de 1,03 cm. Uno de los motivos más importantes es que los proyectiles han tomado velocidades supersónicas, por lo que el impacto que producen al arribar al blanco, hace un efecto más traumático y se nota más el efecto del ángulo de incidencia cuando arriba a la víctima; cuando el ángulo de incidencia es cero, en ese caso sería redondeado o circular. Otro detalle que podemos resaltar es que cuando el proyectil tiene una velocidad supersónica los bordes del orificio de entrada, son más nítidos y regulares, por el contrario para los proyectiles con velocidades subsónicas, no son tan nítidos ni regulares.

En relación con el mismo punto, podemos agregar que las experiencias recientes han detectado que con proyectiles supersónicos, la *boca de mina* se puede observar a mayores distancias de los cinco centímetros; este fenómeno, en estas circuns-

tancias, se observa hasta los 30 cm. Cuando se presente un caso de estas características, es aconsejable que el perito efectúe con el arma cuestionada, un disparo testigo sobre un animal muerto, en un lugar de similares características (por ejemplo donde el hueso está próximo a la piel), y determine qué efecto de *boca de mina* realiza esa arma y con proyectiles también similares al usado en el hecho.

C) PUERTA DE ENTRADA

Las características difieren, según se trate del plano de ropa o del plano corporal.

1) *Plano de ropa*: Se pueden distinguir las características siguientes:

a) Signo de *deshilachamiento crucial* de Rojas. Cuando el disparo se efectúa *a boca de jarro* o *a quemarropa*, el orificio de entrada es irregular, a menudo en forma de cruz —de ahí el nombre que le hemos dado— y en sus bordes se pueden observar quemaduras, granos de pólvora, ahumamiento.

b) Signo de la *escarapela de Simonín*. Ocurre con los disparos *a boca de jarro* y está representado por una serie de círculos concéntricos producidos por el ahumamiento, ubicados sobre la cara del plano de ropa que contacta directamente con la piel, semejando una escarapela. Partiendo del orificio de ropa hacia afuera se tienen sucesivamente: un primer anillo de ahumamiento; un segundo no ahumado y un tercero nuevamente ahumado.

c) Signo del *calcado* descrito por nosotros en los disparos *a boca de jarro*. Ocurre cuando debajo de un plano de ropa existe otro de color blanco. El humo producido por el disparo al depositarse sobre el plano blanco reproduce como si hubiera sido *calcado*, la trama del que se halla por encima de él.

2) *Plano corporal*: El proyectil, al penetrar en el organismo, determinará una lesión con características particulares según sea el plano que atraviese.

a) *En superficie*: Podrá atravesar cualquier sector de piel, determinando una solución de continuidad con las caracte-

rísticas que hemos descripto al hablar del número y forma del orificio, pero también podrá penetrar por un *orificio natural*, por ejemplo bucal o nasal. Una clasificación de ellos hemos propuesto con Cuelli y es la que contiene el cuadro que insertamos a continuación.

I) Craneales	1) auriculares
	2) oculares
	3) nasales
	4) bucales
II) Abdómino-genitales	1) anales
	2) vaginales
	3) uretrales

La importancia de su conocimiento reside en que de existir, pueden plantear serios problemas médico-legales y policiales, al no precisar con exactitud dónde asienta el orificio de entrada.

b) *En profundidad*: Corresponde estudiar las particularidades del plano óseo, del músculo aponeurótico y del visceral.

1) A nivel del plano óseo es dado registrar los signos de Benassi, del *embudo*, la existencia o no de fisuras, y el signo de Chavigny.

i) El signo de Benassi "...es el anillo de ahumamiento producido alrededor del orificio de entrada, en el plano óseo, cuando el disparo ha sido hecho con el arma aplicada contra el plano cutáneo". Se encuentra especialmente en los disparos suicidas efectuados sobre el cráneo (temporales, parietales, frontales). Su importancia radica en que:

— es signo de orificio de entrada;

— resiste la acción de la putrefacción, aun cuando ésta haya destruido todas las partes blandas.

Por lo demás el signo de Benassi, en los casos de difícil diagnóstico puede ser investigado histopatológicamente, como lo hemos demostrado recientemente en colaboración con el

doctor Pedace. Hemos constatado asimismo que microscópicamente —el signo de Benassi— deja de ser simple ahumamiento, para convertirse en tatuaje propiamente dicho, ya que se pueden observar micropartículas de pólvora, lo cual es altamente significativo como orificio de entrada y como distancia a la que ha sido efectuado el disparo.

ii) El signo del *embudo*, así llamado por nosotros, señala la dirección de un proyectil al atravesar la calota craneana de lado a lado. Supongamos que el proyectil haya penetrado por la región occipital. Situamos a nivel de la tabla externa del orificio de entrada el vértice de un cono truncado, mientras que la base del mismo está en el orificio de salida, tendremos entonces las características siguientes:

— A nivel del plano músculo-aponeurótico no existen características significativas. La aponeurosis, por no tener casi fibras elásticas, reproduce bastante fielmente el diámetro del proyectil si éste no está deformado, y en cuanto al músculo, por su riqueza vascular y fascicular es asiento de una acentuada infiltración sanguínea (expresión de lesión vital, puesto que en el cadáver no ocurre) y ostenta un orificio de entrada irregular.

— A nivel de los órganos viscerales, y particularmente del pulmón, se tiene:

- el signo del *halo hemorrágico visceral* (Bonnet), y
- la disposición en *estrella*.

El *halo hemorrágico visceral*, es un anillo contuso, dispuesto excéntricamente al orificio de entrada, observándose en disparos hechos a *corta distancia*. No lo hemos observado nunca a nivel del orificio de salida.

En cuanto a la disposición en *estrella*, lo hemos constatado en el bazo, y no en otras vísceras, interpretándola —además de ser patrimonio de *entrada*— como resultado de la gran vascularización y friabilidad del órgano.

c) *Región frontal (entrada)*: 1) *Tabla externa*: Pérdida de sustancia, regular, redondeada en *sacabocado* (fig. 17).

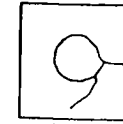


Fig. 17

II) *Tabla interna*: Pérdida de sustancia, irregular, de diámetro mayor que la anterior y a bisel interno (la irregularidad es porque el proyectil *empuja* la tabla interna y arrastra pequeñas esquirlas óseas pertenecientes a la tabla externa) (*fig. 18*).

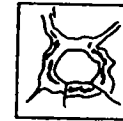


Fig. 18

d) *Región occipital (salida)*: I) *Tabla interna*: Pérdida de sustancia, regular, redondeada en *sacabocado*, de diámetro mayor que los pertenecientes a las tablas externa e interna del orificio de entrada (*fig. 19*).



Fig. 19

II) *Tabla externa*: Pérdida de sustancia, irregular, de diámetro mayor que la anterior y a bisel. La razón reside no sólo en el arrastre de esquirlas óseas provenientes de la tabla interna, sino también en que el proyectil se ha deformado (*fig. 20*).



Fig. 20

El esquema permite orientarse pericialmente respecto de cuál es el orificio de entrada y de salida en una calota craneana.

i) Signo de las fisuras irradiadas de un orificio producido por un proyectil sobre un plano óseo. Constituyen presunción de orificio de entrada pero nunca certeza, pues también se pueden desprender del orificio de salida y aun reunirse unas con otras.

ii) El signo de Chavigny, mencionado por Balthazard, consiste en que frente a dos orificios de entrada a nivel de la calota craneana se puede, analizando las fisuras irradiadas de uno y otro, establecer su orden de producción. Entonces, las fisuras que irradiadas de uno de los orificios, se detienen en los correspondientes al otro, son fisuras pertenecientes al segundo orificio.

g) *La piel.*— Como ya anticipáramos, vamos a realizar un pequeño análisis de la piel, para determinar las causas de los distintos efectos sobre ella.

Al igual que cuando tratamos el *orificio de entrada* y dijimos que es un tema específico de la medicina legal, en este particular lo podríamos repetir, y agregar que el estudio se basa en la necesidad del conocimiento por parte del perito balístico para interpretar algunos fenómenos que se pueden presentar.

1. *Características de la piel.* Su grosor total varía entre los 0,5 mm en los párpados y los 3 mm en las palmas y plantas, donde la epidermis alcanza también su mayor grosor.

Se puede estimar el grosor, aproximadamente, pellizcando un pliegue de piel con los dedos.

En la práctica, se la clasifica en: *fina*, menos de un milímetro; *mediana*, entre uno y dos milímetros; *gruesa*, más de dos milímetros.

La piel normal es lisa, elástica, deslizable y plegable, salvo en ciertas zonas adherentes a los planos profundos, de consistencia blanda, de color, pigmentación y temperatura uniforme, lubricada por la secreción de sus glándulas, pero seca.

Hay que tener en cuenta que la lubricación se produce en los cuerpos con vida, por si se quiere realizar algún experimento con piel de cadáveres.

Según su grado de adherencia a los planos profundos, la piel puede ser flácida, laxa o adherente. De estas características dependen las distintas reacciones, según el disparo haya impactado en el abdomen, en la cara, en el cuello, en los miembros superiores o inferiores, en los glúteos, en los senos de una mujer, etcétera.

2. *Líneas de Langer y de Kraissl.* Las fibras elásticas de la dermis se disponen en líneas, cuyo esquema trazó Langer en 1861. En 1892, T. Kocher indicó que la incisión se debe desplazar paralelamente a las líneas de Langer, para obtener una buena cicatriz.

Kraissl, en 1951, revisó tales conceptos con un criterio más funcional, componiendo un nuevo esquema. Este autor, basado en estudios propios y ajenos, sostiene:

a) Por trabéculas conjuntivas, la piel es solidaria a la aponeurosis, y por medio de ésta, a los músculos subyacentes; debido a tales trabéculas, al moverse los músculos, la piel los acompaña en su desplazamiento. Por eso es muy importante conocer la posición del cuerpo, y por lo tanto de los músculos, en el momento de recibir el impacto, ya que la piel, que es por donde penetra el proyectil, acompaña a ese músculo.

b) Al contraerse los músculos subyacentes, la piel se acorta, mediante finas arrugas, visibles o no, según la región de que se trate.

Dichas arrugas, lógicamente, son transversales al músculo subyacente.

Éste es el caso que tratamos cuando vimos en "Análisis de informes de autopsias de causas juzgadas" (punto 7, ap. d-2), disparo en el cuello. El músculo subyacente se contrajo, la piel se acortó y formó finas arrugas, de ahí las medidas del OE.

c) Si se efectúa una incisión paralela a las fibras muscula-

res, la cicatriz se adherirá a ésta; la contracción repetida del músculo producirá una reacción inflamatoria, con engrosamiento y retracción de la cicatriz, que dificultará los movimientos, sobre todo si el penículo adiposo es escaso.

En balística se debe reemplazar la cicatriz por la herida que produce el proyectil al penetrar; las consecuencias son similares.

d) En cambio, si la incisión se hace transversalmente, la cicatriz se confundirá con las arrugas de que hemos hablado, y las adherencias cicatrizales sólo simularán una exageración de los tractos conjuntivos normales, no interfiriendo la contracción.

e) Langer determinó sus líneas mediante pequeñas incisiones efectuadas en la piel estática del cadáver, no en el vivo.

f) De los dichos se deduce que al efectuar las incisiones, se debe tomar en cuenta el efecto dinámico de las contracciones musculares sobre la piel, más que el efecto estático de las fibras elásticas dérmicas.

Este apartado reafirma lo sustentado en muchas oportunidades por nosotros, cuando decimos que tenemos que tener en cuenta, para los análisis balísticos, que el cuerpo que recibe un impacto de bala, debe estar en un estado dinámico y no estático, a no ser que la víctima no se haya dado cuenta de que le iban a disparar o no haya visto al agresor.

No hace falta recordar de memoria los esquemas de Kraissl, pues sus líneas se demuestran de varias maneras:

1) En la piel con arrugas, simplemente siguiendo a éstas.

2) Recordando que las líneas de Kraissl son transversales a las fibras de los músculos subyacentes, con excepción de los párpados, cuyos pliegos son paralelos a las fibras del orbicular, producidos por el elevador del párpado superior.

Para completar este capítulo, agregaremos un estudio realizado en el Hospital Militar Central, que fue publicado en la "Prensa Médica Argentina", del 17 de noviembre de 1978, vol. 65, n° 18, titulado *Heridas por proyectil de armas de fuego*

portátiles, llevado a cabo por los doctores Raúl Eduardo Maríne, José Rafael Mur, Carlos Alberto Giraldi, Carlos Alberto Buduba, José Raúl Buroni, Ricardo Ferreira, Gustavo Barbosa y Juan Carlos Caldeiro.

“La vulnerabilidad de las distintas partes del cuerpo es muy variable, y por lo tanto es casi imposible fijar un límite inferior a la energía necesaria para dejar a un hombre fuera de combate, pero en general se admite que la energía total necesaria, es de alrededor de 10 kgm.

”Habitualmente las variables que hay que considerar al tratar los efectos del proyectil sobre los tejidos son las siguientes: penetración, coeficiente balístico del proyectil, velocidad remanente, resistencia de los tejidos atravesados, elasticidad de los mismos, deformación del proyectil en el choque y esquirlas producidas por los propios tejidos (principalmente el óseo). Tienen que ver con la penetración, la forma de la punta, su calibre, su peso, la energía, la velocidad y el medio que constituye el blanco. A los fines prácticos es de hacer notar que el efecto de ‘choque’ es inverso al efecto de penetración, hecho notable en las pistolas usadas en nuestro ejército; la diferencia entre el gran ‘choque’ producido por el proyectil de la pistola 11,25 mm, y la gran penetración producida por la pistola 9 mm. Otro hecho de considerable importancia es la deformación que sufre el proyectil al alcanzar el blanco; en este trabajo el proyectil pierde energía, pero aumenta su capacidad de destrucción; en esa idea, es que se han construido las balas segmentadas y las balas ‘dum dum’ ”.

CAPÍTULO III

TRAYECTORIA O BALÍSTICA MÉDICO-LEGAL

La trayectoria que da título al presente capítulo estudia la balística de efecto dentro del cuerpo humano, y es tratada por los médicos legistas. La podemos definir como el segmento de trayectoria que va desde el orificio de entrada (OE) al orificio de salida (OS), y si bien podrá ser sobre un cuerpo animado o inanimado, para los fines balísticos estudiaremos este tramo de trayectoria sobre los cuerpos animados o víctimas, cuya muerte sea motivada por un disparo de arma de fuego. Esta parte de la trayectoria es llamada también *balística secular*.

Es en este tramo de donde se extrae el informe de la autopsia.

De ahí la importancia del profesional que actúa y de su idoneidad, ya que en la mayoría de los casos es el punto de partida para el trabajo de los peritos balísticos, que intervienen en la causa después de un período prolongado de haberse producido el hecho.

Una mala medición de la herida o una interpretación erró-

nea del OE, o bien una mala descripción de su trayectoria, en ese tramo, haría imposible el esclarecimiento de lo ocurrido por parte de los peritos intervinientes.

Sobre este sector de la trayectoria existen varios textos de consulta, cuyos autores, todos médicos legistas, dan su opinión generalmente desde el punto de vista médico; nosotros, sin apartarnos de las hipótesis ciertas ya investigadas, desarrollaremos el tema aplicando preferentemente el concepto balístico.

Uno de los temas a analizar primeramente es la semántica técnica a aplicar, ya que las distintas obras de los varios autores no son contestes en ello, tornándose entonces muy difícil lograr su comprensión.

Este particular fue motivo de un debate en el "Primer Congreso de Peritos en Criminalística", realizado por la Gendarmería Nacional, del 24 al 28 de junio de 1985, al que asistieron entre otros, el profesor doctor Avelino V. Do Pico, el comandante principal de Gendarmería Nacional Juan Augusto Piacquadio, y el perito Miguel E. Manzo Sal.

En dicho Congreso se propuso formar una comisión *ad-hoc* que fuera receptora de definiciones y vocablos cuyo uso se crea conveniente, y que dicha comisión evalúe para su unificación un *glosario de términos*, con sus definiciones y reales alcances, como ellos mismos definieron y como en su resolución continuaban expresando: "...este esfuerzo tiende a unificar conceptos y precisar el vocabulario pericial, y así permitir la *tipificación*, con un enfoque orgánico básico, de interés tanto para la confección, como para la respuesta de criteriosos *cuestionarios judiciales*".

Hasta la fecha no se ha observado un adelanto en esta cuestión, pero aunque no se haya configurado esa comisión, la intención es buena, el problema subsiste, por lo que de una u otra manera resulta conveniente tener siempre presente la necesidad de manejarse con una semántica técnica unificada.

En la "IV Jornada Nacional de Criminalística", realizada en

la ciudad de Salta en el mes de diciembre de 1990, hicimos referencia a este tema, cuando tratamos el método por descarte, en un trabajo presentado y expuesto en dicha oportunidad.

En él exponemos la necesidad de redefinir algunos conceptos, basándonos fundamentalmente en el hecho de que algunos autores hacen mención de las mismas cosas dándoles distintas denominaciones.

Dijimos que este tramo de la trayectoria comienza en el OE, aclarando que este orificio es el punto final del segmento anterior de trayectoria (la externa). Por lo tanto, dicho punto sería común para las dos: el final de la anterior y el principio de la siguiente.

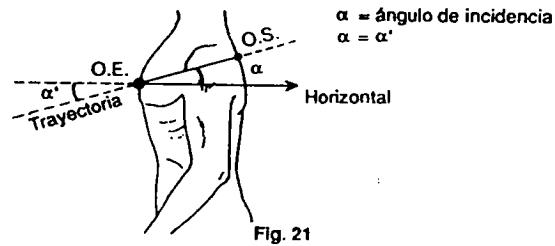
Ya analizamos detalladamente qué es el OE; ahora estudiaremos qué sucede inmediatamente después de entrar el proyectil. Para poder poner un límite imaginario, diremos que en el tramo anterior estudiamos los efectos que produce la bala en la epidermis, y en el actual el que ocasiona a partir de la dermis, aunque debemos tener en cuenta que en muchos pasajes del análisis, vamos a mencionar el OE en su totalidad.

En primer lugar y siguiendo con el método de los segmentos de trayectorias anteriores, vamos a aclarar y unificar criterios sobre algunas definiciones:

1. ÁNGULO DE INCIDENCIA

La definición la dimos cuando tratamos en la trayectoria externa, el tema *orificio de entrada del proyectil*.

Algunos autores, erróneamente, lo llaman ángulo de choque o ángulo de penetración, en realidad el ángulo de incidencia es el que se forma inmediatamente, cuando perfora el cuerpo, por lo tanto, el vértice es el OE, y se forma hacia adentro del cuerpo, como se ve en el gráfico:



El valor es igual al que se forma hacia afuera, ya que el vértice es el mismo. Aplicando la premisa matemática de que dos ángulos opuestos por el vértice son iguales, comprobamos que estos dos ángulos, son iguales.

No se debe confundir el ángulo de incidencia con el de oscilación, desarrollado también cuando tratamos el tema de *origen de entrada del proyectil*.

Es conveniente aclarar la diferencia entre dos ángulos que son motivo de confusión.

En el ángulo de incidencia hay que tener en cuenta la posición del cuerpo.

2. ÁNGULO DE PENETRACIÓN

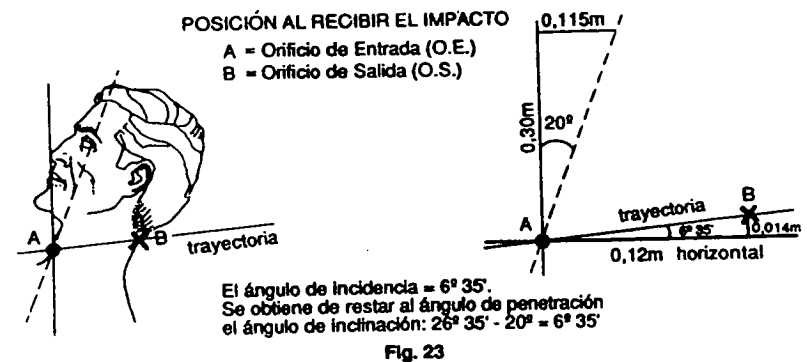
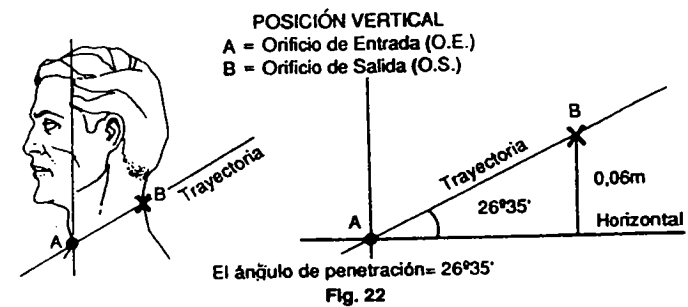
Es el ángulo formado por la horizontal del OE (en este caso, el cuerpo se considera siempre en posición vertical al suelo) y la trayectoria del proyectil.

Como se puede notar, la diferencia entre uno y otro estriba en considerar la posición del cuerpo, mientras que en el de incidencia tiene que ver la posición que tenía el cuerpo en el momento de recibir el impacto, ya que si está agazapado o inclinado, el ángulo va a ser distinto.

Reiteramos el concepto, porque es muy importante diferenciar ambos ángulos para poder aplicar el método por descarte.

El ángulo de incidencia siempre es igual al ángulo de tiro, el ángulo de penetración es igual al ángulo de tiro sólo en los casos en que sea igual al ángulo de incidencia.

Graficamos a continuación los dos ángulos mencionados, observando que aparece un nuevo ángulo llamado de inclinación, que definimos como el ángulo formado entre la vertical normal del cuerpo y la vertical desplazada en el momento de recibir el impacto, siendo su origen el OE.



3. ÁNGULO DE TIRO

Es el ángulo formado por la horizontal en la boca del arma de fuego y la trayectoria del proyectil. Como se puede ver,

está formado por los mismos elementos que el ángulo de incidencia, pero el punto de origen es distinto, ya que en éste es la boca del arma de fuego y en aquél, el OE. Como se ve en el gráfico, los dos ángulos son iguales, por alternos externos entre paralelas.

Es muy importante aclarar, que aunque tengan el mismo valor, son dos ángulos que se deben considerar por separado, porque significan distintas cosas. Hay muchos autores y peritos balísticos que los confunden y llaman ángulo de incidencia, de choque o de penetración, refiriéndose al ángulo de tiro.

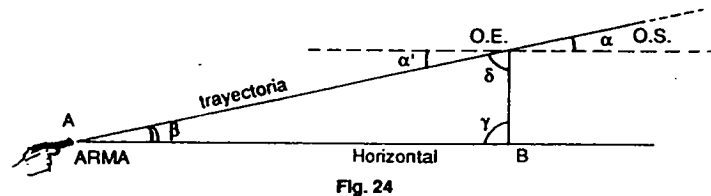


Fig. 24

- $\overline{AB}$ = distancia horizontal entre la boca del arma de fuego y la vertical al OE
 $\overline{A OE}$ = trayectoria externa del proyectil
 $\overline{OE-OS}$ = trayectoria médico-legal del proyectil
 $\overline{OE B}$ = altura que se obtiene considerando para cada caso la altura del OE al suelo, altura de la boca del arma de fuego y desnivel del piso.
 β = ángulo de tiro
 δ = ángulo complementario del ángulo de incidencia
 γ = ángulo recto
 α = ángulo de incidencia

Cuando el ángulo de tiro es igual a cero, es porque la trayectoria del proyectil coincide con la horizontal de la boca del arma de fuego; en ese caso también el ángulo de incidencia es igual a cero.

Ya aclaramos que algunos autores confunden los ángulos definidos precedentemente, pero también hay quienes toman

otras rectas de origen para su medición, como por ejemplo, la vertical al piso desde la boca del arma de fuego o desde el OE y no la horizontal.

En el gráfico mostramos este error, que no debemos cometer cuando midamos o grafiquemos los ángulos mencionados.

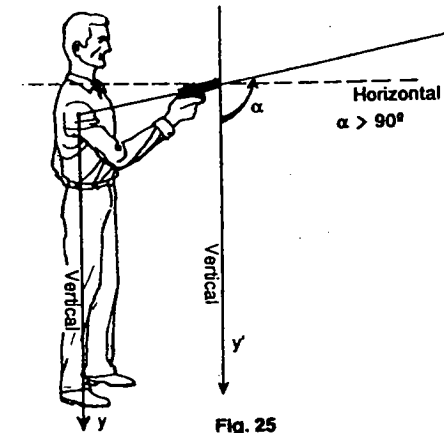


Fig. 25

El inconveniente de tomar esta recta como ángulo cero es que:

a) Cuando la boca del arma de fuego pasa la horizontal del suelo, el ángulo es mayor de 90° , por lo tanto, para calcular las funciones trigonométricas, hay que reducirlos y se podrían confundir al determinar el signo que corresponde.

b) Si aplicamos los principios trigonométricos y nos basamos en los ejes cartesianos ortogonales planos, es coherente utilizar los mismos ejes, y en ese caso, el horizontal, llamado "x", sería el de origen.

c) Este ángulo es similar al llamado ángulo de proyección en el estudio de las trayectorias, en todo tipo de proyectiles de uso militar y civil, definido de la siguiente manera: "se trata del ángulo formado por la tangente de la trayectoria en el origen de la misma (eje del ánima del cañón) y el plano horizontal".

Por eso es correcto decir que el ángulo de incidencia es el ángulo formado por la horizontal del OE y la trayectoria del proyectil, que generalmente es el eje del ánima del cañón.

Puede ser negativo o positivo, si la trayectoria está por debajo o por encima de la horizontal respectivamente, según se puede observar en el gráfico.

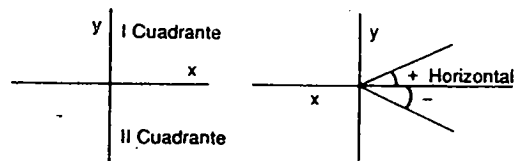


Fig. 26

4. ENERGÍA CINÉTICA

Cuando la bala impacta, cuenta con dos elementos que guardan una relación y que producen el efecto sobre el cuerpo de la víctima, la masa y la velocidad. Para obtener el valor de esa energía cinética, aplicamos la fórmula donde: $E_c = 1/2 m \cdot V^2$.

A medida que el proyectil se aleja de la boca del arma de fuego, va perdiendo velocidad, por lo tanto, la energía cinética es menor, en la proporción que indica esta fórmula:

$$V = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}}$$

Toda o parte de esta energía, será cedida al blanco, y manteniendo el principio de que la energía no se pierde, sino que se transforma, ésta sería absorbida produciendo roturas de tejidos o huesos, transferencia de cantidad de movimiento al blanco, deformaciones del proyectil, calor, etc. Todas las explicaciones físicas de este tema se encuentran en el apéndice de esta obra.

5. VELOCIDAD REMANENTE

Algunos autores diferencian la energía cinética que tiene el proyectil en la trayectoria de la que conserva cuando choca contra el blanco, a la primera la llaman *velocidad remanente* y a la segunda *fuerza viva*.

La velocidad remanente es la que lleva el proyectil en cualquier parte de su trayectoria, y resulta ser inversamente proporcional a la distancia que recorre, es decir, cuanto mayor es la distancia desde la boca del arma de fuego al blanco, menor es la velocidad remanente.

Esta reducción, como lo explicamos cuando definimos la energía cinética, se produce porque el proyectil va perdiendo velocidad debido al roce con el aire y la atracción de la fuerza de gravedad, es decir, por efecto de los medios naturales. Para tener una idea, basta mencionar que la resistencia del aire es de 1260 kilogramos por metro cúbico de desplazamiento del proyectil; y por efectos mecánicos, influyen la carga impulsora, peso y tipo de la bala, largo del cañón del arma de fuego, la existencia o no de estrías en el cañón, etcétera.

6. FUERZA VIVA

Es la capacidad que tiene el proyectil para penetrar, pero que depende de la velocidad remanente y de su propio peso; por eso, cuanto mayor es la distancia entre la boca del arma de fuego y el blanco, menor es la penetración, ya que la bala perdió velocidad y fuerza, aunque el peso sigue constante. Hay autores que a esta fuerza la llaman fuerza de choque o de penetración.

7. EFECTO DE REBOTE

Este efecto particular lo analizaremos cuando tratemos específicamente este tema, a continuación del análisis del rebote en la trayectoria externa.

8. CLASIFICACIÓN DE LA TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL

a) *Por su extensión.*— Tomando en cuenta este factor podemos clasificar la trayectoria médico-legal en *completa e incompleta*.

1. *Completa.* Se denomina de esta manera cuando la misma tiene orificio de salida. A su vez, podemos dividir esta posibilidad en *limpia y quebrada*.

I. *Limpia:* También llamada rectilínea, es la trayectoria que se produce cuando la bala traspasa el cuerpo conservando su recorrido en la misma dirección en que lo comenzó, sin desviarse por choques con ningún cuerpo óseo o duro que la haga variar el mismo.

II. *Quebrada:* Es la que se produce cuando en su totalidad o parcialmente, el segmento de trayectoria médico-legal no mantiene la misma recta que los dos segmentos de trayectoria anteriores (externa e interna). A su vez, esta última trayectoria (*quebrada*), se puede subdividir en *quebrada recta y circungirante*.

i) *Quebrada recta:* Cuando la bala cambia su recorrido normal, por chocar con algún hueso o cuerpo duro, pero des-

pués de cada impacto continúa su trayectoria de manera libre, hasta salir o chocar nuevamente, nos encontramos ante una trayectoria *quebrada recta*.

ii) *Circungirante*: La trayectoria que recibe esta denominación es la cumplida por aquellos proyectiles que luego de penetrar en el organismo, al chocar contra un plano cutáneo u óseo curvo, no siguen su propia dirección sino que la modifican en función de dicho plano curvo, como la calota craneana, costillas, pelvis, en los choques óseos y cuero cabelludo, cuello, músculos intercostales, abdomen, en los músculos cutáneos, etc., para luego abandonar el cuerpo por el orificio de salida.

2. *Incompleta*. Llamada también *ciega*, es la trayectoria que se lleva a cabo dentro del organismo de la víctima sin contar en su finalización con orificio de salida, es decir que el proyectil se deposita en el interior. De acuerdo con dicho recorrido interno, las trayectorias se pueden subdividir de la manera que se indica a continuación.

I. *Recta*: Esta trayectoria es la que efectúa una bala que penetra y continúa su trayectoria normal; suele suceder en los casos en que al ingresar en el organismo, la bala posee poca fuerza viva.

II. *Circungirante*: Esta trayectoria es la misma que cumplen las balas en el caso de *trayectoria completa*, con la excepción de que en esta oportunidad no existe orificio de salida.

III. *Migradora*: En realidad la trayectoria no es la *migradora*, sino que los que son *migradores* son los proyectiles, tal como los define el doctor Bonnet, cuando expresa: "Por tales se entienden aquellos que penetran en el organismo, alcanzan la cavidad cardíaca o uno de los segmentos aórticos, siendo arrastrados por el torrente sanguíneo hasta una zona más o menos alejada del punto de ingreso. Cuando siguen por la aorta abdominal penetran con mayor frecuencia en la arteria

ilíaca izquierda, por estar dispuesta más verticalmente que la opuesta”.

O como bien lo expresa el doctor Raffo: “Los migradores, son así denominados, porque se desplazan pasivamente a través de cavidades o conductos de los propios órganos; es el caso de los proyectiles que, penetrando en el corazón, o gruesos vasos arteriales o venosos, son arrastrados a distancia del lugar de impacto, por acción de la circulación sanguínea; lo más frecuente es el trayecto ventrículo izquierdo —aorta-arteria ilíaca”.

En los casos de proyectiles que no tienen orificio de salida, resulta conveniente detectarlos mediante radiografías, pero en muchas oportunidades puede ocurrir que aniden en un coágulo o bien en varios, los cuales se encuentran ocupando las grandes cavidades, pasando entonces desapercibidos.

Si bien éste es un tema casi exclusivo del médico legista, en el caso de la participación del perito balístico, en la autopsia primera o en caso de una nueva que se realice tiempo después, si no tiene orificio de salida y no se encontró el proyectil, se debe considerar esa posibilidad, aunque no sea la única, ya que también pudo haber salido por una cavidad natural (boca, vagina, conducto auditivo, etc.), o se pudo haber fragmentado.

b) *Por su velocidad.*— Los cuerpos que superan la velocidad del sonido producen muchos efectos colaterales, como la explosión al atravesar la *barrera del sonido*, con el consiguiente desplazamiento de una gran masa de aire. Un ejemplo muy conocido es el de un avión que volando a baja altura al pasar sobre una ciudad, supera la barrera del sonido (340 m/s o 1200 km/h). En estos casos resulta ser que aparte de la *explosión* que se oye, la expansión de la onda sonora probablemente romperá todos los vidrios de esa ciudad.

En la balística sucede algo muy parecido. Para ejemplificarlo nos remontaremos a una experiencia realizada en la fábrica

ca militar Fray Luis Beltrán, expuesta por el ingeniero José E. de Armas.

Si analizamos los efectos del pasaje de una bala a través de un blanco inerte, como jabón, arcilla o gelatina, elementos éstos que se utilizan para análisis y comparaciones de proyectiles, veremos que a poco de penetrar una bala en el blanco, la cavidad provocada en el mismo se expande bruscamente, hasta alcanzar un diámetro varias veces superior al del proyectil ingresado, para luego ir reduciéndose paulatinamente a medida que dicho proyectil avanza, hasta el momento en que se detiene o abandona el blanco.

Sin embargo, si recuperamos el proyectil, podremos observar que la punta del mismo no ha llegado a tener un diámetro igual al doble del original.

Ha ocurrido, como siempre que un cuerpo se mueve dentro de un fluido, que junto al avance de la bala, o bien por delante de la misma, si ésta ingresa al cuerpo a velocidad supersónica, también lo hace una onda de presión (llamada asimismo *onda de choque*), debido al desplazamiento violento del fluido en cuestión.

Los efectos son mayores cuanto mayor es la velocidad; por consiguiente cuando ésta disminuye también lo hace la onda de presión, y consecuentemente el rastro o material desplazado.

A este efecto se lo suele denominar *cavitación*, si bien físicamente puede resultar impropio.

Tal desplazamiento del proyectil dentro de un cuerpo va a significar daños no sólo en las partes que intercepte la bala, sino también en la zona de influencia de esta onda de presión, la que puede romper tejidos, vasos sanguíneos e inclusive huesos, sin que el proyectil los haya tocado.

Si bien es cierto que detalles más precisos los puede brindar únicamente la medicina legal, se puede presumir sin temor a equivocarse que una herida de este tipo produce en la víctima un shock e importantes daños, que al mismo tiempo detienen o imposibilitan una resistencia firme en el herido, aunque no se toquen órganos vitales.

Como se puede ver en el gráfico, el proyectil que supera la barrera del sonido produce el fenómeno —al desplazar la masa de aire que acompaña a dicha bala— de formar a su alrededor, especialmente en su parte anterior y lateral, una especie de campana, que hace que aumente el efecto del daño en la herida, actuando como si aumentara el cuerpo del proyectil, ya que a la masa del mismo se le agrega el vacío que produce.

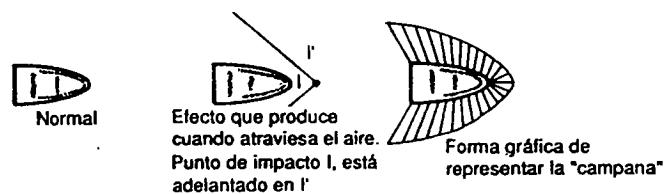


Fig. 27

Cuando el proyectil disminuye su velocidad remanente por debajo de la barrera del sonido, este fenómeno no se produce. Tampoco se logra cuando el proyectil no alcanza en ningún momento una velocidad supersónica.

Es debido a ello que se debe diferenciar perfectamente si una herida fue hecha por uno u otro tipo de bala, en función de su velocidad.

Muchos autores en medicina forense se han dedicado al estudio de los proyectiles que eran comunes en épocas pretéritas, cuando las armas usadas, inclusive por las Fuerzas Armadas y de seguridad, o por la delincuencia, eran los revólveres con velocidades iniciales no mayores a los 255 m/s, o la pistola 11,25, con velocidad inicial de 248 m/s; pero cuando se comenzaron a fabricar las municiones de alta velocidad, como las 22 L.R. A.V., con una velocidad media a 2 m, de 376 m/s, o las pistolas calibre 9 mm, con una velocidad a 12,5 m, de 345 m/s, las características de las heridas producidas o sus efectos, como se prefiera llamar, se modificaron en tal medida que tornaron desactualizados los estudios mencionados.

Para dar un ejemplo de ello vamos a calcular la energía ci-

nética de distintas armas, o su velocidad remanente, teniendo en cuenta la velocidad de desplazamiento de sus proyectiles.

Teniendo en cuenta la relación entre la masa y la velocidad del proyectil, podremos calcular la fuerza viva con que el proyectil produce los efectos en el cuerpo de la víctima; más tarde estableceremos las comparaciones que quepan.

1. *Subsónicos.* Se denominan de esta manera cuando la velocidad del proyectil al salir de la boca del arma de fuego y/o al llegar al cuerpo de la víctima es menor que la velocidad del sonido (340 m/s); por ejemplo, la mayor parte de los revólveres.

Revólver calibre 32 largo: Ec a 2m (de la boca del arma de fuego) = $1/2 \cdot 0,00635 \cdot (222,5)^2 = 1/2 \cdot 0,00635 \cdot 49.506,25 = 157 \text{ joules}$.

Revólver calibre 38 especial: Ec a 2m = $1/2 \cdot 0,01025 \cdot (255)^2 = 1/2 \cdot 0,01025 \cdot 65.025 = 333 \text{ joules}$.

Pistola calibre 11,25: Ec a 12,5 m = $1/2 \cdot 0,0149 \cdot (248)^2 = 1/2 \cdot 0,0149 \cdot 61.504 = 458 \text{ joules}$.

2. *Supersónicos.* Cuando el proyectil llega al cuerpo de la víctima con una velocidad superior a la del sonido (340 m/s), nos encontramos en presencia de un proyectil supersónico (la mayoría de las armas de uso militar).

Pistola calibre 9 mm: Ec a 12,5 m = $1/2 \cdot 0,008 \cdot (345)^2 = 1/2 \cdot 0,008 \cdot 119.025 = 476 \text{ joules}$.

Pistola o revólver 22 largo alta velocidad: Ec a 2m = $1/2 \cdot 0,00246 \cdot (376)^2 = 1/2 \cdot 0,00246 \cdot 141.376 = 174 \text{ joules}$.

Arma automática M 16, calibre 5,56 x 45 mm: Ec a 25 m = $1/2 \cdot 0,0036 \cdot (925)^2 = 1/2 \cdot 0,0036 \cdot 855.625 = 1540 \text{ joules}$.

Arma automática FAL, calibre 7,62 x 51 mm: Ec a 25 m = $1/2 \cdot 0,0093 \cdot (830)^2 = 1/2 \cdot 0,0093 \cdot 688.900 = 3203 \text{ joules}$.

En el caso de las armas subsónicas, se logra un aumento de la energía cinética en la medida en que crece de manera considerable la masa, ya que de otra manera la fuerza viva o de im-

pacto resulta ser muy pequeña. Se puede notar que entre la masa del calibre 32 (revólver) y la de la pistola 11,25, la masa varía en 0,00855 kg, es decir 8,55 g, lo cual representa más del doble; de esta manera se logra una diferencia en la fuerza viva de 301 *joules*.

Cabe señalar lo importante que resulta que los proyectiles superen la velocidad del sonido. El calibre 22 largo, alta velocidad, posee una masa menor que el calibre 32 largo; la diferencia es de 3,89 g (0,00389 kg). El 32 largo es dos veces y media más pesado que el 22 largo A.V.; sin embargo, esta última tiene mayor fuerza viva, lo cual significa que producirá mayor efecto en la herida, por tener una potencia superior a la otra nombrada en una cantidad de 17 *joules*.

Las otras armas supersónicas se pueden comparar a simple vista. En un ejemplo, mencionaremos que el proyectil de la de 9 mm, con un peso menor que el de la de 11,25 mm (existe una diferencia en peso a favor del primero de 0,00225 kg = 2,25 g) posee una fuerza viva de 18 *joules* más.

En las armas automáticas que tienen mayor largo de cañón, mayor carga impulsora, aunque la masa del proyectil sea menor que en algunas armas cortas ya estudiadas, la fuerza viva resulta muchísimo mayor, ya que triplican, y a veces superan dicho valor, el efecto que producen las armas cortas.

Tomando en consideración las necesidades de la balística militar de arribo o efecto, se debe recordar que conforme con la legislación vigente, los proyectiles que se empleen deben ser de una conformación tal que hieran e impacten, sin que interese matar (balas humanitarias). Es por ello que los proyectiles que al impactar produzcan herida con desprendimiento de masa o de gran magnitud, sólo se admiten en la caza mayor.

Algunos autores resaltan en sus obras el detalle que analizamos cuando tratamos los efectos colaterales de los proyectiles que ingresan a velocidades supersónicas, expresando: "...conviene recordar que cuando un proyectil impacta contra un medio relativamente blando, como es la masa del cuerpo humano,

a una elevada velocidad, produce un efecto hidráulico de choque, de una intensidad tal, que paraliza y anula al oponente, sin llegar a producirle la muerte, en tanto no interese un órgano vital"; agregando: "...por lo tanto, la tendencia en el desarrollo de los proyectiles modernos, es la de producir cartuchos de calibres más pequeños, pero de una velocidad realmente importante".

En relación con este último concepto, cabe destacar que en un comienzo se pensó de esta manera en relación con las armas largas; sin embargo se comprobó que a las armas cortas también es importante darles mayor impulso, aunque se estudió una combinación entre la forma de la ojiva y la velocidad, que plantearemos al tratar el tema de las municiones no convencionales.

9. CONFIRMACIÓN DEL CALIBRE

Cuando estudiamos en el orificio de entrada cómo se puede determinar el calibre del proyectil que causó la herida, nos encontramos con algunos fenómenos que nos hacían más complicada su determinación, como la elasticidad de la piel, posición, etcétera.

En este tramo de la trayectoria, ya se puede confirmar con mayor exactitud, en aquellas heridas en que la bala haya atravesado algún hueso fino o cartílago que no sea elástico, como por ejemplo en la zona de la cabeza, huesos del cráneo (calota craneana), las corneas, cartílagos auriculares (del pabellón de la oreja).

En la zona del tórax, pericardio y pleura, costillas, cartílagos costales de las últimas costillas fijas, el homoplato (si el proyectil lo puede perforar, como podría ser una bala calibre 22 L, alta velocidad), peritoneo en el abdomen, en los huesos en que no se produzcan estallidos por la perforación.

En los miembros inferiores, en algunas facias tendonaes de músculos grandes. Los huesos grandes y finos de las extremidades superiores e inferiores (generalmente estallan cuando un proyectil los atraviesa), nos referimos al fémur, tibia, húmero, etcétera.

Éste es un tema muy importante, que tiene que conocer el médico legista y aplicarlo cuando realiza la autopsia, y no contentarse con medir sólo el orificio de entrada, sino también dentro del cuerpo de la víctima, todos los orificios que existan, cada vez que atraviase alguna de las partes aportadas como ejemplo.

De esta manera se cumple con dos elementos primordiales para el perito balístico: *a)* se determina la trayectoria médico-legal, paso por paso (pudiendo graficarla), y *b)* confirmar o corregir el cálculo del calibre del proyectil utilizado.

10. DESVIACIONES AL CAMBIAR LA DENSIDAD DEL MEDIO

Existen quienes sustentan la hipótesis de que el proyectil cambia su trayectoria cuando varía la densidad del medio que atraviesa.

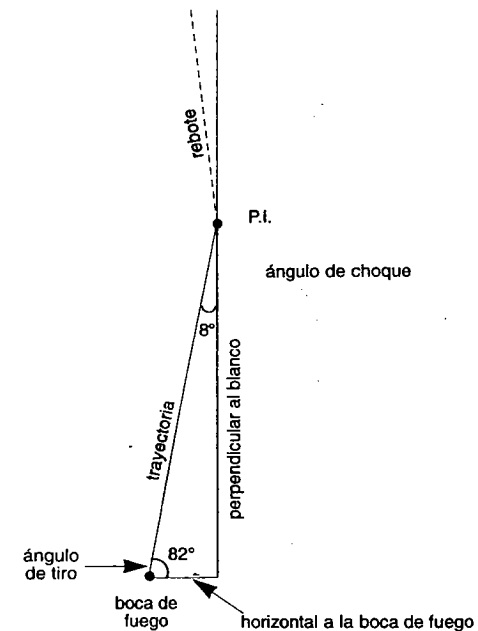
Para ser más claros podemos dar el ejemplo de un proyectil que al ser disparado traza su trayectoria externa en el aire (el fluido aire tiene una determinada densidad); cuando hace impacto en el cuerpo de una víctima, traza la trayectoria médico-legal en su interior (el cuerpo humano tiene una densidad distinta al fluido aire).

De acuerdo con esta hipótesis tendría que cambiar la trayectoria en el tramo médico-legal, y ese cambio se tendría que verificar con una diferencia angular muy pronunciada como para ser tenido en cuenta.

Sin embargo las experiencias no confirman esa hipótesis, sino que por el contrario, la desvirtúan; lo que sí puede estar

ocurriendo y tal vez ser el motivo de la confusión, es el hecho de que de acuerdo con el ángulo de choque del proyectil, en algunas superficies se origina un rebote, en especial cuando los ángulos de choque son menores a los 8° o de baja velocidad remanente.

GRÁFICO EXPLICATIVO



Este tema también se analizará posteriormente.

En relación con la variación de la trayectoria en función de la densidad del medio que atraviesa el proyectil, podemos narrar las experiencias realizadas por nosotros, y tratadas en la "IV Jornada Nacional de Criminalística", realizada en la ciudad de Salta en 1990. En su esencia el contenido es el que se expone a continuación.

Dijimos en aquella oportunidad que un concepto que aun se encuentra pendiente de investigación, es el de considerar la variación de la trayectoria de un proyectil motivada por las distintas densidades de los medios que atraviesa.

Lo importante es determinar la magnitud de esa variación y qué efecto produce en el cálculo final; que el valor sea aceptable o no dependerá del margen que se considere.

Al respecto hemos efectuado algunas experiencias sobre cuerpos con diferentes densidades, habiendo observado los siguientes resultados.

Se ejecutaron un total de veinte disparos sobre veinte bolsos de plástico (un disparo sobre cada bolsón), conteniendo cada uno de ellos un metro cúbico de agua.

Con un ángulo de incidencia (o de tiro) de 20° negativos para todos los casos, se efectuaron cinco disparos a una distancia de tres metros, cinco a siete metros, cinco a diez metros, y cinco a quince metros, observándose que hasta diez metros de distancia, las variaciones oscilan entre $0^\circ 5'$ y $0^\circ 15'$, aumentando dicha variación a una oscilación entre $0^\circ 8'$ y $0^\circ 18'$, para la distancia de quince metros.

Realizada posteriormente la misma experiencia con bolsas rellenas de avena, se obtuvieron diferencias un tanto mayores pero sin llegar a ser significativas (menores de 1°), lo cual indica que no existen grandes variaciones que influyan de manera importante sobre el cálculo final.

Igualmente consideramos que este tema debe ser motivo de mayores experiencias y estudios, a fin de tratar de determinar una premisa totalmente cierta e incontrovertible que sirva de base para los casos que se pudieran presentar.

Este estudio apunta a determinar el proceder del proyectil cuando atraviesa un cuerpo humano, en relación con la variabilidad probable de su trayectoria, sin contar, como es de suponer, los desvíos lógicos que se producen dentro del cuerpo, cuando la bala choca con un hueso, cartílago o algo especial, originando una variación accidental en su trayectoria.

Para el estudio balístico es importante determinar el ángulo de incidencia, aunque sea en su primera parte.

Ese detalle también tiene que ser contemplado por el médico que efectúe la autopsia, quien debe describir con exactitud la trayectoria del proyectil dentro del cuerpo, debiendo detallar los ángulos de penetración parciales, o bien las medidas necesarias para poder calcularlos.

También haremos referencia en este trabajo, a una experiencia realizada en Fabricaciones Militares Fray Luis Beltrán, por el ingeniero José E. de Armas. Si bien esta experiencia se realizó para determinar otro efecto que ya analizamos, como la campana que acompaña al proyectil supersónico, sirve también para el caso planteado, ya que habiéndose disparado en varias oportunidades sobre jabón, arcilla, y gelatina, el proyectil mantuvo una vez penetrado el cuerpo la misma trayectoria externa, sin quebrarse, es decir que continuó con el mismo ángulo de tiro o de incidencia; eso demuestra que no hubo variación, lo cual confirma la experiencia realizada precedentemente.

¿Por qué hay quienes sostienen que existe variación?

Algunos autores afirman que hay elementos que alteran notablemente la trayectoria del proyectil, como por ejemplo un impacto en su avance hacia el blanco, con ángulos de pequeño impacto: suelo duro, césped fino o superficie de agua.

Las consecuencias son la pérdida de estabilidad, un avance irregular, falta de dirección y pérdida de fuerza.

Este fenómeno se llama rebote, y es verdad que se produce, pero bajo determinadas y limitadas situaciones, que no hacen que sea frecuente en la experiencia diaria.

Una de esas situaciones es que el ángulo de choque sea pequeño, es decir *casi* en una posición coincidente entre la trayectoria del proyectil y el plano de la superficie donde impacta (menor de 8°); es el efecto de los cascos, ya que su forma circular hace que de cualquier lado que venga la bala, siempre impacte con un ángulo de tiro reducido; en los casos

excepcionales en que el proyectil impacte en forma perpendicular, es decir con un ángulo de tiro de 90° , el casco será perforado.

Este fenómeno es posiblemente explicable aplicando los principios físicos de acción y reacción, la descomposición de fuerzas y el plano inclinado. Pero es conveniente aclarar que en impactos directos no se produce este fenómeno, por lo que esa desviación no es consecuencia de la intensidad del medio, sino del valor del ángulo de choque.

11. EL EFECTO

Es importante tener un concepto claro acerca de qué es el efecto y cómo se produce.

Es un término que se utiliza mucho en los informes de balística, o en los textos de algunos autores cuando desarrollan el tema de la *balística de efecto*, o exponen acerca de cuál es el *efecto* que produce un proyectil.

En una primera aproximación podemos definir como *efecto* al daño que produce el proyectil en el cuerpo de la víctima.

Entrando en tema, resulta conveniente desarrollar los motivos por los cuales produce dicho efecto y cómo logran sus fabricantes que sea el buscado por quienes los usan. Qué puntos se tienen en cuenta en esos casos.

Tenemos que recordar un concepto que con el tiempo se ha ido desvirtuando o tergiversando, ya que las armas de fuego no se han creado para matar (aunque parezca una incoherencia), sino para detener o persuadir al enemigo.

El querer presentar dentro de las bondades de un arma o un proyectil, el concepto de que mata o destroza el cuerpo de la víctima, sería incurrir en el delito de *apología*, contemplado en el Código Penal argentino, uno de los pocos países en que aún se castiga el uso de municiones no humanitarias.

No hace mucho tiempo, Fabricaciones Militares había desarrollado una munición 9 mm para el uso en las pistolas Browning, que producía efectos colaterales en las víctimas, aparte del común que produce cualquier proyectil convencional de este tipo, como dejar esquirlas o la toxicidad del plomo que tenía la ojiva de la bala, y no se permitió su uso en el país, debiéndose exportar la partida fabricada.

Mucho es lo que se ha escrito, tratado y debatido en el mundo entero al respecto. Un documento valioso es el Tratado de Ginebra, en el que se especifica cuáles son las municiones permitidas (las humanitarias) y cuáles no, como por ejemplo los proyectiles tóxicos.

Ratificando los términos enunciados precedentemente, en el sentido de la tergiversación del concepto en análisis, nos referiremos sólo a algunos casos que son de conocimiento público.

a) En la reciente Guerra del Golfo se prepararon proyectiles tóxicos que causaban muertes terroríficas, con dolorosas agonías en las víctimas.

b) Los misiles que destruyeron una gran zona al impactar, sin tener en cuenta si eran o no objetivos militares, muriendo muchos civiles (mujeres y niños, ancianos, internados en hospitales o alojados en refugios).

c) Los misiles con ojivas inteligentes, programados para penetrar en refugios o lugares protegidos en forma especial, generalmente ocupados por civiles, enfermos o impedidos.

d) Los proyectiles de carga hueca, para perforar blindados, que al penetrar especialmente en los tanques o casamatas, desprenden un chorro de gas incandescente, de aproximadamente 2000 grados centígrados, calcinando a los ocupantes de esas máquinas de guerra.

e) Los proyectiles atípicos o no convencionales, a los cuales hacemos referencia en este libro y que son publicitados por quienes los fabrican, como representación de un adelanto tecnológico.

Otro concepto que es digno de ser meditado es el de que las Fuerzas Armadas o de seguridad, tienen la obligación de usar proyectiles humanitarios, pero los ocasionales enemigos, ya sean otras Fuerzas Armadas o los delincuentes, en el caso de las Fuerzas de Seguridad, no tienen en cuenta las normas éticas del combate, sino la seguridad de destruir al enemigo. Las condiciones no son, como es obvio, equitativas ni mucho menos.

Estos conceptos previos son necesarios para comprender qué es el *efecto* y qué pretende el victimario provocarle a la víctima; de acuerdo con ese objetivo son el arma y la munición que va a utilizar.

Dijimos al comienzo que el *efecto* es el daño que produce una bala en el cuerpo de la víctima. ¿Cómo se calcula ese daño y qué tienen en cuenta los fabricantes de proyectiles? La bala cuando impacta lo hace con una *fuerza viva*, también llamada *energía cinética residual*, que se puede calcular y cuya unidad de medida es el *joule*, o el kgm (kilográmetro) que es el valor del *joule* dividido por la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$). Cada vez que nombremos el *joule*, el lector lo puede transformar en kgm. Según sea la comodidad de trabajo y de cálculo. Por lo tanto, 476 *joules* significan 48,52 kgm.

Para su mejor comprensión, lo desarrollaremos por medio de un ejemplo:

Una pistola Browning 9 mm dispara un proyectil que impacta en una persona que está situada a 15 m de distancia. La fuerza viva presente en dicho impacto es de 476 *joules* (cálculo que ya hemos efectuado). Suponiendo que el proyectil atravesase el cuerpo de la víctima, existirá entonces un OS; y también en el campo de las suposiciones, podemos medir la fuerza viva que tiene el proyectil al salir; aunque en este caso sería más técnico llamar a esa fuerza energía cinética residual. Para hacerlo tenemos que conocer el valor de la velocidad con que sale la bala, y considerar que la masa no ha

variado; podemos calcular esa energía y determinar que es igual a 400 *joules*.

Ello significa que dentro del cuerpo humano quedaron 76 *joules*. Como por principio físico, la energía no se pierde, sino que se transforma, calculamos que esa transformación es el daño que causó en la víctima. Si el cálculo de la energía residual en otro ejemplo, en la salida de la bala es igual a 100 *joules*, ello significará que el cuerpo absorbió 376 *joules*, y que por lo tanto este último proyectil causó mayor daño que el anterior. Esto es siempre independiente de que el proyectil haya atravesado o no un órgano vital; pero es indudable que la bala que causó mayor daño es la que más posibilidades tiene de lesionar una parte vital del organismo produciendo la muerte de la víctima.

Otro elemento a tener en cuenta es la masa del proyectil.

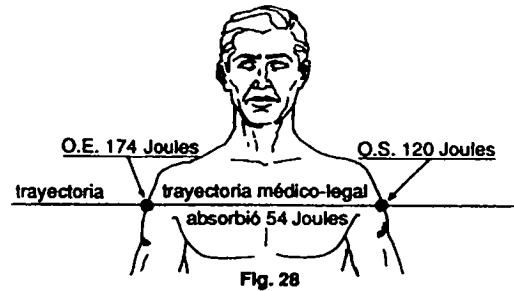
Como un segundo ejemplo, analizaremos qué pasa con un proyectil, calibre 22 L, alta velocidad, que impacta en una víctima.

Generalmente se comprueba que la fuerza viva, al impactar en la víctima que está a una distancia de entre 10 y 15 m, es de aproximadamente 174 *joules*, pudiendo estar al salir en el orden de los 120 *joules*, es decir que el cuerpo absorbió sólo 54 *joules*, lo cual significa que si no atravesó ningún órgano vital, la víctima puede hasta no haberse dado cuenta de que fue herida; esto sucede porque el peso de una bala 22 L. A.V. es de 2,46 gramos, que equivalen a 0,25076 gramos masa.

En estos casos, y es muy común leerlo en las crónicas policiales, al penetrar el proyectil, busca los espacios de menor resistencia, por lo tanto, puede circundar un hueso, un músculo o cualquier cuerpo duro, hasta que sale.

Como conclusión podemos afirmar que el efecto de un proyectil es la cantidad de *joules* que absorbe el cuerpo, siendo mayor cuanto mayor sea la cantidad de *joules* absorbidos (es directamente proporcional).

El gráfico explica el fenómeno.



12. LOS PROYECTILES NO CONVENCIONALES

Los fabricantes de estos proyectiles buscan aumentar el *efecto*, es decir que el daño producido por el mismo sea mayor, provocando casi con seguridad la muerte de la víctima, aun cuando se pretenda demostrar que la intención es la de lograr un shock mayor en el impactado para de esta manera poder inmovilizarlo.

Si tomamos como ejemplo una bala Dum-Dum, de las que son ahuecadas en la ojiva o bien las que la tienen cortada en forma de cruz (estas últimas generalmente son de fabricación casera, y se obtienen cortando la punta de una bala común de plomo), observaremos que al penetrar se abren en forma de flor o simplemente se agranda la superficie de la punta. Al avanzar dentro del cuerpo, va desgarrando los órganos que encuentra a su paso, mientras por su parte, los planos musculares, óseos, etc., actúan sobre el avance del proyectil imponiéndole una resistencia que hace que generalmente el mismo quede dentro del cuerpo, no produciendo por lo tanto orificio de salida, con lo cual la totalidad de la fuerza viva queda absorbida por el cuerpo, logrando entonces el proyectil un *efecto* total.

Considerando los mismos ejemplos anteriores, podemos decir que el disparo producido por una pistola Browning 9 mm produce un *efecto* equivalente a 476 *joules* (fuerza viva), mientras que el mismo disparo efectuado con una pistola calibre 22 L.A.V. sólo logra un *efecto* de 174 *joules*. Lo propio ocurre con las municiones explosivas, de punta hueca, o blandas, etcétera.

Recalcamos que todo proyectil que no sale del cuerpo, deja toda su fuerza viva dentro del mismo, transformando esa energía en daño.

Otro concepto que se debe tener bien claro, es el de que para analizar el daño real, se debe conocer el valor de la fuerza viva de la bala (la que posee en el momento del impacto), ya que si un proyectil impacta con una energía de 40 *joules*, por ejemplo, o cuando impacta lo hace en un hueso duro y pierde en ese impacto casi toda su energía, es probable que a pesar de quedar dentro del cuerpo de la víctima, dicha bala no produzca mucho daño, por cuanto en este caso el cuerpo sólo habrá absorbido una fuerza viva de 40 *joules*. En muchas oportunidades, estos proyectiles se transforman en migradores, siendo arrastrados por las corrientes sanguíneas.

13. EL REBOTE EN LA TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL

Cuando tratamos la trayectoria externa hicimos referencia al *rebote*, clasificándolo en directo e indirecto; en este segmento de la trayectoria, que es donde se estudia el *efecto* del rebote en el cuerpo de la víctima, podemos afirmar que tanto los directos como los indirectos producen el mismo efecto; por eso hicimos mención, cuando ejemplificamos los casos, acerca de qué es lo que consideramos rebote: tanto el que chocó contra un hierro y cambió de recorrido, como el que atravesó una puerta, ya que los dos proyectiles llegan a la víctima de la misma forma y producen el mismo efecto.

A continuación veremos cuáles son las formas en que llegan este tipo de proyectiles al blanco.

14. CARACTERÍSTICAS DEL ARRIBO

a) Perdió el movimiento de rotación sobre su eje, por lo tanto:

- 1) perdió estabilidad;
- 2) perdió dirección.

b) Avanza, no con la ojiva hacia adelante, sino con los laterales, parciales o totales, pudiendo avanzar hasta con el culote hacia adelante; por lo tanto, el proyectil puede entrar de cualquier forma en el cuerpo de la víctima, menos de punta.

c) Perdió gran parte de la energía cinética o fuerza viva, como se le quiera llamar, y lo que le queda es imposible de calcular, por lo que cualquiera que sea la distancia de tiro (entre la boca del arma de fuego y la víctima), la bala puede producir estos efectos:

1) *No entrar*, por no poder vencer la resistencia de la epidermis de la víctima o la ropa o algo duro que tenga y casualmente se haya interpuesto en el camino (hubo casos en que el proyectil impactó en la chapa identificatoria que un policía tenía en el pecho y la bala no penetró; recordar la experiencia realizada en el Hospital Militar Central). En estos casos podemos decir, desde el punto de vista de la física, que la reacción es mayor que la acción, o sea que la resistencia es mayor que la fuerza viva del proyectil.

2) *Penetrar hasta las capas subcutáneas y quedar depositada*, es decir que las capas musculares o circunstancialmente un hueso a flor de piel, le ofrecen resistencia mayor que la fuerza viva en ese punto.

3) *Penetrar y quedar en el cuerpo de la víctima*, inclusive hasta atravesando un órgano vital y provocando la muerte. En este caso es común ver proyectiles migradores.

4) *Penetrar y atravesar a la víctima*, produciendo en consecuencia un orificio de salida.

d) Cuando la bala penetra en la víctima, *no perfora*, sino que *empuja*, siendo éste un tema que tiene que tener muy en cuenta el médico autopsiante, ya que es de vital importancia para determinar la causa y forma de la herida. Si el proyectil empuja produce una lesión similar a la que efectúa un golpe con un hierro sobre un cuerpo humano y que le produce una herida cortante. En opinión del doctor Raffo, las características de este proceso son las siguientes:

— *Lesiones producidas por cuerpos contundentes. Mecanismo:* Las lesiones producidas por cuerpos contundentes son las que determina un objeto cualquiera sin características particulares, el cual, dotado de dureza y animado de violencia, entra en contacto con el cuerpo humano. La variedad de elementos que las pueden producir es infinita, desde las *armas naturales* (puño, pie, codo, etc.), verdaderamente transformadas en tales, dada la difusión actual de las llamadas artes marciales, hasta cualquier objeto duro, romo y no cortante, improvisado o expresamente fabricado (manoplas, porras), para agredir a las personas.

Si bien no se expresa determinantemente en relación con los proyectiles, como en los rebotes los materiales intervinientes son pedazos de plomo sin dirección e impresos de una gran velocidad, cumplen en todo con las características enumeradas.

a) Escoriaciones. No se desarrolla porque no es el caso de rebotes de bala.

b) Equimosis. Cuando el objeto contundente ejerce una presión de mayor intensidad sobre la parte del cuerpo que vulnera, sea por accidente o agresión, origina una lesión distinta de la escoriación.

En este caso toma el nombre de *equimosis*, y se caracteriza por la rotura de los vasos sanguíneos, con infiltración de sangre en los tejidos circundantes. En el hematoma predomina la colección sobre la infiltración; la piel se despegua y se produce relieve.

La llamada *bolsa sanguínea* es un hematoma de gran tamaño.

Las equimosis son lesiones exclusivamente vitales; si no hay vida no hay circulación, ni hemorragia o presión hemática que infiltre los tejidos.

Éstas pueden reproducir la forma del instrumento productor o ser más pequeñas que él, lo cual se debe a la acción de las fibras elásticas de la piel; no por resultar el arma de mayor tamaño que la lesión, se debe descartar la sospecha que recae sobre ella.

Cuando son recientes tienen color rojo-violáceo, mientras que las más antiguas son verduzcas; el cambio de coloración se debe a la transformación de la hemoglobina. Esto se observa fácilmente en el vivo, pero si el sujeto está muerto a poco de recibirlas, los cambios de coloración difícilmente sean apreciables a la simple observación; la forma de descubrirlas es haciendo incisiones múltiples en el cadáver.

Hay que tener en cuenta, muy especialmente, que no hay que confundir el halo de *contusión*, con el halo *equimótico*; son dos cosas totalmente distintas, y confundirlos llevaría a conclusiones totalmente erróneas al perito interviniente.

c) Contusión profunda. No es aplicable para los impactos de balas de armas de fuego, sí podría ser, para los tacos de goma o plástico o postas de goma, utilizados en armas antimotines.

d) Herida contusa. Cuando el cuerpo contundente ejerce sobre la persona golpeada una presión tal que desgarrar la piel en su totalidad, se produce una lesión llamada *herida contusa*. En estas heridas predomina la desigualdad desde la superficie al fondo, los bordes irregulares e infiltrados de sangre están unidos entre sí por tiras de tejido residual, clásicamente llamadas *puentes*. Son causados por el impacto directo de un cuerpo romo (bastón, barra metálica, etc.), que hace estallar la piel, siempre que exista un plano óseo por debajo, que dé lugar a la compresión; cuando la violencia es extrema, los tejidos subya-

centes, sean éstos duros o blandos, también se afectan. Cuando uno de los labios de la herida se presenta bien despegado y sobreelevado con respecto al otro, señala el sentido de empuje del arma y, por ende, la dirección del golpe.

La lesión de la piel admite también otra causa, ajena a la acción directa del cuerpo contundente; es el mecanismo llamado de *adentro-afuera*. Aquí el requisito es una condición anatótopográfica, un hueso con aristas más o menos cortantes y próximo a la superficie, es el que corta la piel cuando el impacto se produce (reborde orbitario, mentón, espina tibial); el ejemplo típico al respecto es la herida de la ceja de los boxeadores.

En síntesis podemos extraer de todo lo dicho que:

- a) desgarrar;
- b) produce un halo equimótico que nada tiene que ver con el halo de contusión.

En la autopsia se ve claramente en las heridas de los distintos planos del cuerpo, un exceso de flujo sanguíneo, así como también el desgarrar. Como referencia diremos que en la autopsia realizada a una víctima que se investiga en el Juzgado Penal n° 4, Secretaría 8 de La Plata, se determina con exactitud este fenómeno. En él se expresa: orificio de entrada cara lateral izquierda del tórax, sobre la línea media axilar, a la altura de la undécima costilla por debajo de su borde inferior 1 cm de diámetro por 0,50 cm, con halo de contusión.

Se observa halo equimótico rodeando la circunferencia del orificio; no hay tatuaje ni ahumamiento.

Salida: en cara lateral derecha del tórax, sobre la continuación de la línea media axilar a la altura del espacio intercostal, entre la 10 y 11 costilla de forma circular de 2 cm de diámetro con borde evertido.

Cavidad abdominal que contiene gran cantidad de sangre líquida y coagulada. *Se observan los tejidos subyacentes al orificio de entrada desgarrados e intensamente infiltrados de sangre.*

Esta autopsia es un claro ejemplo, así como también un modelo para tratar los casos de *rebote*.

Lo importante de todo lo analizado es que el proyectil, cuando arriba a la víctima girando circularmente sobre su eje, penetra y deja un orificio de entrada, casi redondo y bien definido, especialmente con las balas supersónicas, parecerían hechos con sacabocados; mientras que los proyectiles que empujan, dejan heridas desgarrantes e irregulares.

15. ORIFICIO DE SALIDA

Este orificio se encuentra en las víctimas en que el proyectil las haya atravesado de lado a lado. En las clasificaciones de trayectoria, el tramo recorrido *a posteriori* del OS se encuentra sólo en las consideradas como completas.

El orificio de salida sería el punto final del segmento que define la trayectoria médico-legal, es decir que a partir de ahí comienza el otro tramo: la trayectoria final, que más tarde analizaremos.

Generalmente este orificio es de tamaño algo mayor que el de entrada; pero esto no es una norma general, como demostraremos cuando tratemos este tema.

Cuando existe este orificio, presenta características especiales, que por supuesto lo distinguen del orificio de entrada; el diagnóstico diferencial siempre tiene que ser de rigor; tiene una gran importancia judicial y de apoyo al perito balístico, para establecer la posición de la víctima y del victimario.

a) *Características*.— Su tamaño es variable, tiene una relación de dependencia con el proyectil (estructura), la distancia de tiro (velocidad) y las partes anatómicas atravesadas (resistencia).

Será menor, igual o mayor, que el orificio de entrada.

Tiene características propias que son constantes, porque es determinado exclusivamente por el paso del proyectil de adentro hacia afuera sin que participen los demás elementos del disparo.

A ello obedece su aspecto desgarrado o la irregularidad de sus bordes y los labios evertidos.

Por supuesto, no presenta anillo de Fisch, ni tatuaje, ni ahumamiento (elementos privativos del orificio de entrada).

Romanese describe en algunos casos, aunque muy excepcionalmente, una contusión tipo equimótica en los orificios de salida, cuando la piel choca, al salir el proyectil, con algún objeto sólido, por lo general correajes de cuero, cinturones, hebillas, etc.; en estos casos se puede observar una contusión, pero no es el halo de contusión, que ya hemos definido y que se presenta en el orificio de entrada.

Generalmente hay un orificio de salida por cada orificio de entrada, o como ya hemos explicado, ningún OS, por un OE, cuando la bala queda dentro del cuerpo de la víctima; pero hay casos excepcionales, donde puede existir más de un orificio de salida por un solo orificio de entrada; éstos se producen, entre otros:

- 1) Por fragmentación del proyectil en el interior.
- 2) Por la separación en el interior del cuerpo, de la camisa y el núcleo del proyectil, y cuando ambos hayan salido por distintos lugares.
- 3) Por tipos de proyectiles deformables, que se puedan fragmentar (como en el caso 1); pero en este tópico se debe tomar en cuenta que hay balas que intencionalmente se fabrican para que se fragmenten (como la Three-in-one), mientras que las consideradas anteriormente, se fragmentan por accidente.
- 4) Cuando causan orificios múltiples, tanto de entrada como de salida (secundarios), como ocurre con la perforación simultánea de ambos muslos.
- 5) En caso de *pseudos orificios de salida*, que según el doctor Bonnet se producen cuando la bala arrastra esquirlas

óseas o trozos metálicos, de instrumentos o alhajas destruidos por ella en su trayectoria; en estos casos puede ocurrir:

I) Que la bala no haya salido y la pérdida de sustancia cutánea se confunda con un verdadero orificio de salida.

II) Que lo haya hecho, y suponer entonces, erróneamente, que ha habido más de un disparo.

b) ' *Otras características.*— 1. *Plano de ropa.* Tampoco se nota ningún signo propio del orificio de entrada; la única particularidad son los bordes de la pérdida de sustancias, que pueden estar dirigidas hacia afuera.

2. *Plano corporal.* A nivel de la piel el orificio es irregular, y como ya lo señalamos, de labios evertidos, pudiendo suceder que la salida se efectúe por un *orificio natural*, tal como ocurre en el orificio de entrada; para ello es válido lo analizado en ese tópico.

No se constata ningún signo de Benassi, y en cuanto a las fisuras se pueden o no reunir con las del orificio de entrada.

3. *Plano visceral.* Tampoco es dado constatar el *halo hemorrágico visceral*; en cuanto al orificio es también irregular y sus labios evertidos.

4. *Campo circundante.* No se observa, nunca, ningún signo de Puppe Wenkjartner, ni ninguna de las formas del tatuaje.

16. RELACIÓN DE SUPERFICIE ENTRE EL ORIFICIO DE SALIDA Y EL DE ENTRADA

Existe una relación dada por el doctor Bonnet, que puede

contemplar algunos casos (aunque en número muy reducido) en que existen diferencias.

El OS será más grande (casos de mayor frecuencia), cuando el ángulo de entrada sea recto y el de salida agudo; los medios atravesados son de densidades diferentes, lo que provoca deformación del proyectil; también ocurre cuando arrastra esquirlas óseas o partículas extrañas.

Tenemos que considerar que estas observaciones fueron hechas cuando las armas de fuego cortas disparaban proyectiles subsónicos; pero con la aplicación de las mejoras que hacen que las armas disparen balas supersónicas, la comparación ha sufrido un cambio muy profundo, ya que puede ocurrir que la bala entre a una velocidad supersónica. Como ya detallamos, este fenómeno hace que el orificio de entrada sea mayor que el normal para el calibre utilizado, por el efecto de *campana* que lo acompaña (recordemos que la pistola Browning 9 mm tiene una velocidad a los 12,5 m de 345 m/s, o sea 5 m/s mayor que la velocidad del sonido); al atravesar el cuerpo puede perder más de 5 m/s, por lo tanto pasa a ser subsónico; de este modo pierde el efecto de *campana* y el OS será normal, de acuerdo con el calibre utilizado y la deformación que pueda producir. En este caso el OS podría ser menor que el de entrada, siempre que conserve su ángulo de oscilación (ya definimos qué es ángulo de oscilación, cuando tratamos el *orificio de entrada del proyectil*).

Por eso hoy en día no resulta demasiado importante, para analizar el hecho, que el orificio de salida sea igual, mayor o menor que el de entrada, lo importante es saber distinguir entre ambos, y para ello hemos explicado las características más sobresalientes.

17. MUNICIÓN NO CONVENCIONAL

Éste es un tema que hay que tratar con mucha cautela, ya

que con el progreso experimentado por los sistemas de armas de fuego y la competencia entre fabricantes, han confundido mucho el concepto acerca de cuáles son convencionales y cuáles no, en relación con la munición.

Existen tratados internacionales que reglan estos conceptos, pero también existen fabricantes que quieren imponer sus productos y acomodan las características de la munición de tal forma, que sin estar totalmente fuera de las normas legales correspondientes, producen heridas en las víctimas (*efecto*) que sí podrían ser consideradas ilegales.

Vamos a comenzar definiendo algunos conceptos.

Las armas de fuego se crearon como elemento bélico para uso militar.

En tiempos modernos se firmaron convenios internacionales para *humanizar* el uso de esas armas, como el Tratado de Ginebra, entre otros.

Se determinó, en consecuencia, un concepto claro acerca de cómo se debían utilizar las armas de fuego y para qué.

Uno de esos conceptos fue el de imponer para uso militar el criterio de *bala humanitaria*. En primera instancia parecería algo incongruente pensar que un elemento que sirve para matar sea *humanitario*. Sin embargo resulta comprensible si partimos del concepto que un arma se utiliza para detener a un enemigo. Como objeto fundamental, entonces, ya que lo tenemos que hacer sin otra opción, hagámoslo de la forma que sufra menos. Por lo tanto, lo que se desea con un proyectil *humanitario*, es detener al adversario, pero no matarlo; por eso los proyectiles de guerra, en su mayoría, perforan el blanco o el cuerpo de la víctima; no están diseñados para que se queden adentro o se desintegren en el cuerpo del que recibe el impacto.

La confusión se puede plantear cuando observamos que se ha fabricado una gran cantidad de municiones —a nivel internacional— que tratan de destruir el cuerpo de la víctima; a esas municiones las llamamos *no convencionales*.

Para ello haremos el siguiente análisis:

El *efecto* que produce una bala en el cuerpo de la víctima está dado por la fuerza viva o energía cinética residual, la que si se vuelca en su totalidad dentro del cuerpo del agredido (para ello el proyectil tiene que quedar dentro del cuerpo), se transforma en una cantidad de trabajo igual al valor de la fuerza viva, que produce destrucción en el penetrado por un valor equivalente a ella (a mayor fuerza viva, consecuentemente transformada en trabajo, mayor daño en la víctima).

¿Por qué si un proyectil sale del cuerpo de la víctima causa menos daño que si queda en su interior?

Si en un ejemplo, y por vía de suposición, tomamos un proyectil que al penetrar en un cuerpo tiene una fuerza viva de 800 *joules*, veremos qué daño produce si queda en el interior de la víctima, y cuál es el que ocasiona si vuelve al exterior.

a) La bala que queda en el interior producirá en la víctima un daño igual a su fuerza viva de 800 *joules*.

b) La bala que vuelve al exterior, para hacerlo debe contar con una energía cinética residual promedio de 250 *joules*, ya que de otra manera hubiera quedado en el interior; por consiguiente, de los 800 *joules* iniciales de fuerza viva del proyectil, con la cual ingresa al cuerpo, sólo 550 *joules* son los que convertidos en trabajo producen un daño equivalente en el cuerpo, ya que los 250 *joules* restantes son los que retornan al exterior por el orificio de salida.

Si tenemos en cuenta que la fuerza viva es igual a $1/2$ de la masa del proyectil, multiplicada por la velocidad de que está dotado el mismo elevada al cuadrado, todo ello en el momento del impacto contra el cuerpo, significa que es directamente proporcional a la masa y al cuadrado de la velocidad, por lo tanto, si aumentamos ambas componentes, aumentaremos la fuerza viva del proyectil.

Todo esto resulta cierto en teoría, porque en realidad existen límites más allá de los cuales deviene imposible aumentar desmedidamente dichos valores, en conjunto o separadamente; del mismo modo en que existe una proporción entre la masa y

la velocidad. Ejemplo de ello resulta ser un proyectil calibre 22 largo A.V., cuya velocidad es supersónica, siendo su masa muy pequeña (sólo 0,25076 gramos o 39 grains). Estos proyectiles generalmente atraviesan el cuerpo de la víctima al impactar, aunque sin causar shock ni parálisis (a excepción de los casos en que atraviesan un órgano vital). Se conocen casos de personas que con cinco impactos de dicho calibre, con orificios de entrada y de salida en su cuerpo, atacaron a su agresor matándolo a puñaladas, antes de acudir en busca de ayuda para curar sus heridas. Con lo expuesto queda demostrado que no siempre una fuerza viva de 160 *joules* resulta suficiente para detener a una persona.

Resulta evidente que tiene que existir una proporción entre la velocidad y la masa.

Si nos atenemos sólo a los principios físicos, sería suficiente aumentar uno de los valores —los que son directamente proporcionales— para aumentar la fuerza viva, y por consiguiente el efecto; pero el ejemplo demuestra que en balística, más importante que aumentar uno de los factores, es mantener las proporciones entre ellos.

Hay que establecer cuál es el efecto buscado desde el punto de vista militar y diferenciarlo del policial. El requerimiento en el uso de armas de fuego cortas entre estas fuerzas, es completamente distinto, ya que en las hipótesis de conflictos a que tienen que hacer frente las fuerzas del orden, se hace necesaria un arma de fuego cuyo efecto sea primordialmente el de detener al agresor, paralizarlo, para ello no resulta adecuada un arma de calibre 22 L.

Para ello sería ideal contar con un arma que dispare proyectiles que perforen parapetos circunstanciales, donde se puedan guarecer los delincuentes, y a su vez, con una fuerza viva que al impactar los detenga; estas dos características son imposibles de obtener de un mismo proyectil, hasta el momento.

Para su mejor comprensión daremos el ejemplo de un proyectil ideal, cual sería el que tuviera una masa igual a 2,038

gramos y una fuerza viva de 800 *joules*. Esto es imposible de obtener con las armas cortas actuales, ya que para mover una masa de 20 gramos, a una velocidad supersónica, debería tener una vaina que acumule tanta pólvora impulsora, que sus dimensiones no se podrían adaptar al almacenamiento de ninguna arma conocida, además de otras características que si bien no viene al caso señalar, sirven como idea de expresión.

Fabricaciones Militares, que es la repartición que provee a las fuerzas de seguridad la munición necesaria, ha estudiado la posibilidad de fabricar para estas fuerzas un proyectil que se asemeje lo más posible al ideal, pero se encontró con un problema legal, que existe en la justicia argentina, aunque no en muchos otros países del mundo: el hecho de que no es aceptada la munición que se fabrique con la intención de que cuando pase por el cuerpo humano, deje esquirlas metálicas; de esa forma, aunque el proyectil salga del cuerpo, la víctima tiene que hacerse sacar las esquirlas, que también le pueden producir la muerte.

Como se puede observar, tanto las fuerzas militares como las de seguridad están restringidas en su accionar, al tener que cumplir ciertos requisitos ético-legales y *humanitarios*, a los cuales por supuesto, no se avienen los delincuentes, o enemigos en general, ya que ellos se pueden proveer por ventas civiles y clandestinas, donde existen toda clase de municiones, para producir cualquier efecto deseado, incluyendo los proyectiles químicos.

Por eso queremos desarrollar en esta parte, para conocimiento de los peritos balísticos, cuáles son las municiones no convencionales y sus efectos.

Estos proyectiles son diseñados para que maten al atacado, es decir que el efecto que producen hace que toda la fuerza viva del mismo quede dentro del cuerpo de la víctima.

a) *Punta blanda*.— Es un proyectil con su punta de plomo al descubierto.

Para ello, la camisa es cerrada en su parte trasera; por eso hay que desechar la idea de sacarle la camisa en la punta a una bala común, ya que al no estar cerrada en el culote, puede quedar la camisa adentro del anima del cañón, produciendo el consiguiente accidente.

— *Efecto:* Al chocar con el cuerpo de la víctima, la punta se achata y se deforma, produciendo un doble efecto; primero, agranda los orificios que va produciendo a su paso desde el momento de la deformación, y segundo, sirve como freno del proyectil, ya que al aumentar la superficie de perforación, la fuerza de acción que tienen que hacer los pliegues del cuerpo que ejercen la resistencia, al tener mayor superficie reparten la fuerza en varios sectores, produciendo de esa manera el frenado, y dejando dentro del cuerpo la mayor parte de la fuerza viva que trae la bala.

b) *Punta hueca.*— Existen balas que dejan un espacio de aire por debajo de la camisa, entre ésta y el núcleo de plomo, y también una combinación del tipo anterior, con un orificio en el extremo.

— *Efecto:* Es similar al caso anterior, la punta se deforma achatándose, con la diferencia de que al ser hueca, produce una mayor superficie de deformación que la anterior, siendo el frenado más violento. Es el caso de las balas Dum-Dum.

c) *Puntas bimetálicas.*— Contiene un injerto de metal más duro que el plomo en el extremo, que al impactar provoca su deformación.

— *Efecto:* Son similares a los anteriores, como se puede observar, todos buscan aumentar la superficie de penetración después de efectuado el impacto. En este caso, el metal más duro que va en la punta, al chocar contra el cuerpo de la vícti-

ma presiona el núcleo que viene detrás y que es de plomo, aumentando su superficie, es decir que aprovecha la resistencia del blanco e invierte la fuerza, que también actúa de freno.

d) *Balas macizas de punta hueca*.— Son de latón o cobre mecanizado con un orificio en la punta, recubierto por plástico, que en el momento del disparo se desprende de la bala.

— *Efecto*: Es el mismo que el que produce el de punta hueca; la única diferencia estriba en que la punta de plástico sirve para mantener limpio y libre el hueco de la punta, para que en la trayectoria externa no afecte tanto la resistencia del aire, que disminuye su alcance.

e) *Balas múltiples "three-in-one"*.— Este proyectil consta de tres porciones acopladas, que se separan durante la trayectoria o en el momento del impacto.

— *Efecto*: Si se separan durante la trayectoria, producen tres orificios de entrada, y si se separan en el momento del impacto, producen tres trayectorias médico-legales, haciendo el efecto de tres balas, simultáneamente, pudiendo tener en este caso un OE y desde ninguno a tres OS.

f) *Proyectiles atípicos*.— Estos proyectiles son muy difíciles de observar, pero los mencionamos porque existen y podría ser que el perito balístico se encuentre en alguna oportunidad con un caso en el que intervengan.

g) *Balas seccionadas*.— Son las que se hallan segmentadas en toda su longitud, de modo que al penetrar en el órgano se despliegan en forma de un abanico a partir de la punta,

determinando lesiones dislacerantes de los planos que atraviesan.

h) *Balas invertidas*.— Son aquellas que han sido colocadas ex profeso, con la punta dirigida hacia el interior del cartucho y la base hacia el exterior, penetrando en el cuerpo por su base y determinando un orificio amplio e irregular y gravísimas lesiones en profundidad.

i) *Balas Dum-Dum*.— Nacen en el siglo pasado y llevan el nombre del arsenal inglés que las fabricó por primera vez, produciendo todas ellas efectos explosivos al penetrar en el organismo. Las hay de varios tipos: 1) de envoltura hendida; 2) de punta u ojiva desnuda; 3) de envoltura completa y vacío anterior.

j) *Balas explosivas*.— Son las que contienen una carga en su interior que estalla al chocar con el blanco, puede haber una combinación de balas Dum-Dum y explosivas. Este tipo de munición, no existe en la actualidad para armas de puño.

k) *Balas incendiarias*.— Son las que al chocar producen fuego y por consiguiente, si el ambiente es propicio, un incendio. Este tipo de munición, no existe en la actualidad para armas de puño.

Lo importante para la pericia en estos tipos de munición, es tener en cuenta lo siguiente: los proyectiles sólidos no deformables producen lesiones generalmente típicas.

Los deformables, pueden producir fenómenos atípicos, como podría ser una expansión muy precoz, o una tardía, pueden labrar en las adyacencias del orificio de entrada o de salida, una

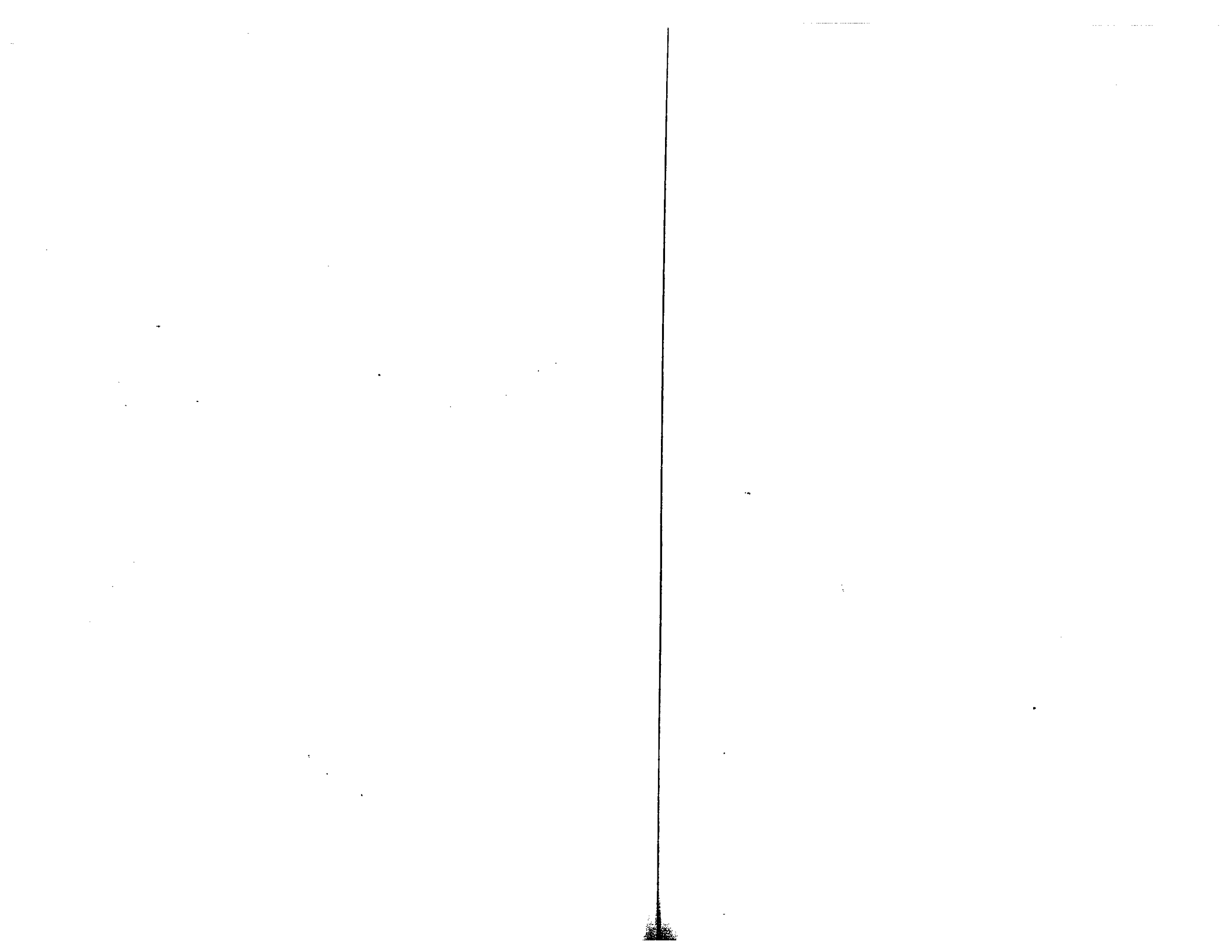
cavitación enorme e irregular, hecho que modifica las normas corrientes aceptadas.

El diseño de estos proyectiles, grado de expansión del núcleo en los de punta blanda, magnitud de la cavitación en los huecos y dureza en la camisa en ambos, puede producir fenómenos inhabituales en superficie y profundidad.

Por ejemplo, al chocar con elementos próximos al cuerpo, pueden ser fragmentados antes de su arribo a la piel, provocando múltiples orificios de entrada internos; cuando esto ocurre, son dos las consecuencias médico-legales a tener en cuenta:

1) Que el proyectil fragmentado, muy disminuido en la masa de su núcleo, produzca un orificio de salida de menor tamaño que el de entrada.

2) Que los orificios de salidas sean múltiples.



CAPÍTULO IV

TRAYECTORIA O BALÍSTICA FINAL

Esta parte de la trayectoria no fue tomada en cuenta por ningún autor, ni se pudieron encontrar estudios o trabajos al respecto.

Si sobre la trayectoria externa hay poco, podemos afirmar que sobre ésta no hay nada.

Algunos estudios del tema balístico engloban esta parte de la trayectoria en un concepto generalizado, sin darle la importancia que realmente tiene.

Los médicos legistas, cuando tocan el tema de la trayectoria centran toda su atención, como es lógico, en el sector determinado como médico-legal (dentro del cuerpo de la víctima); otros autores dedicados más a la parte técnica de las armas y municiones, o a la balística, dan por terminada la investigación en el orificio de salida.

Es cierto que no todos los disparos realizados con armas de fuego completan su trayectoria con esta parte, ya que las balas que quedan adentro del cuerpo de las víctimas (trayectoria ciega o incompleta), no trazan el segmento final, motivo de este estudio.

Pero también es cierto que muchos disparos atraviesan a la víctima y continúan su trayectoria; por eso, podemos decir que todo disparo que tiene OS, tiene trayectoria final.

Este segmento de la trayectoria va desde el OS (excluyéndolo, por comprender el tramo anterior de trayectoria), hasta el impacto contra un objeto, donde detiene su marcha.

En los casos excepcionales en que un proyectil atraviesa dos cuerpos humanos, o sólo uno y luego penetra en otro, quedándose en el interior del segundo, el segmento de trayectoria entre los dos cuerpos se considera trayectoria externa, y sólo se denomina trayectoria final al segmento que comprende, desde la salida del último cuerpo (cuando se produce) hasta que se detiene al chocar con un objeto (pared, mesa, piso, asiento, etcétera).

También hay que reconocer que este tramo es difícil de determinar, no porque no exista en muchos casos de muerte violenta, sino porque no se le presta la atención necesaria, quizá por desconocimiento del valor que representa.

Para que sea válido, requiere de un profundo estudio del lugar del hecho, en lo posible, en el mismo momento, es decir que la inspección que realicen los expertos al concurrir al lugar y encontrar el cuerpo o los cuerpos de las víctimas, requiere de una atención especial y minuciosa, si el o los cuerpos tienen orificio de salida, es necesario que determinen dónde están el o los proyectiles que salieron del cuerpo.

Generalmente la intervención del perito balístico, especialmente el de parte de la defensa, actúa muy *a posteriori* del hecho, y aunque se realice la reconstrucción del mismo, es muy difícil encontrar marcas o el mismo proyectil.

1. LA IMPORTANCIA DE ESTE TRAMO DE TRAYECTORIA

El perito balístico tiene que interpretar qué pasó; cada elemento es una forma para hacerlo, hay quienes entienden, por

supuesto que exagerando, que el perito tiene que hablar con los objetos, que fueron mudos testigos del hecho.

Vamos a analizar los distintos casos que se pueden presentar:

a) Se encuentra una marca o muesca del proyectil, que en su carrera pudo haber impactado en un mueble, en la pared o en el piso. En primer lugar, tenemos determinado un punto fijo, sumamente importante, para establecer la trayectoria.

Explicaremos esta parte: la trayectoria, como ya dijimos, es una recta (en armas cortas); para determinar una recta es necesario, por lo menos, tener dos puntos fijos, ya que no se deben considerar puntos fijos los impactos que tenga la víctima (el OE ni el OS), por el principio de dinámica aplicado a los cuerpos que reciben un impacto de bala.

Si tenemos, por ejemplo, el lugar desde el cual se efectuó el disparo y la marca que mencionamos precedentemente, tendríamos los dos puntos fijos y se podría determinar exactamente, cuál fue la trayectoria del proyectil.

Con la identificación de la trayectoria podemos determinar con exactitud la ubicación y postura del cuerpo de la víctima en el momento de recibir el impacto, constatando distancia, ángulo de tiro y de incidencia, actitud defensiva, ofensiva, de indiferencia, etcétera.

No es un punto de referencia el lugar donde se encuentre a la víctima, pensando que es ése, donde recibió el disparo, por más que el mismo haya sido mortal. Entre muchos ejemplos que podemos citar, nos referiremos a uno: el caso "Scacerra"; este niño recibió un impacto de pistola calibre 9 mm, que le atravesó la aorta, se volvió, subió 16 escalones de una tribuna de una cancha de fútbol y luego murió.

b) Se encuentra el proyectil incrustado, en los mismos lugares referidos en el apartado a. Al margen de poder determinar lo expuesto anteriormente, al secuestrar el proyectil pode-

mos: 1) identificar el arma que lo disparó; 2) confirmar el calibre.

c) El proyectil, después de atravesar el cuerpo de la víctima, atraviesa un objeto, como podría ser el asiento de un automóvil. En este caso podríamos obtener los mismos datos que en el apartado *a*, en el caso de que no se encuentre la bala; y que en el apartado *b*, si se encuentra; pero además, si en el asiento dejó una trayectoria, podemos obtener dos puntos fijos, el orificio de entrada y el orificio de salida en el objeto, y si no salió, el orificio de entrada y el lugar donde anidó la bala.

2. TEMA IMPORTANTE

La ansiedad por descubrir la verdad nos puede hacer equivocar; no todos los proyectiles que se encuentran incrustados en el lugar del hecho o sus marcas, pueden ser los que causaron la muerte de la víctima; para saber eso hay que determinar si la marca o el orificio que dejó la bala, tiene halo de enjugamiento, y en ese caso, qué tipo de material residual lo compone. Los motivos fueron ampliamente desarrollados, cuando en el capítulo sobre trayectoria externa se trató el tema relativo al anillo de Fisch.

Como se puede observar, el procedimiento expuesto es más sencillo si el hecho ocurrió en un lugar cerrado, si fue al aire libre, es muy difícil determinar este tramo de la trayectoria, y en especial la ubicación de la bala.

Recientemente, en el Departamento Judicial de San Martín, en una causa por homicidio, el perito balístico actuante confundió un orificio que existía en un vidrio, con la trayectoria final de un proyectil de arma de fuego, y haciéndolo coincidir con la trayectoria médico-legal de la víctima determinó que el autor del disparo era otra persona. El error se motivó porque el orifi-

cio del vidrio se había efectuado por una piedra y no por un proyectil de arma de fuego (que tiene características totalmente distintas, como por ejemplo los círculos concéntricos). Al descartar ese orificio como impacto final, se vuelve a reconstruir la mecánica de víctima-victimario y resultó que el disparo había sido efectuado desde otra posición, completamente distinta, por lo tanto el autor fue otra persona.



SEGUNDA PARTE
FUNDAMENTOS BALÍSTICOS

CAPÍTULO V

TESTIGOS Y ACCIÓN DEL PERITO BALÍSTICO

Con la implementación de los juicios orales, se ha desnudado un anacrónico mal que restó credibilidad a la justicia durante muchos años, cual era la facilidad con que se prestaban a actuar los falsos testigos de cargo y de descargo.

Basta con recordar varios casos que fueron portada de noticias o que la prensa televisada, radial o escrita, utilizaron como producto de *venta*, donde prácticamente los testimonios fueron factores negativos para el verdadero esclarecimiento de los hechos, complicando la actividad de los magistrados, quienes tenían que dictaminar en un mar de confusiones.

Este fenómeno judicial tiene sus orígenes en los más diversos motivos, y para enumerar sólo algunos de ellos podemos clasificarlos de la siguiente manera:

a) Por *factores económicos o ventajas materiales* que este testimonio les podría reportar; por la *habilidad profesional* de algunos abogados defensores o por el Ministerio Fiscal; estos casos los podríamos llamar *programados*.

b) *Testigos con rasgos psíquicos desequilibrados*; entre es-

tos últimos podemos incluir a los que se presentan espontáneamente a declarar porque:

1) Los que hacen sentir importantes entre sus iguales, aunque no vieron nada, de lo que se supone son testigos.

2) Los esclavos de sus delirios.

3) Los que de acuerdo con los comentarios sobre el hecho o por lecturas en los medios de difusión, se formaron su propia película y se sienten protagonistas.

4) Los justicieros solitarios.

5) Los mendaces.

6) Los que por odio o resentimientos de clase, toman bandera por algunas de las partes.

Es un ejemplo útil destacar que si un procedimiento policial trae como duda la violación de algún derecho por parte de los miembros de las fuerzas de seguridad, si ocurre en un barrio marginal con seguridad todos los testigos van a declarar contra la policía; pero si ese mismo hecho se produce en un barrio residencial; todos los testigos con seguridad declararían en favor de los integrantes de la fuerza del orden; aunque los hechos no fueran tan transparentes para ninguna de las partes. Acontecimientos recientes y de notoriedad pública confirman lo dicho.

Si bien enumeramos algunos casos, éste es un tema mucho más profundo que indudablemente debe ser motivo de estudio para los psiquiatras y psicólogos.

Pero contemplando estos testimonios dentro del estudio balístico, cabe destacar que es sumamente peligroso apoyarse en ellos, porque de hacerlo nos harían partícipes de principios falsos, que terminan por desorientar al profesional haciéndolo incurrir en gruesos errores en sus conclusiones.

Por eso afirmamos que el juicio oral ha desnudado esos errores, por el procedimiento que se utiliza, donde se le otorga muy poco margen al delirio de los testigos, ya que no sólo es preguntado intensamente por la parte proponente, sino que también lo es por la otra parte y por el Tribunal; cada parte, como es lógico, tratando de confirmar sus posiciones.

En el testimonio pueden ocurrir: a) contradicción propia; b) contradicción con otro u otros testigos.

Para que el testimonio sea útil y provechoso desde el punto de vista de la pericia balística, es aconsejable, tanto para la defensa como para el Ministerio Fiscal, que el testigo no sólo se limite a narrar lo que él dice que vio, sino que es conveniente que teatralice el hecho, colocando a personas que estén colaborando con la realización del juicio (custodios, secretarios, empleados, etc.), en los lugares que dice el testigo que estaban las personas —según él— en la escena del hecho, como por ejemplo, la víctima, el victimario, algún testigo, etcétera.

Acto seguido, pedir al perito balístico que realice las mediciones que crea convenientes, teniendo en cuenta las posiciones de las personas, pudiendo de esa forma determinar ángulos, distancias, alturas, etc., y comparar con lo analizado en los estudios previos, determinando la veracidad de lo declarado; asimismo se debe contemplar la posibilidad de que aporte algo positivo para completar y perfeccionar las hipótesis finales.

Para aclarar definitivamente este punto, vamos a narrar un caso real, ocurrido en un juicio oral realizado en los Tribunales de San Martín, en una causa por cuádruple homicidio, en los que estaban implicados cuatro policías de la provincia de Buenos Aires.

El Ministerio Fiscal citó a declarar a 93 testigos de cargo, quienes decían haber visto cómo ocurrió el hecho. Al declarar en el juicio oral, 92 testigos se desdijeron, por distintos motivos, y sólo uno confirmó lo declarado en primera instancia. La narración fue la siguiente:

“Vi cuando el policía que iba sentado al lado del conductor salió del patrullero, que estaba detenido a unos cinco metros detrás del coche de las víctimas, que también estaba detenido, portando una ametralladora UZI, con la boca del arma hacia arriba; se acercó caminando sobre el lateral izquierdo del mencionado vehículo, abrió las puertas de atrás y de adelante y efectuó unos 50 disparos en abanico de adelante hacia atrás,

matando a dos personas que estaban en el lugar, es decir al chofer y al que estaba sentado detrás de él, en el asiento trasero. Simultáneamente, se bajó del patrullero otro policía portando una pistola 9 mm, se acercó del lado derecho del coche de las víctimas y disparó un tiro, introduciendo la mencionada pistola por la ventanilla delantera, matando al acompañante del conductor, inmediatamente hizo lo mismo por la ventanilla trasera, hiriendo al que estaba sentado atrás; aseguró que este último policía hizo sólo dos disparos, agregando que ambos policías no le dieron tiempo a las víctimas a entregarse o defenderse".

Colocando a presentes en el juicio, en los lugares que dice el testigo que vio cómo se desarrollaron los hechos, se pueden tomar las medidas y ángulos que mencionamos anteriormente.

Ante esta declaración el perito balístico de parte, y con las medidas correspondientes, analizó la veracidad del testimonio y si era coherente con las huellas dejadas y los efectos causados en las víctimas.

Las conclusiones del perito fueron:

a) Secuencia sobre el policía que portaba la ametralladora UZI hasta que efectuó los disparos. Partiendo de los errores más gruesos, diremos que no puede haber efectuado 50 disparos, cuando el cargador más grande de una ametralladora UZI contiene 32 proyectiles.

1) Supongamos que de los 50 disparos que dice que vio efectuar, en realidad sólo se hayan producido 20. En ese caso el auto debería haber quedado con múltiples perforaciones, ya que habla de *ráfaga*; sea de atrás hacia adelante o viceversa, la *ráfaga* es continua, debiendo haber impactado los proyectiles en el parante del medio y la parte exterior, debiendo haber orificios de bala en los asientos delanteros y traseros, además de encontrarse en los respaldos, efectuados todos prácticamente de manera simultánea.

2) Tendría que haber *tatuaje* en todas las heridas de las víctimas o en ninguna, ya que todos los disparos fueron efectuados desde el mismo lugar, es decir desde la misma fuente de fuego.

3) Hay que recordar que a la víctima que iba al volante se le identificó un proyectil que se le extrajo y que pertenecía a la pistola provista a uno de los policías, que no era el que portaba la ametralladora.

4) Reproduciendo en dos muñecos de trapo, con agujas de tejer, las trayectorias de los proyectiles, podemos observar que cualquiera que fuera la posición que tuvieran las víctimas al recibir los impactos, no coinciden con la misma fuente de fuego. Teniendo en cuenta que dispararon desde un mismo lugar con una ametralladora. En ese caso la proyección de todas las agujas debería coincidir en un solo punto, ya que 20 disparos efectuados por un arma con las características de la ametralladora UZI se realizan en un lapso no mayor que dos segundos.

Manifiesta el testigo que antes de disparar el policía abrió las puertas del auto. Si hubiera sido de esa manera las puertas deberían presentar impactos, viéndose asimismo dificultado el desplazamiento del tirador por las mismas puertas. Hubiera sido más cómodo disparar con las puertas cerradas.

b) En relación con el policía que disparó desde el lado derecho.

1) El testigo declara que efectuó sólo dos disparos, introduciendo la pistola de manera alternativa por ambas ventanillas (primero adelante y luego atrás). Partiendo de esta hipótesis, y de que fue el agente que portaba la pistola identificada por la pericia balística como que había disparado dos proyectiles que le fueron extraídos a quien iba sentado adelante y a la izquierda, y teniendo en cuenta los impactos recibidos por las dos víctimas que estaban ubicadas en ese flanco, vemos que sobran tres proyectiles, ya que los mismos fueron cinco.

2) Desde esa distancia los cinco impactos deberían tener *tatuaje*.

3) Colocando dos muñecos de trapo del mismo modo que lo hecho en la experiencia *a4*, reproduciendo los cinco impac-

tos, y teniendo en cuenta que los dos disparos fueron realizados en fracción de segundos —según el testimonio— resulta imposible que los cuerpos se puedan acomodar en dicho lapso como para reconstruir lo narrado por el testigo.

4) Uno o más impactos efectuados desde esa distancia habrían impulsado los cuerpos hacia el interior del vehículo y no hacia afuera, según la posición en que fueron encontrados los cadáveres y que confirma el testigo en su relato.

5) Teniendo en cuenta los disparos que tienen orificio de salida, no se visualizan los impactos dentro del coche que coincidan con esa dirección de tiro.

Para completar la narración de este ejemplo debemos agregar que la distancia que separaba al testigo del lugar del hecho, era de 150 metros. El día que declaró en el tribunal, los señores miembros concurrieron al lugar comprobando que por ser un camino de tierra suelta, todo movimiento de vehículos levantaba una espesa polvareda que hacía imposible la visibilidad, menos aun desde esa distancia.

En función del análisis efectuado por el perito balístico, juntamente con la escasa o nula visibilidad en el lugar del hecho, el Honorable Tribunal desestimó el testimonio, como quedó expresado en la sentencia.

Si bien nos hemos referido a un ejemplo, ello resulta válido para demostrar la importancia que tiene el análisis profundo de los hechos por parte del perito, mucho más cuando no se puede contar con testimonios válidos y veraces.

Hasta ahora hemos desarrollado en este capítulo el procedimiento que los peritos balísticos siguen en los juicios orales, enumerando asimismo sus ventajas. Sin embargo, la situación se modifica ostensiblemente cuando se trata de juicios escritos. Todas las ventajas enumeradas precedentemente con respecto a los juicios orales, dejan de ser aprovechables.

En un primer aspecto, cabe señalar que los testigos no se ven enfrentados a un tribunal ni tampoco a los peritos, motivo por el cual resulta sumamente complicado demostrar que en

muchos casos los testimonios que aportan resultan ser mendaces.

Por otra parte, y como resultante de una larga experiencia en la materia, nos encontramos en condiciones de afirmar que en muchos casos, los jueces actuantes no tienen demasiado en cuenta las pericias balísticas realizadas, y ello obedece, generalmente, a lo incomprensible que en oportunidades resulta ser la semántica técnica aplicada, o bien por lo engorroso de un desarrollo pericial que incluye principios matemáticos y físicos difíciles de asimilar, prefiriéndose en estos casos no tenerlos en cuenta o aplicar la libre convicción razonada, omitiendo, como dijimos, los resultados obtenidos a partir de las pericias llevadas a cabo.

De igual modo, y en tren ejemplificativo, puede ocurrir que se tengan en cuenta sólo las conclusiones finales de determinada pericia, entre las cuales pueden figurar la de que el proyectil secuestrado "... pudo haber sido disparado por el arma remitida...". Aunque esta última declaración incluye la posibilidad de que efectivamente haya sido de esa manera, no se debe dar por sentado, como generalmente ocurre, que el proyectil identificado positivamente fue disparado por el arma remitida, ya que en realidad no existen suficientes pruebas por parte de la pericia para dar por cierta dicha afirmación. En este caso se debe considerar que el proyectil *no fue identificado como disparado por el arma secuestrada*.

El procedimiento que se acostumbra a emplear cuando existe un caso de homicidio por arma de fuego, es el de que el juez actuante designe un perito oficial, que en el caso de la jurisdicción de la Capital Federal resulta ser un perito de la Policía Federal. Asimismo, existen casos que se presentan en las policías provinciales, en que se recurre a la Policía Federal, en especial cuando el inculpado es un miembro de dicha policía provincial. Ello se lleva a cabo remitiéndose las pruebas obrantes (arma, proyectil secuestrado, etc.), quedándose al aguardo del resultado.

Aun cuando el personal interviniente en determinada pericia goce de la mayor idoneidad, ello *no se debe considerar suficiente*. Es responsabilidad del abogado defensor designar un perito balístico de parte, que por lo menos supervise el procedimiento y las conclusiones del perito oficial.

Sería suficiente remitirnos al ejemplo de juicio oral que enunciamos en este libro, en el cual la pericia oficial determinó en sus conclusiones que los disparos que se encontraban en el asiento delantero del coche de las víctimas coincidían con disparos efectuados desde corta distancia. Sin embargo, el perito de parte de la defensa dictaminó que los orificios mencionados precedentemente no habían sido producidos por disparos que previamente hubieran atravesado cuerpo alguno, por cuanto presentaban un *halo de enjugamiento* compuesto por grasa, restos de pólvora y suciedad en general, lo cual demostraba que los proyectiles no habían pasado por ningún cuerpo, ya que de haber sido de esa manera la suciedad mencionada habría quedado en los mismos, formándose el halo de enjugamiento únicamente por sangre y células producto de los cuerpos mencionados.

Esta observación fue un elemento importante en la decisión de la sentencia.

De haber faltado la intervención del perito balístico de parte, es muy probable que la sentencia hubiese sido distinta, apoyada sólo en el informe de los peritos oficiales.

Citamos sólo el ejemplo transcripto por cuanto el mismo se encuentra desarrollado en detalle en este libro, pero podríamos enumerar muchos otros de causas en que nos ha tocado intervenir, como por ejemplo errores en la identificación de proyectiles en relación con las armas que los dispararon, o bien ángulos de tiro medidos sin tener en cuenta los accidentes del terreno o desniveles, entre otros.

La participación del perito de parte es un derecho de la defensa que no se debe omitir, en los juicios orales ni en los escritos, fundamentalmente cuando se trata de homicidios con

armas, ya que como fue expuesto precedentemente, son muy numerosos los detalles que se deben tener en cuenta y que en muchas oportunidades, debido al cúmulo de actividades que deben desarrollar los peritos oficiales, no pueden ser tenidos en cuenta.

CAPÍTULO VI

MÉTODO POR DESCARTE

1. INTRODUCCIÓN

Algunas corrientes de opinión sostienen que la balística no es una técnica exacta, y sustentan que sobre un hecho concreto se pueden deducir infinitas hipótesis; lo mismo da una cosa que la otra, puede ser esto, pero también puede ser aquello.

Indudablemente, si el perito balístico pretende ser un auxiliar eficaz de la justicia, en su informe tiene que aportar conclusiones concretas y demostrables, de lo contrario pasa a ser un estorbo para quienes tienen el deber de resolver con justicia, siendo muy probable que, por el contrario, su aporte resulte contraproducente e influya para que se absuelva a un culpable, o lo que es peor, se condene a un inocente.

En un trabajo presentado en las "IV Jornadas Nacionales de Criminalística", realizadas en la ciudad de Salta, en el año 1990, hicimos mención sobre este particular, exponiendo el método que estamos analizando, y cuyos fundamentos los encontraremos en la tercera parte de esta obra, donde se transcri-

be el trabajo presentado y expuesto. Esto fue motivado porque en un juicio oral, los peritos balísticos del fiscal quisieron destruir las conclusiones del perito de parte de la defensa, tratando de demostrar que en balística nada es absolutamente verdadero y que se pueden dar por válidas las hipótesis más disparatadas, alegando ambigüedad y queriendo desvirtuar el trabajo técnico de la pericia.

Muy por el contrario, nosotros sostenemos que la balística es una técnica exacta y que se pueden demostrar hipótesis ciertas, con un margen de error, que pueda ser aceptable sin desvirtuar la verdad de los hechos.

Cabe remontarnos a Aristóteles, cuando afirma que una ciencia que para su demostración se basa en magnitudes es exacta. La balística no sólo se demuestra con magnitudes, sino que se basa especialmente en dos ciencias exactas: la física y las matemáticas, sin olvidarnos de la contribución de la química y la topografía.

Para aportar más elementos de juicio a nuestra afirmación, nos remontaremos a los orígenes de la balística, y para ello analizaremos los trabajos realizados por los especialistas que estudian la trayectoria y puntería de las armas pesadas de artillería, así como también la relación con los misiles, satélites y proyectiles autopropulsados y propulsados.

La artillería pesada dispone de cañones y obuses 10,5 y 15,5, cuyo alcance máximo sobrepasa los 20 kilómetros. Como es obvio imaginar, hacer que un cañón apunte y bata un blanco reducido a esa distancia, debe ser por medio del manejo de las ciencias exactas.

En estos casos se utilizaban antiguamente tablas de logaritmos, donde el topógrafo (oficial), a través de la trigonometría (triangulaciones, poligonales, etc.), determinaba las coordenadas del blanco y de la pieza base de la batería de artillería; luego el oficial de puntería, teniendo en cuenta el declive del terreno, el estado del tiempo (viento, humedad, lluvias, etc.), calculaba el alza y la deriva, para realizar la puntería; hoy en

día se incorporaron las computadoras y radares y consiguieron agilizar estas tareas, por lo tanto el disparo se puede realizar en menor tiempo, pero se siguen teniendo en cuenta todos los factores mencionados precedentemente.

En los casos de artillería naval, se debe agregar el movimiento del barco (el rolido y el cabeceo).

En los satélites y cohetes, por su mayor alcance y permanencia en el aire e inclusive en la estratósfera, los cálculos son más complejos, pero como se puede apreciar, se aplican las mismas ciencias exactas, para que el resultado sea exacto. No se puede disparar un misil y rezar para que caiga donde uno quiere.

Volviendo a los cañones de artillería, vemos que cuando se calcula la puntería, se hace un disparo de reglaje, para luego corregir los pequeños errores de cálculo, que son aceptables. No por eso deja de ser exacto.

Basta recordar que en un ejercicio de tiro de una batería de artillería pesada, cuyo blanco está a una distancia de por lo menos 15 kilómetros de las posiciones de las piezas, habiendo entre esos dos puntos poblados, estancias, ganados, etc., si no se hacen bien los cálculos, es probable que 44 kilogramos de trotil caigan en los lugares poblados, produciendo serios accidentes. Los cálculos deben ser exactos.

En definitiva, teniendo el origen o la fuente de fuego, hay que estudiar cómo producir el efecto para destruir el blanco.

¿Qué es la balística aplicada? Es la inversa de lo que analizamos antes, es decir, teniendo el efecto, hay que determinar el origen de la fuente de fuego.

En el caso anterior, desde la boca de fuego hasta el blanco, se realiza una serie de trabajos y se anda un camino; en la balística aplicada, se desanda ese camino, partiendo del blanco, pero utilizando los mismos principios, las mismas bases matemáticas, además de la física, la química y la topografía. Considerando un margen máximo de error como válido, tendremos resultados exactos.

Nuestra intención es reducir al máximo el valor real del error; una demostración, es el método que pasamos a detallar.

2. MÉTODO POR DESCARTE

Este método fue aplicado con muy buenos resultados en varios casos que fueron presentados oportunamente, en juicios orales y que motivaron sentencias justas, al contar los magistrados con elementos valederos, para determinar cómo fueron en realidad los hechos que se investigaron.

Para entrar en detalle tenemos que recordar qué es un ángulo de incidencia y qué un ángulo de tiro, ya desarrollados ampliamente con anterioridad.

a) *Análisis de la víctima.*— 1) Se observa el OE y el OS (si lo tiene), se traza un par de ejes cartesianos ortogonales planos sobre el OE, y se determina en qué cuadrante queda el OS en relación con el OE (si no tiene OS se busca un punto de referencia dentro del cuerpo de la víctima).

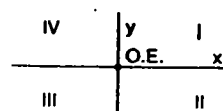


Fig. 29

2) Se determina cuál es el desplazamiento máximo que el cuerpo vivo puede realizar, y sobre cuál costado. Ejemplo:

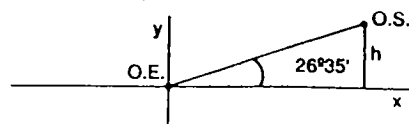


Fig. 30

En este caso se puede desplazar hacia la derecha $26^{\circ} 35'$, es decir, llegar a la horizontal x, o sea a 0° (cero grado). Tomamos como ejemplo el caso que figura en el tema de *Análisis de informes de autopsias de causas juzgadas*, caso 1.

3) Se confeccionan las tablas con los siguientes datos:

Constante, la altura h = a la altura del OE al suelo, menos la altura de la boca del arma de fuego, más o menos el desnivel del piso.

Variable constante, es el ángulo de incidencia.

Incógnita, es la distancia.

La variante se calcula, desde los 27° , hasta 0° , en este caso tomamos como ejemplo lo calculado en el caso real, que fue, $h = 0,70$ m, distancia = $0,70/\text{tg}$.

TABLA I		
áng inc	tg	dist
27°	0,509	1,37 m (no 1)
25°	0,466	1,50 m (no 3)
23°	0,424	1,65 m (no 3)
20°	0,364	1,92 m (no 3)
18°	0,324	2,16 m (no 3)
16°	0,286	2,45 m (no 3)
14°	0,249	2,81 m (no 3)
12°	0,212	3,30 m (no 3)
10°	0,176	3,98 m
8°	0,140	5,00 m
6°	0,105	6,67 m
4°	0,069	10,17 m (no 2)
2°	0,035	20,00 m (no 2)

TABLA II Fórmula $tg = 0,70/d$ (distancia) Variable constante: distancia Incógnita: ángulo de incidencia		
dist	tg	áng inc
1,00 m	0,700	35° (no 1)
1,50 m	0,466	25° (no 3)
2,00 m	0,350	19°20' (no 3)
2,50 m	0,280	16°05' (no 3)
3,00 m	0,233	13°10' (no 3)
3,50 m	0,200	11°20' (no 3)
4,00 m	0,175	10°
4,50 m	0,155	8°50'
5,00 m	0,140	8°
5,50 m	0,127	7°15'
6,00 m	0,116	6°40'
6,50 m	0,108	6°10'
7,00 m	0,100	5°45' (no 3)
7,50 m	0,093	5°20' (no 2)

Una vez confeccionadas las dos tablas, se procede a desechar en ambas los datos obtenidos por cálculos, que por distintos motivos, no sean válidos.

Se da por *veraz*, que uno de los datos calculados, por lo menos, es el *real*, ya que en las dos tablas se han calculado todas las variantes posibles.

b) *Descarte*.— 1) Los ángulos de incidencia, en posición vertical, que sean mayores al calculado, en este caso, mayores de 26°35', en las tablas I y II, es decir que se descartan las líneas completas de 27°; 0,509; 1,37 m, de la tabla I y 1,00

m; 0,700; 35°, de la tabla II, y le ponemos (no 1), que significa, no por punto 1.

2) Toda distancia mayor a la conjunción de distancia que se obtiene de comparar la reconstrucción del hecho con las distancias que presentan los distintos cálculos (con la reconstrucción observamos el lugar). En el ejemplo tomado dicha conjunción la dan los autos estacionados y los alambrados que estaban al costado del camino, y que los victimarios no pudieron pasar.

Por lo tanto se descarta: toda distancia mayor a 7 m.

Se anulan las dos últimas líneas de la tabla I que son: 4°, 0,069, 10.70 m; y 2°, 0,035, 20 m, y de la tabla II, la última línea: 7,50 m, 0,093, 5°20'; se acotó (no 2), que significa, no por punto 2.

3) En este punto se observan todos los obstáculos que se pueden presentar, entre las víctimas y los victimarios, como ser, puertas del auto, troncos de árboles, paredes, mamparas, etc., tratando de no olvidarse de ninguno, ya que cuanto más hay para analizar, son más las posibilidades de descarte. En el ejemplo tomado el obstáculo es la puerta del auto, ya que de no haber atravesado dicha puerta, el disparo tiene que haber pasado por la ventanilla, cuyos ángulos son: al borde inferior 6° y al borde superior 10° (estos ángulos se toman desde el lugar en que se supone se efectuó el disparo, si no se tienen aparatos para medir angularmente, se mide la distancia y la altura y se aplica el teorema de los senos). Se descartan todos los ángulos menores de 6° y mayores de 10°.

En la tabla I se debe eliminar, desde la segunda línea hasta la octava, 25° / 0,466 / 1,50 m; 23° / 0,424 / 1,65 m; 20° / 0,364 / 1,92 m; 18° / 0,324 / 2,16 m; 16° / 0,286 / 2,45 m; 14° / 0,249 / 2,81 m; 12° / 0,212 / 3,30 m. En la tabla II, lo mismo sucede con las líneas segunda, hasta la sexta y la trigésima, 1,50 m, 0,466 / 25° ; 2,00 m, 0,350 / 19° 20'; 2,50 m, 0,280 / 16° 05'; 3,00 m, 0,233 / 13° 10'; 3,50 m, 0,200 / 11° 20', y 7,00 m, 0,100 / 5° 45'; se acotó (no 3), que significa, no por punto 3.

De esta forma, quedarían como probables, en la tabla I, las

líneas novena, décima y undécima. En la tabla II, las líneas séptima a la duodécima.

Las distancias probables, de acuerdo con este sistema, son: 3,98 m; 4 m; 4,50 m; 5 m; 5,50 m; 6 m; 6,50 m, y 6,67 m.

La reconstrucción del hecho determinó una distancia de 6,70 m, y el cálculo de distancia por otro método, dio 6,09 m: por lo tanto, podemos afirmar que la distancia más probable oscila entre 6 m y 7 m.

Los ángulos de tiro o de incidencia (ya demostramos que son iguales) se determinan de la misma forma; en la tabla I se indica: 10° , 8° y 6° . En la tabla II, 10° , $8^\circ 50'$, 8° , $7^\circ 15'$, $6^\circ 40'$ y $6^\circ 10'$. Con los mismos elementos que utilizamos para el cálculo de la distancia, podemos afirmar que los ángulos más probables oscilan entre $6^\circ 40'$ y 6° .

Hemos desarrollado el método sobre un único ejemplo, pero en todos los casos es similar. Lo que hay que tener en cuenta especialmente, es que se deben considerar todos los elementos y obstáculos que impidan, desde un lugar determinado, abrir fuego e impactar en la víctima. Recalcamos lo ya dicho: cuanto mayores sean los obstáculos analizados, más serán los cálculos que se descarten y menor será el error con que se puede calcular la distancia y el ángulo de incidencia.

Como se puede deducir, el ejemplo que hemos tomado corresponde a una víctima que estaba sentada en un coche, del lado del volante y con las ventanillas bajas.

Se preguntarán, por qué se tomó el primer cuadrante y dentro de él, sólo los ángulos que van desde 0° hasta 27° .

Es lógico apreciar que si la víctima estaba inclinada hacia su derecha y considerando la trayectoria médico-legal, los ángulos superiores a los 27° , hasta los $153^\circ 25'$ (que surge de restar 180° menos $26^\circ 35'$, que es el ángulo que se calculó dentro del cuerpo de la víctima, entre el OE y el OS), tenían que haber dejado un orificio de entrada en el asiento, ya sea del conductor o del acompañante. Al no existir ese orificio, se descartan, antes de confeccionar las tablas, todos esos ángulos.

CAPÍTULO VII

RIGIDEZ Y ESPASMO CADAVÉRICO

Si bien éste es un tema específicamente de la medicina legal, trataremos de no invadir un área que escapa a la pericia balística. Sólo haremos referencia a este tema basándonos en las obras de los especialistas, en particular en la del doctor Raffo, para alertar a los peritos balísticos acerca de que en muchos casos no es necesario buscar las respuestas de los hechos en complicados cálculos o en análisis profundos, sino que leyendo detenidamente una autopsia se puede determinar si una muerte fue violenta o no.

Para ello es necesario que el médico autopsiante tenga en cuenta determinar en su informe si la víctima tiene *rigidez muscular* o *espasmo cadavérico*. En el capítulo siguiente, relacionado con la guía para realizar autopsias desde la necesidad del perito balístico, lo mencionamos.

Cuando se produce el fallecimiento de una persona, la musculatura se relaja, pero cuando transcurre cierto tiempo, el cuerpo se endurece. Este fenómeno que se produce *post-mortem*, ocurre siempre y se le llama *rigidez cadavérica*.

Pero en algunos casos —aunque quepa destacar que no son frecuentes— la rigidez muscular se produce en el mismo momento de la muerte, sin que se observe la instancia anterior, que es la relajación. A este fenómeno se lo llama *espasmo cadavérico*, y es muy importante determinarlo, si se encuentra en la víctima, porque siempre que ocurre eso es porque la muerte fue violenta, es decir que la víctima se encuentra con la muerte sin esperarla, y aunque la ve, no se puede defender.

Pero es necesario determinar, y que quede claro, que siempre que hay espasmo cadavérico, hubo muerte violenta, pero no siempre que hubo muerte violenta hay espasmo cadavérico.

— *Rigidez muscular*: La expresión más gráfica es la de Devergie: “Estado de dureza, retracción y tiesura, que sobreviene en los músculos, después de la muerte”. “Es un fenómeno mediato; entre él y la muerte hay una etapa de relajación muscular, la rigidez abarca todos los músculos, los estriados y los lisos, pero no al mismo tiempo; comienza en la mandíbula y en el cuello, y progresa hacia los miembros inferiores, desapareciendo en forma inversa. También hay una diferencia de grado, los músculos flexores son predominantes, por eso es que los antebrazos se encuentran semiflexionados y aplicados contra el tórax, el puño semicerrado, pero ineficaz para mantener sujeta un arma de fuego, colocada en la mano después de la muerte”.

— *Espasmo cadavérico*: “El sujeto voluntariamente adopta una actitud y la muerte sobreviene bruscamente.

”Esta actitud queda fijada en forma instantánea, no hay paso por la etapa de relajación muscular.

”El fenómeno permite la reconstrucción del hecho y su simulación es imposible”.

Se puede encontrar en los casos de fusilamientos, en los *ajustes de cuentas* entre mafias, con las muertes anunciadas. El doctor Raffo da un ejemplo: “... piloto de combate, cráneo y cara seccionados en dos mitades, por choque de cabeza contra la cúpula de acrílico. Paracaídas perfectamente desplegado, el

cuerpo se recoge en tierra sin traumatismos agregados. El brazo izquierdo rígido está apoyado contra el hombro derecho, y el derecho, también tieso, apunta a la ingle del lado opuesto. Esta posición resulta idónea para accionar las palancas de expulsión de la cabina. El espasmo cadavérico ha fijado esa actitud”.

Es verdad que son pocas las veces que se detecta un espasmo cadavérico, pero también hay que tener en cuenta que en muchas autopsias se generaliza el estado y se describe siempre como rigidez.

Éste es un tema que hace especialmente a la formación del médico que tiene que realizar una autopsia, que no siempre es un especialista forense, aporte que en cualquier caso simplifica en una forma superlativa el trabajo del perito balístico.

LOS ESTADOS ANÍMICOS

Las víctimas, al recibir un impacto de arma de fuego, o varios, pueden reaccionar de varias maneras, de acuerdo con el estado anímico en que se encuentren en ese momento, teniendo en cuenta que generalmente las reacciones espontáneas son incontrolables y que se pueden producir por reflejos o por el grado de desarrollo que cada individuo tenga de su instinto de conservación.

Luego de profundos estudios, podemos decir que esos estados se pueden agrupar en cuatro clases, y que nosotros los llamamos de la siguiente manera:

a) *Inconsciencia*.— Este estado se produce generalmente cuando la víctima no esperaba por ningún motivo, ser atacada. Por ejemplo las personas que están paradas en la calle esperando un colectivo, y desde un auto les disparan con armas de fue-

go y los matan; otro ejemplo es el del que recibe el impacto de una *bala perdida*.

b) *Contraataque*.— En algunos casos, frente al peligro, la víctima reacciona atacando a su agresor, generalmente se da en las personas que han recibido instrucción de defensa personal o están acostumbradas a la acción, o puede ser simplemente la reacción de los *inconscientes*, que en ese momento no miden el peligro a que están expuestos. Se aplicaría el principio de que la mejor defensa es un buen ataque. En este caso, la víctima recibe la muerte, pero se defendió hasta último momento. Suele ser la respuesta de los delincuentes cuando son sorprendidos *in fraganti* por la policía y repelen el accionar de las fuerzas del orden, disparando con sus armas de fuego; o cuando cubren su retirada a tiros; también se presenta este estado de cosas en las mujeres ultrajadas, que se defienden hasta morir, golpeando, arañando y/o mordiendo a su victimario.

c) *Defensa activa*.— Al experimentar la agresión la víctima corre, se esconde o trata de alejarse del lugar del peligro, sin utilizar arma de ningún tipo. En estos casos suelen recibir disparos por la espalda con ángulos de incidencia poco descifrables.

d) *Defensa pasiva*.— La persona, al sentirse atacada, se paraliza, se queda en el lugar, sin reacción alguna, generalmente se contrae, trata de achicar su cuerpo, tomando una posición fetal, cierra sus ojos, para no ver el momento de su muerte, y la cara presenta una mueca de terror. Se observa en los muertos en accidentes de aviación o en los fusilamientos.

En los tres primeros casos, generalmente después de morir el cuerpo toma un estado de relajación muscular y luego de varias horas sobreviene la rigidez cadavérica.

En el cuarto caso, es completamente distinto, generalmente se presenta directamente el espasmo cadavérico después de la muerte, cuyas características ya hemos analizado.

CAPÍTULO VIII
DATOS DE AUTOPSIA NECESARIOS
AL PERITO BALÍSTICO

La intención de enumerar los datos necesarios que debe contener el informe de una autopsia desde el punto de vista de la pericia balística, no es marcar al médico legista o autopsiante, qué debe hacer desde el punto de vista médico, ya que ello le corresponde a su formación y a los canales pertinentes de acuerdo con su profesión, sino establecer qué elementos necesita el perito balístico para poder analizar y realizar su trabajo, ya que generalmente su presencia ocurre *a posteriori* de los hechos y cuando ya se han efectuado algunas diligencias, en la causa respectiva.

Si algunos puntos son similares a los del informe normal que realiza el médico, se dan como contestados.

1) Inspección general del cadáver, para determinar si presenta:

- a) flaccidez;
- b) rigidez;
- c) espasmo.

2) Analizar los orificios:

a) determinar si son orificios de entrada o de salida, si no se puede determinar, indicar en el informe, porqué y cuáles son las dudas;

b) observar, una vez reconocido el orificio de entrada:

I) si tiene tatuaje, si es así, la forma y sus dimensiones;

II) si tiene ahumamiento, si es así, la forma y sus dimensiones;

III) si tiene anillo de Fisch y de qué sedimento está formado el halo de enjugamiento, si son materiales humanos o restos de suciedad (aceite, pólvora, tierra, etcétera);

IV) si tiene halo equimótico, no confundirlo con el halo de contusión;

V) la forma y dimensiones del orificio, medirlo con un vernier, si es posible, o bien indicar con qué elemento se midió, para determinar de esa manera, el margen de error;

VI) informar si la herida es definida o desgarrante, de esta forma se puede determinar si el impacto fue directo o de rebote;

VII) no introducir en el orificio de entrada ningún cuerpo duro, dedos u otro elemento, que deforme su superficie; si se determina que hay tatuaje o si se tienen dudas, cortar una superficie cuadrada de aproximadamente 10 cm de lado, por supuesto, en los lugares que sea posible, si no, la mayor superficie que se pueda, y colocarla en un frasco con formol, y si no se tiene medio para su posterior análisis histopatológico, elevarla al juez actuante o a la policía que intervino;

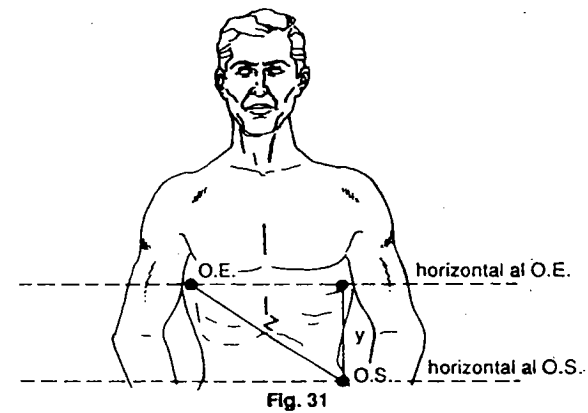
VIII) si se determina que hay ahumamiento, medir su diámetro y describirlo, como lo señalamos en el punto 2-b-II, teniendo en cuenta que al introducirlo en el frasco con formol, se lava; por eso hay que describirlo previamente;

IX) determinar la existencia de quemaduras o el fenómeno del signo de *Puppe-Werkgartner* o el *golpe de mina* de Hofmann.

3) Al abrir el cadáver, determinar en primer lugar si la tra-

yectoria médico-legal es limpia, es decir, si sigue una línea recta, entre el orificio de entrada y el de salida; de ser así:

a) en el caso de no poder medir el ángulo de penetración, por no contar con aparatos adecuados, medir linealmente la distancia entre el OE y el OS (z), y la diferencia, entre la horizontal del OE, y la horizontal del OS (y), de acuerdo con el gráfico:



b) medir el orificio que causó el proyectil en los cuerpos o tejidos no elásticos, para comprobar el calibre de la bala;

c) en caso de que la trayectoria médico-legal sea *quebrada*, es decir que el proyectil haya cambiado de recorrido, por haber chocado con un cuerpo duro (hueso, músculo, etcétera):

I) determinar como primera medida, el ángulo de penetración, desde el OE hasta el primer desvío, de la misma forma que en el caso 3-a;

II) detallar cada quebradura, de qué punto a qué punto, con las mediciones determinadas en 3-a, de tal forma quedará graficada como una poligonal abierta:

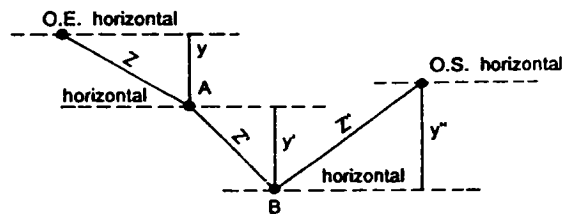


Fig. 32

d) observar e informar el efecto que produce el proyectil dentro del cuerpo; esto se tiene que hacer en todos los casos, inclusive cuando la bala no haya salido:

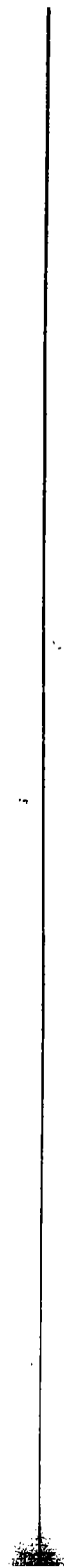
- I) perforación o desgarró;
 - II) si hay halo equimótico;
 - III) si el proyectil se fue deformando de acuerdo con los orificios que va produciendo;
- e) si el proyectil, no salió:
- I) en primer lugar, hay que ubicarlo y rescatarlo, para su peritaje;
 - II) determinar si es normal, migrador o circungirante;
 - III) detallar el lugar donde se anidó el proyectil y si su detención se debió a la falta de fuerza o a que se incrustó en un hueso o cuerpo duro.

4) El orificio de salida:

- a) medir con la misma precisión que en el orificio de entrada; considerando que generalmente es ovoide, medir la diagonal mayor y la menor;
- b) describirlo:
 - I) si se puede, determinar halo equimótico;
 - II) si hay desgarró o perforación;
- c) determinar si al OE correspondiente se observan uno o más OS.

En los casos en que no hay OS, determinar si no salió por una cavidad u orificio natural.

TERCERA PARTE
PERICIA, CAUSA Y SENTENCIA



ANEXOS

- Resumen de los hechos que dieron motivo a la causa penal 30.066 del Juzgado en lo Criminal n° 9, renumerada con el 16.084, en la Excelentísima Cámara de Apelaciones en lo Criminal y Correccional, Sala 1, del Departamento Judicial de San Martín, provincia de Buenos Aires.
- Presentación del informe pericial balístico, a cargo del perito de parte de la defensa; cuerpo principal y dos complementarios.
- Sentencia, dictada por la Excelentísima Cámara de Apelaciones en lo Criminal y Correccional, Sala 1.



RESUMEN DE LOS HECHOS

1) El día 8 de enero de 1988, una patrulla policial compuesta por un sargento, dos cabos y un agente, persigue durante 2 kilómetros a cuatro individuos que conducían un auto Ford Taunus negro, que luego se comprueba, fue robado esa madrugada y que durante la persecución, le disparan con armas de fuego cortas, por lo que la policía les responde con las armas reglamentarias.

2) Siendo las 13.30 hs. y mientras transitaban por un camino de tierra, el Taunus aminora la velocidad por la poca visibilidad, el patrullero lo colisiona en el guardabarros trasero izquierdo, se abre hacia la izquierda, lo pasa y lo cruza.

3) Los cuatro policías se bajan del patrullero y luego de un intercambio de disparos, abaten a los delincuentes, tres muertos y uno herido, que luego fallece en el hospital. Anteriormente y mientras el patrullero sobrepasa al otro vehículo, el agente dispara sobre las víctimas, sin mirar, por la intensa polvareda, mientras se recibían algunos disparos, uno de ellos perfora la luneta trasera del patrullero.

4) El clima reinante en ese momento era: temperatura 31,8°, cielo claro, sin viento, humedad 37% (muy seco), duran-

te los últimos 8 días llovió muy poco, el día 3 de enero 0,7 mm, y el día 4 de enero, 15,3 mm. Ese detalle hizo que se quisiera averiguar cuál podría ser la visibilidad en el lugar y en el momento del hecho; tomando un día testigo, algo aproximado a ése, aunque más húmedo y en otoño, dio el siguiente testimonio:

- a) Los primeros 15 segundos, visibilidad nula.
- b) De 15 a 20 segundos, la visibilidad del 15 al 20%.
- c) De 20 a 28 segundos, la visibilidad de un 40%.
- d) A los 39 segundos, se disipa la nube de polvo y se eleva.

5) Se le informa al juez de turno, secuestra en el vehículo de los delincuentes un revólver calibre 32 largo, que efectuó (según la pericia) 7 disparos, 5 recientes y un proyectil percutado sin disparar, otro revólver 32 largo, que efectuó 6 disparos, 2 recientes, y un revólver calibre 22 largo, que efectuó 2 disparos recientes, 5 proyectiles completos en los alvéolos del tambor, 3 cartuchos completos e intactos de calibre 32 largo, en condiciones de ser disparados. Ordena levantar a las víctimas y los cuatro policías en calidad de demorados junto con los vehículos son remitidos a la seccional de policía y PREGUNTA EN EL LUGAR, donde había mucha gente del barrio, QUIÉN HABÍA VISTO ALGO PARA SALIR DE TESTIGO; NADIE SE PRESENTA.

6) Cuando el juez llega a la seccional de policía del lugar, toma declaración a los victimarios y revisa la parte interna del vehículo que conducían las víctimas y hace constar en acta, que figura en fojas 68, que encuentra en el asiento del conductor, un orificio de bala, de donde extrae la camisa de un proyectil de 9 mm, que luego en el estudio pericial, se comprueba que pertenecía a la pistola provista al agente de policía que participó en el hecho.

7) Al mismo tiempo concurre el perito balístico, perteneciente a la jurisdicción de la zona y produce un informe pericial, que consta en fojas 48/53, donde dice: "EN EL TAUNUS: tipo sedán cuatro puertas, chapa C 940567, pude observar: un

roce de proyectil disparado por arma de fuego ubicado en el vidrio trasero a 28 cm del borde libre del lateral izquierdo, cuyo ángulo de disparo ayudado por la inclinación del vidrio mismo, permitió no penetrar y por ende la rotura. Dicha trayectoria se prolongó hasta impactar posteriormente en el burlete de goma en su parte superior y a igual distancia del borde libre del lateral izquierdo. Ya ubicado en el interior del automóvil, pude observar que en la zona inferior del vidrio trasero izquierdo hay un roce de proyectil cuya trayectoria original era de izquierda a derecha, sin poder hallar su correspondiente lugar de impacto. Asimismo se observa otro accidente balístico que mencionar, localizado en el lateral izquierdo del asiento del acompañante, corresponde a un orificio de entrada de proyectil disparado por arma de fuego, cuyo orificio de salida se ubica casi en el sector medio delantero de dicho asiento. Y por último se detectó un orificio causado por pasaje de proyectil ubicado en el asiento del conductor a 8 cm del borde libre del lateral derecho, con su correspondiente orificio de salida alojado en dicho lateral". Este último orificio es el mismo que vio el juez. En total se peritan en los asientos delanteros del Taunus, DOS ORIFICIOS DE ENTRADA.

8) Se caratula el hecho como "CUÁDRUPLE HOMICIDIO EN RIÑA".

9) Se realizan las autopsias de las cuatro víctimas y en una de ellas, dice el médico forense, que en una herida en el brazo izquierdo, se ve un puntillado petequial milimétrico, como el que se observa en un "tatuaje", y en otra víctima en una herida a nivel del segundo espacio intercostal paraesternal derecho de 1 por 1,5 cm de borde contuso hemorrágico y que podría corresponder a un orificio de entrada de un proyectil de arma de fuego y rodeando en una circunferencia de 15 a 20 cm, puntillado petequial milimétrico, como el que se ve en un "tatuaje". No se aprecia signo de ahumamiento. Pero en ambos casos aconseja para mayor certeza realizar un estudio histopatológico. ESTE ESTUDIO NO SE REALIZA EN ESE MOMENTO.

10) A los quince días del hecho, aparece una comisión de los derechos humanos, que visita a los familiares y les proponen iniciar acciones judiciales a la provincia de Buenos Aires, por daños y perjuicios y les dicen que van a ganar mucha plata.

11) El día 8 de febrero, se presenta al juez actuante, el primer testigo de cargo y declara que los policías "fusilaron" a los muchachos, sin darles tiempo a entregarse o defenderse, cuenta una historia de cómo, según él, ocurrieron los hechos.

12) Durante ese día y subsiguientes, se presentan en total ocho testigos de cargo, todos del lugar, que no se presentaron el día del hecho, cuando el juez pidió testigos y que en sus declaraciones diferían inclusive en la forma y modo de cómo actuó el personal policial.

13) El juez cambia la carátula por la de "CUÁDRUPLE HOMICIDIO", ordena la detención y traslado a la cárcel de Dolores de los cuatro policías.

14) El vehículo Taunus utilizado por las víctimas, ya en manos de su dueño, había sido reparado en un taller, inclusive su tapizado, por lo que se supone que los orificios producidos el día del hecho estaban tapados, como consta en el acta testimonial, que el propietario del rodado realiza, y que está a fojas 107.

15) Se ordena el secuestro de dicho vehículo, que se produce a los tres días del mes de marzo del mismo año, donde se aclara, como es lógico, que no tiene ningún orificio de proyectil en los asientos delanteros, es refrendado por el secretario del juzgado actuante y depositado en la playa de estacionamiento de los Tribunales. Fojas 373/374.

16) El día 6 de abril del mismo año, se ordena que se efectúe en el rodado en cuestión un peritaje, que está a cargo del mismo perito que actuó anteriormente.

17) El perito encuentra, inexplicablemente, cuatro orificios en los asientos delanteros, dos en el del chofer y dos en el del acompañante, más otro que perfora el respaldo del asiento del acompañante, más otro en el parante interno derecho de la

puerta, haciendo un total de seis orificios de entrada de proyectil. Saca los ángulos y determina que fueron realizados en distancias cortas, que van de los 0,80 m hasta 3 m. Lo que también se informa en esa primera pericia, y que fue la base de la defensa por intermedio del perito balístico de parte, es que todos esos orificios tenían halo de enjugamiento, que no eran de restos humanos.

18) Con todos estos elementos, el juez actuante decreta la prisión preventiva de los acusados.

19) El fiscal de primera instancia, solicita 12 años de prisión para los inculpados y pasa a la etapa del juicio oral.

20) El ministerio fiscal de la sala actuante, hace el ofrecimiento de pruebas, pide la comparecencia de 95 testigos, además las exhumaciones de las cuatro víctimas, la participación del laboratorio judicial de La Plata, si quedan restos a analizar de los cadáveres, la reconstrucción del hecho, entre otras cosas.

21) La defensa también hace el ofrecimiento de pruebas, solicitando la comparecencia de 42 testigos, la pericia balística de parte, la prueba de visibilidad, entre otras cosas.

22) En esos momentos, siete de los ocho testigos de cargo, se presentan espontáneamente, para declarar que habían hecho falso testimonio, ya sea porque les habían prometido dinero o por amenazas.

23) Con una maniobra jurídica aplicada por el fiscal de primera instancia y el fiscal de cámara, a las causas por falso testimonio, se les vence la fecha de solicitar condena y los testigos quedan sobreseídos y son válidos para declarar en el juicio oral.

24) Se exhuman los cadáveres, en el mes de febrero de 1990, a dos años del hecho, y se encuentra con sorpresa que uno de ellos, el que tenía supuestamente el tatuaje en el pecho, estaba momificado. Los otros, por estar enterrados en tierra, no presentaban material útil para el estudio.

25) Se estudia en La Plata, el cadáver momificado, y por estudios microscópicos se determina que no hay rastro de pólvora en la piel, por lo tanto, no había tatuaje. En este punto

recordemos lo sustentado por los doctores Bonnet y Raffo, cuando dicen que mientras haya piel para analizar se puede determinar la existencia o no, de resto de pólvora, "tatuaje", que ella se mantiene aun cuando la piel esté putrefacta. Se descarta el disparo a corta distancia, que había informado el médico legista, en uno de los casos.

26) Se realiza la reconstrucción del hecho. Los cuatro policías detallan cómo ocurrió y toman las posiciones desde las que dicen, efectuaron los disparos, se toman las medidas de cada lugar y luego el perito de parte, aplicando el método de descarte, que posteriormente se explicará, determina que son coincidentes con las heridas que presentan las víctimas, de donde se deduce que no fue un fusilamiento, sino que fue un enfrentamiento y que se desarrolló con visibilidad nula, por motivo de la tierra. Las distancias de disparos se calcula que fueron desde un mínimo de 4,39 m y un máximo de 10,66 m.

27) El ministerio fiscal solicita la participación de los peritos balísticos de la Gendarmería Nacional y la Policía Federal, como parte de cargos y la participación de los peritos de la Policía de la provincia de Buenos Aires, como peritos del tribunal, agregándose como es lógico, el perito de parte de la defensa.

28) Comienza el juicio oral, durante largos días declaran los 137 testigos, sólo uno se mantiene en declarar que los policías habían fusilado a las víctimas, el resto dijo que no habían visto nada y que lo que sabían era porque se los habían contado; sí confirmaron que hubo persecución y tiroteo previo al hecho en sí, que fue donde murieron los cuatro delincuentes.

Hay que tener en cuenta la hora, era la siesta; 13.30 hs de un día de pleno verano, 8 de enero, y hacía un calor muy por encima a la temperatura media del mes, 31, 8°, era un día agobiante y la mayoría dormía la siesta, además en un lugar de frecuentes tiroteos las personas optan por meterse adentro o debajo de la cama, ya que las viviendas son precarias, la mayoría de cartón o madera y temen que una bala perdida penetre y pueda

herir o matar a ellos o a sus hijos. El único testigo, se comprueba en el tribunal que es mendaz, ya que al concurrir los señores jueces al lugar del hecho se observa que a la distancia que dice estar, aproximadamente a 150 m, y con la tierra que ahí se levanta, no pudo ver cómo ocurrieron los acontecimientos, ni detallarlos como lo hizo. Además desde el punto de vista balístico, se le aporta al abogado defensor el siguiente informe:

1) Un policía portando ametralladora disparó sobre los ocupantes del vehículo, que estaban sobre el lado izquierdo, desde corta distancia y sin darles tiempo a nada; eso es lo que dice el testigo,

a) Secuencia sobre el policía que portaba la ametralladora, hasta que efectuó los disparos. En esta parte hay que partir de distintas hipótesis, dice que disparó 50 proyectiles, el cargador de la UZI, el más grande, tiene 32 disparos. a1) Supongamos que de los 50 que dijo fueran 20, el auto debió quedar todo perforado, porque habla de ráfaga, si va de atrás hacia adelante o viceversa, la ráfaga es continua, debía haber impactado en el parante del medio, parte exterior, orificios de proyectiles en el asiento trasero, delantero y respaldares respectivos, todos simultáneos. a2) Tendría que haber "tatuajes" en todas las heridas de las víctimas o en ninguna, porque son todos efectuados del mismo lugar, la misma fuente de fuego. a3) Hay que recordar que a la víctima de ese lugar, que iba en el volante, se le identificó un proyectil que se le extrajo y que pertenecía a la pistola provista a uno de los cabos, por lo que no fue disparada por la ametralladora UZI. a4) Voy a reproducir en dos muñecos, la trayectoria de todos los disparos que recibieron esas dos víctimas, atravesando agujas de tejer, representando los disparos. Si tenemos en cuenta que los 20 disparos con una Pistola Ametralladora UZI, se efectúan en 2 segundos, tendrían que coincidir los orificios de entrada de los cuerpos, con una sola posición de fuego, con relación a la posición de las víctimas.

Dice el testigo, que antes de disparar el policía abre las

puertas del auto. En este caso, las puertas deberían tener impacto, y el desplazamiento del tirador se vería dificultado por las mismas puertas, sería más cómodo tirar dejando las puertas cerradas.

2) Con relación al otro policía que disparó del lado derecho del vehículo.

b) Dice que efectuó sólo dos disparos, metiendo la pistola por la ventanilla, primero adelante y luego a la de atrás.

b1) En este caso vamos a partir que fue el agente, ya que dos de los tres disparos que tiene la víctima delantera derecha, están identificados, como disparados por la pistola provista al mismo. Si contamos los impactos recibidos por las dos víctimas de ese lado, son CINCO, de acuerdo al testimonio sobrarían TRES. b2) Desde esa distancia, los cinco impactos deberían tener "tatuaje". b3) Colocando los dos muñecos, con los cinco impactos, colocando las agujas y considerando que fueron efectuados uno detrás del otro, en muy poco tiempo, la posición de los cuerpos no da con ese tiempo para acomodarlos. b4) Uno o más impactos, desde esa distancia, habrían impulsado los cuerpos hacia adentro y no hacia afuera, como se los encontró, y dijo verlos el propio testigo. b5) Dónde están los impactos dentro del coche y que coincidan con esa dirección de tiro teniendo en cuenta los disparos que tienen orificio de salida.

De esta manera y como queda establecido en la sentencia, se desestima el único testigo de cargo que había quedado a lo largo del juicio oral.

Otro elemento importante para aportar en el juicio es el informe del médico legista, como aclaramos en el apartado 25 del presente trabajo, el tatuaje de una de las víctimas, fue descartado por el estudio microscópico realizado en La Plata, sobre el "tatuaje" de la otra víctima, el médico en su declaración en el juicio oral, aclara que debido al estado que se encontraba el brazo herido, se había producido un estallido del húmero, era difícil determinar con exactitud si lo que se apreciaba era un

“tatuaje” o el puntillado petequial milimétrico, era a consecuencia de las esquirlas óseas. Por eso aconsejaba un estudio histopatológico, que no se hizo. Además dice que la observación la hizo a simple vista, por no contar con ningún elemento apropiado, como podría ser una lupa, como mínimo.

Con relación a los tatuajes, se considera que hay dudas en su existencia, por lo tanto no es válido para inculpar a los procesados.

Es en este momento, que toda la responsabilidad de determinar la inocencia o culpabilidad de los acusados, dependía de las pericias balísticas, pasando a ser, el único auxiliar válido para la justicia. Resaltar esta importancia, es el motivo de este trabajo.

29) Comienza a analizarse el trabajo previo al juicio realizado por los peritos. Se empieza a calcular e interpretar los elementos y medidas reunidas, para ello los siete peritos trabajan en conjunto (dos por la Gendarmería Nacional, dos por la Policía Federal, dos por la Policía de la provincia de Buenos Aires y el perito de parte de la defensa).

El trabajo se divide en analizar dos conjuntos por separado, uno la reconstrucción de los hechos, con relación a las heridas de las víctimas. Se conforman con el trabajo realizado por el perito de parte y coinciden en informar, que las posiciones tomadas, son coincidentes con las heridas recibidas por las víctimas, haciendo la salvedad, que si se considera el informe del médico forense, en cuanto a los tatuajes, en ese caso, las distancias serían menores, no mayores a 50 cm.

El segundo estudio, es el que presenta distintos puntos de enfoque y por un lado se agrupan los seis peritos y por el otro queda como oponente a las conclusiones, el perito de parte.

Es aquí, cuando comienza a surgir la influencia de los falsos testigos y la subjetividad de que los policías eran culpables de homicidio, por parte de los peritos del ministerio fiscal y del tribunal.

En este estudio se tenía que contemplar la relación de los

orificios de entrada de los proyectiles en los asientos del Taurus, con la supuesta posición tomada por las víctimas.

En primer término había que hacer coincidir esos orificios con la trayectoria médico-forense de los delincuentes. Por supuesto, se sabe, que dos segmentos se pueden colocar siempre dentro de una misma recta, lo que hay que tener en cuenta, es la lógica de la posición, es aquí, donde se diferencia la balística magistral, de la balística aplicada.

Ponen a los muñecos modelos en las formas más ridículas y acrobáticas, para justificar la posición o posiciones, y sobre eso dar una información a la Sala Penal, de coincidencia, por lo tanto, dan por válido, que por lo menos tres de las víctimas, fueron ultimadas de muy cerca.

A esta conclusión se disconforma el perito de parte, entre algunas de ellas, se puede rescatar: el peritaje no se hizo con el coche original ya que no se pudo secuestrar, por lo tanto, no cumplimentaban lo solicitado en los puntos de pericia, ni del fiscal ni de la defensa.

Se tomó como base la pericia realizada el día 8 de abril de 1988, sin la presencia, en ese momento, del perito de parte, por lo que no se puede constatar la exactitud de las medidas.

No se tuvieron en cuenta los desniveles del terreno, ya que las mediciones se hicieron en una playa de estacionamiento de cemento.

No se conocía con exactitud la posición de las butacas.

En la pericia primitiva tomada como base, no hace mención al calibre de los orificios, por lo tanto pudieron haberse hecho, con las armas de las víctimas.

Fue una pericia sobre otra pericia, de la cual se contaba solamente con fotos, es sabido que las fotos sólo muestran dos dimensiones, la tercera, que sería la profundidad o perspectiva, no se puede apreciar, por lo que no se puede ubicar, el orificio con exactitud.

Pero los fundamentos más importantes, sin con ello minimizar los enunciados, son:

1) Esos orificios peritados el 8 de abril de 1988, no fueron hechos el día en cuestión, o sea el 8 de enero del mismo año.

2) La existencia del halo de enjugamiento en los orificios del vehículo, por lo que el perito de parte produce para el tribunal el siguiente informe: "En la pericia realizada el 08-04-88 y confirmada en la audiencia, dice, que los orificios de entrada de los peritados en el Taunus, TENÍAN HALO DE ENJUGAMIENTO y que NO TENÍAN RESTOS DE SANGRE NI SEDIMENTO HUMANO.

El proyectil, cuando sale de la boca del arma, tiene suciedad adherida a él, compuesta de residuos de lubricantes, aceite, restos de pólvora quemada, que arrastra del cañón del arma, etc. Dice Bonnet: "...el proyectil al salir del cañón, lo hace arrastrando consigo, las partículas de grasa y aceite, que existen en el interior de aquél (proveniente de su limpieza y conservación), así como partículas de tierra o polvo que por la acción del tiempo y de la falta de uso pueden haber penetrado en su interior". Cuando impacta sobre una superficie y perfora, esa suciedad la deja en dicha superficie, produciendo el llamado halo de enjugamiento, que juntamente con el halo de contusión, forman el anillo de Fisch.

El proyectil al pasar por un cuerpo humano, al perforar la piel deja la suciedad en dicha piel (es como si limpiáramos un cuchillo engrasado con una servilleta, la suciedad que queda en dicha servilleta, sería el halo de enjugamiento, y el cuchillo quedaría limpio), el proyectil luego de pasar la epidermis, pasa la dermis, capas musculares, órganos, nuevamente la dermis, la epidermis y sale del cuerpo, cada plano que atraviesa dentro del cuerpo humano (son muchísimos), hace de servilleta, quiere decir que al salir, pueden ocurrir dos cosas:

1) Que el proyectil esté limpio al máximo (pulido).

2) Que haya arrastrado sedimento humano (sangre y/o células). Al perforar el asiento, pudieron pasar sólo dos cosas:

A) Si el proyectil estaba pulido, no deja halo de enjugamiento.

B) Si tenía restos de sedimentos humanos, deja un halo de enjugamiento, compuesto de ese sedimento. POR LO TANTO, SI ESOS ORIFICIOS TENÍAN HALO DE ENJUGAMIENTO, QUE NO ERAN COMPUESTOS POR SEDIMENTOS HUMANOS, NO PASÓ POR NINGÚN CUERPO DE LAS VÍCTIMAS.

En el juicio oral se presentan informes por separado; los seis peritos por un lado y el perito de parte por el otro y ambos sectores exponen defendiendo sus hipótesis.

30) El ministerio fiscal solicitó 15 años de prisión para los cuatro policías.

31) La defensa pidió la absolución.

32) La sentencia resuelta por el tribunal, fue de absolución a los cuatro policías. Los argumentos forman parte de este anexo, al final del mismo.

PRESENTACIÓN INFORME PERICIAL BALÍSTICO ANTE LA
EXCELENTÍSIMA CÁMARA DE APELACIÓN EN LO CRIMINAL Y
CORRECCIONAL, SALA I

ROBERTO JORGE LOCLES, L.E. 4.860.486, capitán de Artillería (R.E.), perito propuesto por la defensa en la causa penal 16.084 "Ola Ernesto y otros s/cuádruple homicidio".

Que venimos a contestar los puntos de pericia propuestos en autos.

Nuestra exposición se basará sobre todos los aspectos balísticos de esta causa, pero para ello vamos a utilizar el siguiente método: analizar cada hecho por separado con los respectivos resultados individuales y al final un análisis con la conclusión general y una reconstrucción de los hechos sobre la base de las características técnicas, analíticas y científicas logradas en busca de la verdad de lo sucedido.

I. LAS ARMAS ENCONTRADAS EN EL COCHE DE LAS VÍCTIMAS Y HECHOS
CONCOMITANTES (FOJAS 52/57)

1) Revólver 32 largo, marca "Doberman" n° 09273 B, alberga hasta 7 (siete) proyectiles. Efectuó 7 disparos, 5 recientes, 1 proyectil percutado sin disparar.

2) Revólver 32 largo, marca "Detective" n° 12168, alberga hasta 6 (seis) proyectiles. Efectuados 6 disparos, 2 recientes.

3) Revólver 22 largo, marca "Doberman" n° 00728, alberga hasta 10 (diez) proyectiles. Huellas de disparos recientes en 2 de sus 10 alvéolos. En el momento del peritaje se encuentra sin púa percutora y 5 proyectiles completos.

4) Tres cartuchos completos e intactos calibre 32 largo EN CONDICIONES DE SER DISPARADOS.

II. TATUAJES

Para dar mayor claridad y evitar la confusión hay que determinar algunos puntos incoherentes que llevan a afirmar con mucha ligereza las distancias a que fueron efectuados los disparos. Dichas afirmaciones se basan principalmente en los desconocimientos básicos del comportamiento de las armas de fuego, así como también en la aplicación de la semántica técnica correspondiente, tema éste desarrollado en el "Primer Congreso de Peritos en Criminalística", convocado por la Gendarmería Nacional en el mes de junio de 1985, y sus conclusiones publicadas en un texto; lo mencionaremos en varias oportunidades y siempre que sea necesario, en el transcurso de la exposición.

En dicha obra participaron peritos como MIGUEL E. MAN-

ZO SAL, profesor doctor AVELINO V. DO PICO, Cte. principal JUAN AGUSTÍN PIACQUADIO, analizando trabajos como el de GUILLERMO CEJAS, catedrático de medicina legal de la Facultad de Mendoza, CARLOS DE CICCIO y muchos otros, quienes dicen en relación con la semántica técnica, que es primordial la tipificación de la CASUÍSTICA, la normalización de una METODOLOGÍA DE PERITAJE y del correspondiente GLOSARIO DE TÉRMINOS, que hacen a la precisión de la semántica técnica.

Por todo lo expuesto, es necesario analizar los informes técnicos con que cuenta la causa.

1. AUTOPSIA DE LAS VÍCTIMAS

a) En primer lugar vamos a analizar el informe producido por el médico, en la parte del EXAMEN CADAVÉRICO de las víctimas Claudio Rubén QUIRÓZ, Sergio Daniel QUIRÓZ y Ramón Ignacio CABRERA, muertos en el lugar del hecho. En los tres informes se determina "rigidez cadavérica". Al respecto queremos destacar los conceptos del doctor OSVALDO H. RAFFO, cuya presentación no vamos a hacer en este momento, porque su fama en la materia ha trascendido las fronteras de su país; en su libro *La muerte violenta*, aclara la diferencia entre RIGIDEZ Y ESPASMO.

— *Rigidez muscular*: La expresión más gráfica es la de Devergie: "estado de dureza, retracción y tiesura que sobreviene en los músculos después de la muerte". Es un fenómeno mediato; entre la muerte y él se presenta una etapa de relajación muscular.

— *Espasmo cadavérico*: El sujeto voluntariamente adopta una actitud y la muerte sobreviene bruscamente. Esta actitud queda fijada en forma instantánea, no hay paso por la etapa de relajación muscular; el fenómeno es excepcional pero superlativamente importante cuando se observa, porque permite la reconstrucción del hecho y su simulación es imposible.

Aplicado este concepto a la balística, podemos afirmar que hay dos instancias de una muerte violenta: una, la que a pesar de estar en juego la vida existe una actitud recíproca de ataque y defensa por la que el cuerpo no está en posición retraída, sino en plena función, como puede ser en un intercambio de disparos o tiroteo; en ese caso, en el momento de recibir el impacto mortal, el cuerpo se relaja previamente, y luego aparece la rigidez, después de 3 a 6 horas. La otra instancia es la de defensa solamente; el cuerpo está en una posición retraída, se produce cuando el individuo atacado no tiene posibilidad de defensa, está esperando la muerte, es la actitud que toman los cuerpos cuando cumplen una sentencia de muerte, por ejemplo, en los fusilamientos. En este caso aparece el ESPASMO CADAVERÍCO. Si comparamos este concepto con los casos enunciados *ut supra* y de acuerdo con los informes de las autopsias, nos encontramos en la primera de las instancias tratadas.

Nos vamos a referir ahora exclusivamente a los dos casos donde se habla de la existencia de posibles tatuajes.

b) ÁVILA GUSTAVO DANIEL: "...corresponde a un orificio de entrada de un proyectil de arma de fuego, rodeado de una circunferencia de 15 a 20 cm, puntillado petequial milimétrico, como se ve en un tatuaje". Más adelante agrega: "Dicho impacto podría haber sido hecho de una distancia aproximada a los 45,50 cm".

c) QUIRÓZ CLAUDIO RUBÉN: "...como señas particulares tatuaje en brazo izquierdo de cinco puntos". Más adelante agrega: "Las heridas pertenecientes al brazo izquierdo, presentan múltiples heridas milimétricas contuso hemorrágicas que podrían corresponder a las ocasionadas por el tatuaje, lo que indicaría que dicho impacto podría haberse efectuado a una distancia de aproximadamente 45 cm". También queremos rescatar de este informe, cuando se refiere a los proyectiles que hicieron impacto en el brazo, la parte que dice: "...se aprecian múltiples heridas milimétricas de tipo contuso hemorrágicas, que podrían

corresponder a las provocadas por las múltiples esquirlas óseas, ya que el húmero, se halla totalmente fracturado" (verdadero estallido).

Como el informe no es lo suficientemente claro el juzgado cita al médico forense para putualizar algunas declaraciones, en fojas 309/319. En dicha ampliación agrega:

b1) En relación con ÁVILA DANIEL GUSTAVO, ratifica aclarando que el tatuaje a que hiciera referencia se refiere a las microincrustaciones de las partículas de pólvora no combustionada... y agregando que sí, es de un arma de fuego pero que a los fines de un diagnóstico de MAYOR CERTEZA ACONSEJA ESTUDIOS HISTOPATOLÓGICOS sobre la zona circundante al orificio de entrada.

c1) En relación con QUIRÓZ CLAUDIO RUBÉN, referido al tatuaje en brazo izquierdo de cinco puntos, declara: que corresponde a un dibujo ubicado en la zona deltoidea izquierda y agrega que ese tatuaje CORRESPONDE A UN GRAVADO SOBRE LA PIEL CON MATERIA COLORANTE. Por lo tanto no corresponde a la deflagración de la pólvora. Preguntado sobre las tres heridas producidas en el brazo izquierdo, contesta que está seguro de que hay tatuaje en alguna de las tres heridas, pero que sí recuerda que el tatuaje abarcaba una zona de aproximadamente 10 a 15 cm. PERO NO PUEDE ASEVERAR A CUÁL DE LOS TRES ORIFICIOS DE ENTRADA PERTENECE. Se le pregunta si las lesiones contusas hemorrágicas han sido ocasionadas por la deflagración de la pólvora por disparo de un arma de fuego, CONTESTA que sí, que los residuos de la pólvora por disparo de un arma de fuego producen microincrustaciones en la piel que por mecanismo contuso deja dicho signo, y QUE LAS LESIONES HEMORRÁGICAS MILIMÉTRICAS CORRESPONDEN A LAS PROVOCADAS POR LAS ESQUIRLAS ÓSEAS.

Sobre la siguiente pregunta y respuesta queremos hacer un subrayado especial, porque es motivo de numerosos artículos

en libros de la especialidad. Preguntado si un examen anatómopatológico microscópico efectuado en la región comprendida por el tatuaje podría arrojar mayor certeza respecto de la concentración de residuos de pólvora alrededor de cada una de las heridas del brazo izquierdo, contesta que sí, y a continuación se hace una pregunta que también queremos dejar como referencia para nuestra exposición sobre las certezas de las pericias. Preguntado por cuál es el grado de certeza atribuido a los criterios utilizados por el perito en las consideraciones médico-legales, para afirmar que las heridas podrían haberse ocasionado desde una distancia aproximada a los 45 cm, contesta QUE EL GRADO DE CERTEZA ES IMPORTANTE EN BASE A LA LITERATURA MÉDICO-LEGAL con que el perito se ha formado.

2. MENCIONES DE AUTORES DE LIBROS Y TRABAJOS SOBRE EL TEMA*

Como en la autopsia se hace mención a "...la base de la literatura médico-legal con que el perito se ha formado", mencionaremos el concepto de algunos autores reconocidos nacional e internacionalmente en la materia. Comenzaremos con las definiciones y perfecta identificación de los términos que vamos a emplear para que todos podamos entendernos en el transcurso de la exposición, es decir hablando todos el mismo idioma.

— *Disparó "a boca de jarro"*: Es el disparo efectuado con la

* *Textos consultados*: Bonnet, *Medicina legal*, 1967; Balthazard, *Medicina legal*, Barcelona, 1926; Bonnet, *Estudios analíticos de los disparos efectuados con pistola*, 1933; Bonnet, *El halo hemorrágico visceral*, probable nuevo signo de orificio de entrada en lesiones por armas de fuego cortas, 1946; Carrara, *Manuale di Medicina Legale*, Torino, 1937; Raffo, *La muerte violenta*, 1980; Achával, *Manual de Medicina Legal*, 1979; Echazú, *Investigación de la muerte*, 1973; Fernández, G., *Naturaleza y mecanismo de las heridas de bala*, 1966; Smith, W. H., *Basic Manual of military small arms*, Harrisburg, 1945; Soderman, H., y O'Connell, J., *Métodos modernos de investigación policíaca*, México, 1969; Tejerina, N., *Tanatología y necropsia forense*, Buenos Aires, 1926; Linares, R., *Técnica de autopsia*, Buenos Aires, 1961.

boca del arma aplicada contra el cuerpo de la víctima, en contacto con la piel de la misma.

— *Disparó “a quemarropa”*: Es el disparo efectuado dentro de la distancia QUE PARA CADA ARMA Y CARGA DEL PROYECTIL ocasiona “quemaduras” del plano de ropa o corporal (5 cm).

— *Anillo de Fisch*: La acción contusa por un lado y la impureza por el otro, que se producen alrededor del orificio y por la exclusiva acción del proyectil (la pólvora no interviene para nada en el fenómeno). Se circunscribe en dos zonas, superpuestas en parte, de uno a dos milímetros de ancho y son exclusivas de los orificios de entrada. Las dos zonas se llaman, anillo de contusión, de Thoinot y para la resultante del depósito de impurezas: “anillo de enjugamiento” de Chavigny (exterior igual contuso hemorrágico).

EL ANILLO DE CONTUSIÓN NO SE PRESENTA CUANDO EL DISPARO FUE EFECTUADO “POST MORTEM”

— *Campo circundante*

La pólvora: La huella dejada sobre la piel o las ropas por la pólvora en combustión o no, salida por la boca del arma juntamente con el proyectil, constituye el tatuaje. Se produce por la “deflagración” completa e incompleta de la pólvora, por ello se puede clasificar en:

- a) Tatuaje propiamente dicho: quemadura, chamuscamiento o fogonazo y granos de pólvora no deflagrada.
- b) Tatuaje falso o pseudo tatuaje: ahumamiento. El tatuaje encierra un doble valor: 1) es expresión de orificio de entrada; 2) por la presencia o ausencia de sus elementos puede establecer la distancia aproximada a que ha sido efectuado el disparo.

La quemadura: Se produce en los disparos “a boca de jarro” y “a quemarropa”; la lesión es una quemadura de primer grado, siendo más extensa con la pólvora negra que con la pólvora blanca. La distancia de producido es de aproximadamente

—pistola— 5 cm de distancia; según el doctor Bonnet, dicha quemadura nunca ha sido encontrada por ellos a *distancias mayores de 5 cm.*

Granos de pólvora: Resulta de las partículas de pólvora que no “deflagraron”, es decir que no entraron en combustión y que al salir juntamente con el proyectil y los gases se alojaron en la epidermis y en la dermis. La distancia de producción es de aproximadamente —en pistola— 35 cm.

Ahumamiento (falso tatuaje): Salido con los elementos ya citados: proyectil, granos de pólvora y “fogonazo” el “humo” producido por la pólvora al deflagrar, se dispone alrededor del orificio de entrada, caracterizándolo juntamente con los restantes; la distancia de producido es de aproximadamente —pistola— 30 cm.

Uno de los problemas periciales es la determinación de existencia de pólvora y de qué tipo es; para el caso de los proyectiles de pistola 9 mm, que utilizan pólvora blanca, se realiza por reacción química por medio de alguno de estos cinco procedimientos: 1) reacción de Foyatier, utiliza brucina en medio sulfúrico y en caso positivo da un color anaranjado o rosa; 2) reacción de Donome, utiliza solución de di-fenileneimina (carbozol), en caso positivo da un color verde; 3) reacción de Wallenstein y Kober, utiliza solución de sulfato de difenilamina y en caso positivo da un color azul oscuro; 4) reacción de la fenoantrazina (Gerin), utiliza solución de feno-antrazina en medio sulfúrico, en caso positivo, produce un color rojo violáceo; 5) reacción de Griess-Lunge, utiliza ácido sulfánico y naftilamina, en caso positivo se produce color rosado.

Complementando las citas textuales enunciadas *ut-supra*, acotaremos las experiencias obtenidas por destacados peritos actuales que fueron recopiladas en un libro publicado por la Gendarmería Nacional Argentina con motivo de realizarse el “Primer Congreso de Peritos en Criminalística”, llevado a cabo en Buenos Aires, del 24 al 28 de junio de 1985.

Sus autores, comandante principal de Gendarmería JUAN AGUSTÍN PIACQUADIO, profesor doctor AVELINO V. DO PICO, perito de armas portátiles y balística judicial MIGUEL E. MANZO SAL, nos dicen:

Los dos componentes del halo de Fisch, el de enjugamiento o interno (dado por las suciedades del cañón o del proyectil) y el halo externo o el contuso erosivo, NUNCA LOS HEMOS PODIDO OBSERVAR en las múltiples autopsias realizadas, por cuanto el coágulo sanguíneo que se forma oculta uno de ellos, pero sí los hemos objetivado en blancos sobre cartones o cadáveres de animales.

Respecto de la zona de ahumamiento o pseudo tatuaje, Guillermo Cejas, perito balístico de la cátedra de medicina legal de la Facultad de Medicina de Mendoza, llama a la misma "escapela frontal" o "nube de plomo", por cuanto está formada por dos círculos concéntricos de humo y de plomo. La misma se observa hasta una distancia máxima de 25 cm, y a partir de esa distancia su composición ya no es de humo, sino de plomo micronizado. La mancha demostrable químicamente es visible hasta una distancia de 30 a 40 cm, y detecta partículas de cobre o plomo, según sea el proyectil blindado o no, hasta una distancia de 3 metros; usa la técnica de ácido acético (vinagre).

En Inglaterra, desde 1977, irradiando las partículas metálicas (níquel, cobre, acero) con elementos radioactivos, éstos emiten rayos gamma, los que son detectados con los respectivos espectrómetros, hasta una distancia de 23 metros.

Carlos de Cicco, médico forense de Mendoza, detecta las partículas metálicas, en los cadáveres en putrefacción, por método radiográfico en el pseudo tatuaje o ahumamiento hasta 20 cm.

Para detectar con certeza los residuos del disparo, en la zona circundante al orificio de entrada (o impacto) del proyectil, se utiliza el test del rodizanato de sodio que es sumamente sensible.

Cuando nos referimos a los residuos del disparo, significa

la presencia de plomo, bario, pólvora, etc., que determinan la existencia de tatuaje y pseudotatuaje.

El sistema del papel fotográfico; los reactivos y su aplicación mediante el rodizano de sodio que reacciona con el plomo y el bario (también con el antimonio), formando complejos de color rosado y naranja, dichos complejos virarán al azul y rosado, en presencia de ácido clorhídrico (es un sistema muy económico y eficaz).

— *Obtención de testigos y cotejo:* Ahora bien, para deducir la distancia a que fue efectuado el disparo, hace falta no sólo el papel emulsionado con las manchas obtenidas del inculcado, sino también los obtenidos de superficies agredidas a diferentes distancias, que se utilizarán como testigos para cotejarlas con la sospechosa.

La distancia de disparo se conocerá en forma aproximada al coincidir en dispersión e intensidad el disparo con algunos de los testigos, pues si ambas manchas son equivalentes, la distancia de disparo también lo será, coincidiendo, por consiguiente, la distancia del disparo investigado con la del testigo, entonces la distancia de disparo del plano agredido inculcado, será (aproximadamente) aquella a la que se efectuó el disparo testigo.

Para que lo expresado en el párrafo anterior sea válido, arribando a resultados confiables, se deberán obtener los testigos en similar forma, como se sospecha fue producido el investigado; como ya se expresara, idéntica arma, cartucho, soporte y de ser factible demás condiciones. Si bien al finalizar este punto (tatuajes) expondremos las conclusiones correspondientes, quisiéramos acotar algunos puntos importantes, que luego ampliaremos en las mencionadas conclusiones.

a) El informe de la autopsia se realiza mediante una revisión OCULAR de la víctima, en la que se incluye la determinación de los tatuajes en dos de las cuatro.

b) La ausencia de procedimientos científicos, como biopsias,

análisis químicos, bioquímicos, técnicos y hasta prácticos, con elementos auxiliares, no dan confiabilidad al informe de las autopsias en cuestión. FALTAN LOS RECAUDOS NECESARIOS PARA FUNDAMENTAR LA AUTOPSIA O LOS DIAGNÓSTICOS.

c) El diagnóstico de la autopsia en relación con la "rigidez cadavérica", se contrapone en principio con la proximidad con la cual se dice se hicieron algunos disparos, a no ser que no sepa distinguir el autopsiante, el estado de espasmo cadavérico del de rigidez cadavérica.

3. CUADRO COMPARATIVO TESTIGO (PERICIA BALÍSTICA DE LA POLICÍA FEDERAL ARGENTINA)

TATUAJE					
PISTOLA	30 cm	40 cm	50 cm	70 cm	Provista a
261954	7,5 cm	8 cm	6,5 cm	NO	GODOY
42714	12,5 cm	9,5 cm	12 cm	NO	VALDEZ
11542	17 cm	8,5 cm	8 cm	NO	OLA
08854	12,5 irregular	8,5 cm	7 cm poca concentra	NO	VENTICINQUE
UZI 0497	10 cm	8 cm	15 cm	NO	

AHUMAMIENTO					
PISTOLA	30 cm	40 cm	50 cm	70 cm	Provista a
262954	4x7	2 cm leve	NO	NO	GODOY
42714	7,6 irreg	4x1,5 irreg	NO	NO	VALDEZ
11542	7x6 irreg	2 poca dens	3,5 cm	NO	OLA
08854	7x5 irreg	1,5 leve	NO	NO	VENTICINQUE
UZI 0497	3,5	3 leve	NO	NO	

ENJUGAMIENTO (<i>Anillo de Fisch</i>)					
PISTOLA	30 cm	40 cm	50 cm	70 cm	Provista a
261954	tonalidad media	sensible-mente menor	leve intensidad	poca intensidad	GODOY
42714	poca intensidad	buena intensidad	leve intensidad	poca intensidad	VALDEZ
11542	poca intensidad	2,8 mm de espesor	poca intensidad	poca intensidad	OLA
08854	poca intensidad 2,6mm	3,1 de ancho	poca	leve 2,9mm	VENTICINQUE
UZI 0497	ídem	menor tonalidad interior	menor a la anterior	irregular 2,3mm	

GRÁNULO DE PÓLVORA					
PISTOLA	30 cm	40 cm	50 cm	70 cm	Provista a
261954	alta densidad hasta 10 cm	escaso hasta 8 cm	poca actividad hasta 8 cm	NO	GODOY
42714	hasta 13 cm	hasta 11,5 cm	hasta 12 cm	NO	VALDEZ
11542	13 cm	disperso 9 cm	esporádico 10 cm	NO	OLA
08854	14 cm	esporádico 9,5 cm	escaso 8,5 cm	NO	VENTICINQUE
UZI 0497	Gran concentración 13 cm	escasa y esparcida 8,5 cm	muy escaso 10 cm	NO	

— CONCLUSIONES PARCIALES DE ESTE APARTADO (3)

a) Las armas que en los cuadros comparativos figuran como provistas a Godoy y Venticinque, son las demostradas en el peritaje como disparadas a las víctimas: 1) proyectil sacado a Claudio Rubén Quiróz (el que manejaba), pertenece a la pistola

08854, de provisión a Venticinque (fojas 136); 2) el proyectil extraído a Ignacio Cabrera (adelante, a la derecha), pertenece a la pistola provista a Godoy (fojas 136, n° 262954).

b) Ninguno de los datos observados en los cuadros comparativos testigos, coinciden con los de las autopsias, en lo relacionado con las dimensiones del tatuaje, menos aun comparando las distancias que aseguran desde dónde se efectuaron los disparos, por lo que se demuestra la incredibilidad de las autopsias realizadas y sus conclusiones; aportaré más elementos al respecto, cuando detalle las conclusiones finales del punto en desarrollo.

4. CUADRO COMPARATIVO DEL ÚLTIMO PERITAJE (REALIZADO POR LOS PERITOS OFICIALES Y DE PARTE, EN LA POLICÍA FEDERAL ARGENTINA)

<i>Sub-fusil UZI n° 0497</i> (blanco fijo)								
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
falso tatuaje ahumamiento	diámetro 16 cm	diámetro 8 cm	diámetro 5 cm	difuso irregular	NO	NO	NO	NO
tatuaje: concentración	7 cm	7 cm	7 cm	escaso hasta 7 cm	muy escaso 7 cm	muy escaso 6 cm	NO	NO
máximo	16 cm	15 cm	15 cm	7 cm	escaso hasta 7 cm	escaso hasta 6 cm	muy poco	NO

<i>Sub-fusil UZI n° 0497</i> (blanco móvil)								
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
falso tatuaje ahumamiento	diámetro 13 cm	diámetro 14 cm	diámetro 6 cm	NO	NO	NO	NO	NO
tatuaje: concentración	diámetro 8 cm	diámetro 10 cm	diámetro 8 cm	diámetro 9,5 cm	NO	diámetro 7 cm	NO	NO
máximo	13 cm	14 cm	14 cm	15 cm	disperso hasta 15 cm	disperso hasta 12 cm	muy escaso, grá- nulos sin combus- tionar	NO

<i>Pistola Browning 9 mm</i> (blanco móvil)								
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
falso tatuaje ahumamiento	diámetro 19 cm II 17 cm V	diámetro 4 cm	diámetro 3 cm tenue	NO	NO	NO	NO	NO
tatuaje: concentración máximo	10 cm 20 cm	8 cm 14 cm	7 cm 14 cm	6 cm 12 cm	NO amplia dispersión escaso gran	NO NO	NO NO	NO NO

<i>Pistola Browning 9 mm</i> (blanco fijo)								
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
falso tatuaje ahumamiento	diámetro 19 cm	diámetro 3 cm	diámetro 3 cm	NO	NO	NO	NO	NO
tatuaje: concentración	10 cm	9 cm	difuso 7 cm	NO	NO	NO	NO	NO
máximo	19 cm	19 cm	14 cm	14 cm	14 cm escaso gran	NO	NO	NO

— *CONCLUSIONES PARCIALES DE ESTE APARTADO (4)*

- a) En el sub-fusil UZI en blanco móvil a 40 cm se observa:
- no hay ahumamiento
 - concentración de gránulo de pólvora en un diámetro de 10 cm y dispersión en un diámetro de 15 cm.
- b) En blanco móvil a 50 cm:
- no hay ahumamiento
 - escaso gránulo de pólvora, disperso en un diámetro de 15 cm.
- c) En blancos fijos NO SE REGISTRAN parámetros similares al planteado en el interrogante pericial, es decir, gránulo de pólvora.

vora en un diámetro de 20 cm, sin la presencia de ahumamiento.

d) En pistola Browning 9 mm en blanco móvil, en ninguna medida se registran parámetros similares al planteado en el interrogante pericial.

— *CONCLUSIONES DE ESTE PUNTO (II)*: Vamos a reiterar algunas conclusiones parciales, porque lo consideramos necesario para reafirmar los puntos más destacados para demostrar la nulidad de la autopsia realizada, por no ser confiable, fundamentalmente por la falta de resultados obtenidos por medios químicos, técnicos, analíticos, etc., supeditándose tan sólo a una inspección ocular.

- 1) Las cotas de autores competentes en la materia determinan distancias menores para la formación de tatuaje y falso tatuaje.
- 2) Siempre que se ha dado una afirmación al respecto, han utilizado elementos técnicos auxiliares, como biopsias, análisis químicos, reacciones químicas, sistemas determinados, métodos radiográficos, etc., NUNCA A SIMPLE VISTA.
- 3) La comprobación de los disparos testigos, método fundamental y necesario para comprobar el comportamiento de cada arma, que siempre son distintas, dan resultados totalmente diferentes a los calculados a simple vista por el forense.
- 4) No se ha demostrado la existencia del anillo de Fisch, sumamente importante para determinar si los orificios eran los de entrada sin dudas, ángulo de inclinación y si se habían hecho *pos* o *pre-mortem*.
- 5) No se determina la existencia de otros elementos residuales, como quemaduras, etcétera.
- 6) Resulta difícil de entender, si analizamos la cantidad de disparos mortales realizados a las cuatro víctimas, cómo se puede conjugar el hecho de que algunos fueran efectuados desde lejos, otros desde cerca y dentro de un mismo cuerpo, y hasta en un mismo lugar del cuerpo; también hay disparos identificados como realizados desde distancias totalmente dispares. El no haber determinado el espasmo cadavérico en ninguna de las

víctimas en el caso de haber sido eliminados a tan corta distancia, cuando de ser así, los cuerpos tendrían que haber tomado alguna postura defensiva o taparse, atajarse o tratar de evitar ese disparo, no se puede concebir que se hayan quedado sentados tranquilamente. En el libro del doctor Osvaldo RAFFO, *La muerte violenta*, cuando el autor hace una comparación entre el suicidio y el homicidio, en la página 173, dice: "...en el suicidio la localización del orificio tiene preferencias usuales, pero no sucede así en caso de homicidio; la víctima no permanece en actitud estatuaría ni la proximidad es la regla en estos casos".

Cuando hicimos referencia a la importancia de la semántica y de aplicar y conocer perfectamente bien cada término, porque podría dar lugar a profundas confusiones y la exposición ser meramente formal, nos referíamos a las contradicciones que se observan en la autopsia. En la misma no se aplicó con el debido cuidado cada terminología, en el caso ÁVILA, que vamos a tratar a continuación, el doctor dijo: "Las microincrustaciones de partículas de pólvora no combustionada"; esas partículas de pólvora son macroincrustaciones, porque las micro están compuestas por pólvora combustionada que forma partículas de humo, determinando el falso tatuaje o ahumamiento.

Analizando cada caso aisladamente, podremos discernir.

a) Ávila Gustavo: El forense menciona una circunferencia de 15 a 20 cm, y agrega: "las microincrustaciones de partículas de pólvora no combustionada". El victimario es el agente Godoy.

Si comparamos esta declaración con el informe último sobre el comportamiento de la pistola Browning 9 mm (que figura como apartado), se determina que "no se registran parámetros similares al planteado en el interrogante pericial...", es decir que no existe concordancia con esas dimensiones. Si el parangón se establece con los cuadros del apartado 3, titulado GRÁNULO DE PÓLVORA, leemos que a 40 cm (sería la distancia

que especifica el médico forense), es escaso hasta 8 cm (se refiere a la circunferencia), y a 50 cm, existe poca actividad hasta 8 cm, todo ello muy lejos de los guarismos expuestos en la autopsia. Si comparamos las demás pistolas, incluyendo la UZI (pistola ametralladora), la mayor circunferencia quedaría demarcada a los 50 cm; el arma de OLA y la UZI, no superan los 10 cm.

Si comparamos el cuadro TATUAJE en el supuesto caso en que el médico forense se haya equivocado en la aplicación de la semántica, observamos que la pistola de Godoy, a 50 cm forma una circunferencia de 6,5 cm; tampoco coincide con los datos aportados por el mencionado forense.

En definitiva se debe considerar la autopsia realizada a Ávila, como no confiable, en relación específica con el tatuaje y la distancia del disparo, sin perjuicio de que estamos en condiciones de determinar la distancia real desde donde se efectuó el disparo, lo que haremos al desarrollar el punto III.

b) Quiróz, Claudio Rubén (se encuentra el proyectil que identifica la pistola que portaba Venticinque): El médico forense, en la ampliación de su informe a fojas 309/19, dice que recuerda que "...el tatuaje abarca una zona aproximada de 10 a 15 cm", y agrega que está "...seguro que hay tatuaje en alguna de las tres heridas".

1) No coloca la dimensión del tatuaje en el primer informe correspondiente a la autopsia y que debería acotar teniendo ante sí el cadáver.

2) No determina cómo estaba compuesto el tatuaje, si era por quemadura o grano de pólvora sin deflagrar; cuando aclara ante pregunta del secretario si es producida por deflagración de la pólvora por disparo de arma de fuego, contesta sí, por lo que se debe suponer que corresponde a quemadura.

3) Por comprobación técnica que desarrollaremos en el punto III, se determina que los tres disparos fueron efectuados desde la misma distancia. Haciendo abstracción en este caso de si los disparos fueron realizados desde cerca o desde lejos, las ca-

racterísticas de las heridas deberían ser iguales; por lo tanto, o tenían el tatuaje las tres heridas o no lo tenía ninguna.

4) No se utilizaron para su comprobación, auxiliares técnicos, químicos ni bioquímicos, siendo el diagnóstico efectuado a simple vista y después de 41 días de ocurridos los hechos, detallando en ese momento las características del tatuaje.

5) Tomando el cuadro comparativo testigo del comportamiento del arma de Venticinque, en este caso identificado perfectamente, observamos que a 50 cm el tatuaje marca una circunferencia de 7 cm de diámetro, que a 40 cm la misma es de 8,5 cm, y que a 70 cm no presenta tatuaje alguno. Como se puede apreciar, los datos informados por el forense se encuentran muy alejados de estos valores, cuando determina una circunferencia de 10 a 15 cm.

6) Si queremos comparar, por las dudas, con la tabla testigo titulada GRÁNULO DE POLVORA, notamos que la pistola de Venticinque, a 40 cm, presenta una reacción esporádica de 9,5 cm, a 50 cm, escasa de 8,5 cm, y a mayor distancia, no se nota. Consideramos que al igual que lo tratado *ut-supra* para Ávila, la autopsia es NO CONFIABLE, en relación con el diagnóstico del tatuaje y con la distancia del disparo, sin perjuicio de lo que vamos a demostrar en el desarrollo del punto III.

III. TRAYECTORIA DE LOS PROYECTILES

Éste es el punto más importante y más técnico del estudio, para su desarrollo, aclaramos los siguientes tópicos a tener en cuenta:

a) En el estudio realizado en cada uno de los casos se contempló el comportamiento del proyectil dentro y fuera del cuerpo, desde el lugar donde se efectuó el disparo hasta llegar al cuerpo, aplicando principios topográficos, trigonométricos, geométricos y analíticos, para determinar el comportamiento enunciado precedentemente.

El doctor Osvaldo RAFFO, en su libro *La muerte violenta*, define estas instancias de la siguiente manera: dentro del cañón del arma, balística interna; desde la boca del arma hasta el cuerpo de la víctima (orificio de entrada), balística externa, y el recorrido dentro del cuerpo de la víctima, balística médico-legal.

b) Vamos a analizar los proyectiles que exclusivamente y de acuerdo con la autopsia realizada, son considerados mortales o graves. De esa manera el estudio y la exposición serán más simples y entendibles, ya que si analizamos todos los proyectiles disparados en el enfrentamiento y que hicieron impacto en los dos vehículos y dentro de ellos en distintos lugares, no nos sirve para analizar la médula de las acusaciones. Sí nos sirve el análisis de los que provocaron el deceso de las víctimas, y en los casos en que las víctimas hayan recibido dos o más impactos mortales, cuáles son los que fueron efectuados *pos-mortem*, con sus respectivas distancias, ya que se debería tener en cuenta que nadie puede matar a un muerto.

1) *VÍCTIMA*: CLAUDIO QUIRÓZ; *LUGAR QUE OCUPABA*: DELANTERO IZQUIERDO; *VICTIMARIO*: CABO JUAN CARLOS VENTICINQUE (según proyectil encontrado en el cadáver, fojas 436-peritaje). *DATOS FÍSICOS DE LA VÍCTIMA*: Altura 1,77 m, peso 70 kg, edad 18 años (para obtener las medidas utilizadas en el presente estudio se tuvo en cuenta tomar como modelo a una persona del sexo masculino de las mismas características).

a) *DATOS DE LA AUTOPSIA*: (fojas 44). Disparo que causó la muerte: *CUELLO* "en región lateral izquierda de cuello por delante del músculo esternocleidomastoideo, en su mitad se aprecia herida ovoide de bordes contusohemorrágicos de 1 x 0,5 cm, compatible con el orificio de entrada de un proyectil de arma de fuego, y a nivel de la nuca, lado derecho, y a tres traveses de dedo de la protuberancia occipital externa, otra herida de borde desgarrante que podría corresponder al orificio de salida de un proyectil..." "...la muerte se produce como consecuencia de un shock hipovolémico... más el agregado grave de la sec-

Se aplicaron los siguientes principios: el ángulo formado por la trayectoria y la horizontal de la boca del arma en el momento de efectuado el disparo, es igual al ángulo formado dentro del cuerpo entre la trayectoria marcada entre la entrada y salida del proyectil en el cuerpo y la horizontal, por el principio geométrico de que dos ángulos alternos internos entre paralelas, son iguales.

Teniendo el ángulo, el cateto opuesto, que se obtiene por la diferencia entre la altura desde el suelo y la entrada del proyectil, menos la altura entre el suelo y la boca del arma de fuego, que es de 0,70 cm, y aplicando el teorema de la tangente, que dice que la tangente de un ángulo es igual al cateto opuesto sobre el cateto adyacente, se determina por pasaje de términos la incógnita, que es el cateto adyacente, que en este caso representa la distancia desde la que se efectuó el disparo, que es de 6,09 m; la distancia que recorrió el proyectil es de 6,10 m.

— *IMPOSIBILIDAD DE QUE EL DISPARO FUESE EFECTUADO DESDE CORTA DISTANCIA*

1) El proyectil marca una trayectoria médico-legal de abajo hacia arriba. Un disparo efectuado desde corta distancia y con el cuerpo de la víctima en posición de sentado normal, marcaría una trayectoria de arriba hacia abajo, es decir en sentido inverso.

2) No se registra en el orificio de entrada, tatuaje ni ahumamiento, rastros comunes en los disparos efectuados desde corta distancia.

3) A título de explicación geométrica, vamos a desarrollar una hipótesis acerca de cuál sería el ángulo de incidencia en el caso de un disparo realizado desde corta distancia. Aclaremos que en estos casos se debe tener en cuenta que un proyectil modifica sensiblemente su trayectoria cuando cambia la densidad del ambiente en el cual se desplaza.

Se supone que al ser disparado desde una distancia de 0,40 m o 0,45 m, debe cumplir las leyes que determinan los siguientes gráficos.

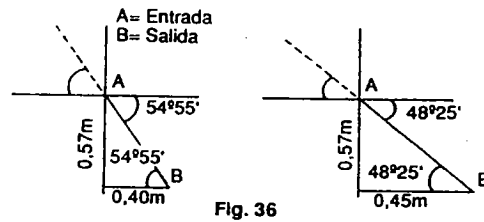


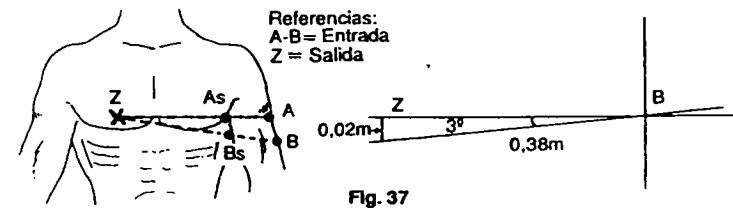
Fig. 36

El impacto de entrada está a 0,90 m del suelo. Un hombre de pie sostiene el arma a una altura aproximada de 1,47 m, por lo tanto la trayectoria debe ser hacia abajo, con un ángulo de incidencia de $54^{\circ}55'$ o $48^{\circ}25'$, según la distancia a la que se encuentra el tirador.

b) *DISPAROS MORTALES ANTEBRAZO. DATOS DE LA AUTOPSIA* (fs. 44/45): "... En miembro superior izquierdo se aprecian tres heridas ovoides con bordes introvertidos contusohemorrágicos, en tercio medio, tercio inferior de brazo y tercio superior de antebrazo, todos ellos en la parte lateral externa y en la parte lateral interna; tres heridas desgarrantes ovoides y que corresponderían a los orificios de salida... En axila izquierda otra herida ovoide con bordes introvertidos y contusohemorrágicos, que indica orificio de entrada... En región escapular derecha herida desgarrante de 3 x 2 cm, de bordes evertidos, y que podría corresponder a los orificios de salida de dos proyectiles..."

"Las mismas tienen una dirección de izquierda a derecha, de adelante hacia atrás y en línea horizontal". "Las heridas pertenecientes al brazo izquierdo, presentan múltiples heridas milimétricas contusohemorrágicas que podrían corresponder a las ocasionadas por el tatuaje, lo que indicaría que dicho impacto podría haberse efectuado a una distancia de aproximadamente 45 cm. LAS RESTANTES NO PRESENTAN TATUAJE...". En la ampliación en fojas 310 "... Contesta que está seguro que hay tatuaje en alguna de las tres heridas y que abarca una zona de 10 a 15 cm..."

— EN PRIMER LUGAR analizaremos la distancia desde donde se efectuaron los tres disparos del brazo. Lo informado por la autopsia adolece de una cantidad de errores técnicos y lógicos, porque dice “línea horizontal...”; al existir dos orificios de entrada: uno arriba y el otro un poco más abajo, y un solo orificio de salida para los dos proyectiles, no son paralelas, por lo que de acuerdo con las mediciones realizadas se comprueba que el orificio de entrada inferior tiene una leve inclinación hacia arriba, mientras que el superior sí es horizontal. Para afirmar este concepto, recordemos que dos rectas que se CORTAN, no son paralelas. Además no es claro al decir: “Las heridas pertenecientes al brazo izquierdo, presentan múltiples heridas milimétricas contusohemorrágicas que podrían corresponder a las ocasionadas por el tatuaje”. Por heridas no es la forma de presentación del tatuaje, más bien esas heridas se pueden haber producido por el estallido del húmero; recordemos que el tatuaje no es traumático, salvo en los casos de quemaduras, en que se presenta en forma de ampolla por quemadura de primer grado.



Se aplica el teorema de la tangente; conocemos como datos el cateto opuesto y el adyacente, por medición, la incógnita es el valor del ángulo, y se obtiene dividiendo el cateto opuesto sobre el cateto adyacente

$$\frac{0,02}{0,38} = 0,053 = 3^\circ$$

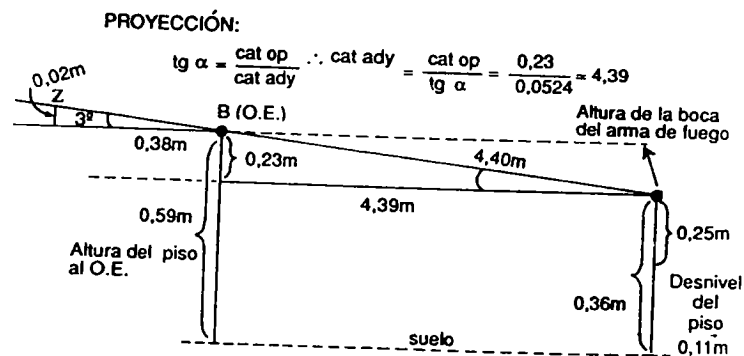


Fig. 38

Se aplican, como en el caso anterior, los mismos principios, los ángulos alternos internos entre paralelas y el teorema de la tangente, los datos son: el ángulo y el cateto opuesto, y la incógnita el cateto adyacente, que en este caso es también la distancia desde la que se efectuó el disparo.

El disparo superior que da una trayectoria horizontal, se debe de haber realizado desde el mismo lugar, mientras el tirador se iba agachando a tomar su posición de cuerpo a tierra o viceversa, a una altura en relación con el segundo disparo de 0,23 m más arriba.

— EN SEGUNDO LUGAR analizaremos el grave error de afirmar la existencia de un “tatuaje” y determinar la distancia de 0,45 m. Si bien este tema fue tratado *in extenso* en el punto II, queremos resaltar algunos conceptos fundamentales:

- 1) Por lo expuesto en el estudio topo-geométrico-matemático realizado *ut-supra*.
- 2) Si los tres disparos se efectuaron desde el mismo lugar, cómo es que sólo uno tiene “tatuaje”.
- 3) En su informe de fojas 44/45 habla de un estallido del húmero, que indudablemente provoca un accidente desgarrante en la herida y luego confunde un “tatuaje” realizado en el brazo artificialmente y como adorno, con uno producido por un proyectil; lo aclara en fojas 310.

4) La certificación de tatuajes comprobados a simple vista, sin los medios técnicos y químicos de análisis NO SON CONFIABLES, y para ello nos basamos en el trabajo del que hacemos mención en el punto II, realizado en el "Primer Congreso de Peritos en Criminalística", llevado a cabo del 24 al 28 de junio de 1985, en nuestro país.

a) Opinión del profesor doctor Avelino V. DO PICO.

b) Opinión del perito Miguel E. MANZO SAL.

c) Opinión del Cte. Ppal. de Gendarmería Nacional Juan Augusto PIACQUADIO.

—*IMPOSIBILIDAD DE QUE EL DISPARO FUESE EFECTUADO DESDE CORTA DISTANCIA:* Al igual que en el tratamiento del ejemplo anterior, los impactos del brazo no se hicieron desde corta distancia, pues presentan una trayectoria horizontal, con una pequeña inclinación de abajo hacia arriba; de haberse efectuado a 0,40 m, o 0,45 m, la trayectoria sería pronunciada de arriba hacia abajo, lo analizaremos según los siguientes gráficos.

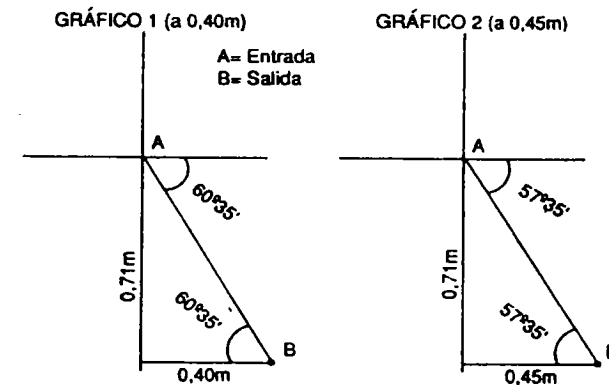
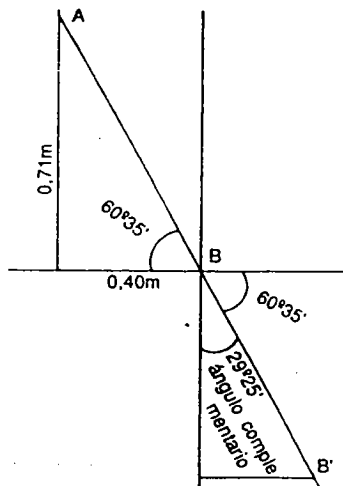


Fig. 39

El impacto de entrada está a 0,59 m del suelo. Un hombre de pie tiene el arma a una altura aproximada de 1,47 m; con el arma apuntando hacia abajo, la boca puede estar a 1,30 m del piso, por lo tanto, la trayectoria debería ser de arriba hacia abajo, con un ángulo de incidencia, a 0,40 m del lugar del impacto, de

PROYECCIÓN DE LA TRAYECTORIA DE LOS GRÁFICOS ANTERIORES

GRAFICA 1ª (a 0,40)



GRAFICA 2a (a 0,45m)

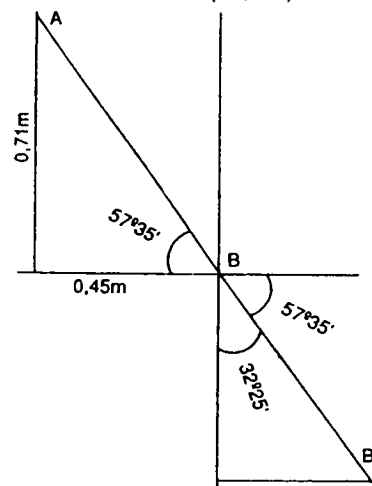


Fig. 40

ANÁLISIS DEL DISPARO A CORTA DISTANCIA - POSICIÓN LÓGICA

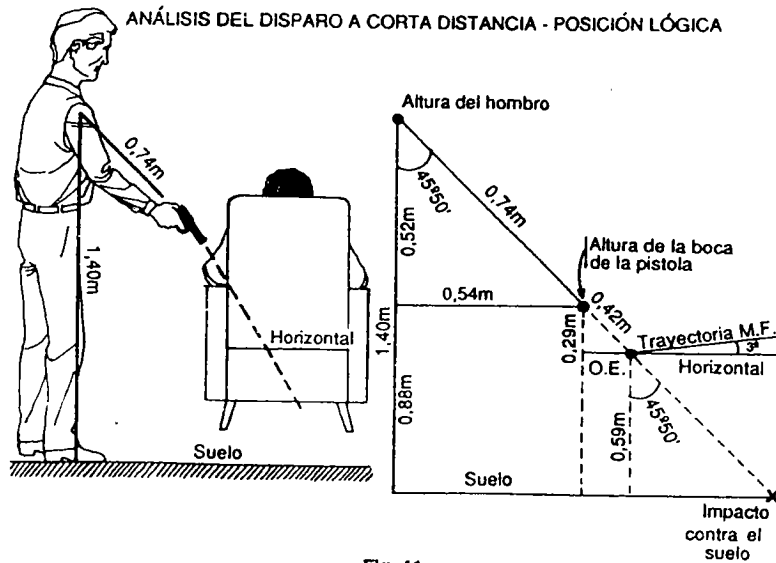


Fig. 41

60°35', con lo que el proyectil debería salir a la altura de la parte media del glúteo derecho, y a 0,45 m del lugar del impacto, el ángulo de incidencia sería de 57° 35' (*ver figs. 40 y 41*).

Analizando la postura que indica el gráfico observamos que la altura al hombro del tirador es de 1,40 m, el largo del brazo desde el vértice del hombro hasta la boca del arma de fuego es de 0,74 m. Considerando la posición de tiro hacia abajo y la separación con la vertical del cuerpo que es de 0,54 m, le restan hasta el suelo 0,88 m. La altura desde el orificio de entrada (OE) hasta el suelo es de 0,59 m, restan 0,29 m, y la hipotenusa de ese pequeño triángulo daría un valor de 0,42 m, que serían la separación entre la boca del arma y el OE. Todas estas cifras forman un ángulo de separación del brazo de 45°50', que sería igual al ángulo complementario de incidencia o de entrada del proyectil en el cuerpo, o sea 44°10'. Esta igualdad se da por principio trigonométrico de ser alternos externos entre paralelas. Como se puede observar no tiene esta supuesta trayectoria ninguna similitud con la que marcó el proyectil en el sector de la balística médico-legal (en este acto reproducir la posición y postura del victimario y la víctima, según lo visto por los testigos y demostrar la imposibilidad de la posición).

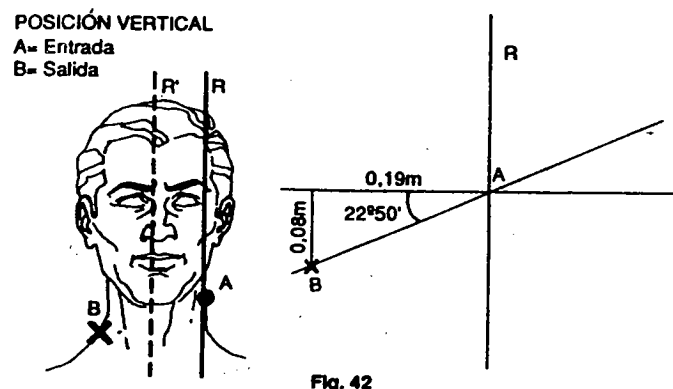
2) *VÍCTIMA*: SERGIO DANIEL QUIRÓZ; *LUGAR QUE OCUPABA*: TRASERO IZQUIERDO; *VICTIMARIO*: CABO JUAN CARLOS VENTICINQUE.

DATOS FÍSICOS DE LA VÍCTIMA: altura 1,75 m, peso 70 kg, edad 19 años (para obtener las medidas utilizadas en el presente estudio se tuvo en cuenta tomar como modelo a una persona de sexo masculino de las mismas características).

DATOS DE LA AUTOPSIA (fojas 38): "... A nivel del ángulo inferior, lado izquierdo (gonión), se aprecia herida en forma ovoide, de 1 x 2 cm, de bordes introvertidos, compatibles al de un orificio de entrada por proyectil de arma de fuego. Otra herida de aspecto desgarrante y bordes evertidos a nivel lateral derecho del cuello, tercio medio del músculo esternocleidomas-

toideo de 2x3 cm, compatible a un orificio de salida de un proyectil de arma de fuego...”.

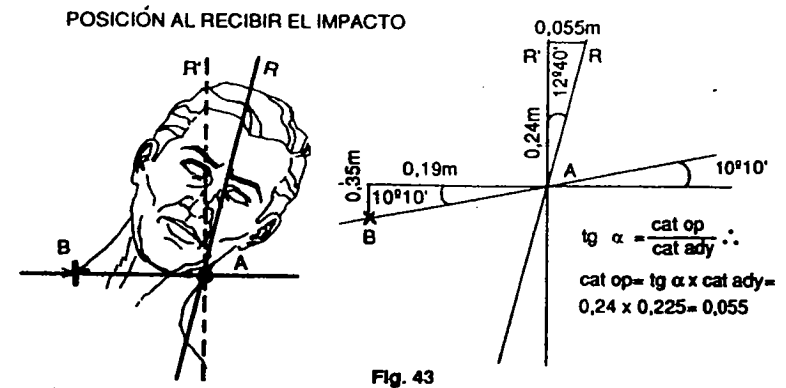
“...La muerte se produce como consecuencia de una sección total de la médula espinal a la altura de la segunda vértebra cervical...”.



Se aplica aquí también el teorema de la tangente, los datos con que contamos son los dos catetos, el opuesto por la diferencia de altura del orificio de entrada y de salida, y el adyacente por la horizontal, recorrido a lo largo del cuello (*ver fig. 43*).

$$\frac{0,19}{0,08} = 22^{\circ}50'$$

La cabeza realiza un desplazamiento hacia la izquierda de $12^{\circ}40'$, lo que significa un recorrido de la parte superior de la cabeza de 5,5 cm; eso determina un ángulo de incidencia de $10^{\circ}10'$. Los datos se obtienen midiendo la distancia entre el orificio de entrada y la parte superior de la cabeza (cateto adyacente), desplazamiento de la parte superior de la cabeza (cateto opuesto), y por el teorema de la tangente se determina el ángulo de desplazamiento.



— *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL PROYECTIL:* En este caso especial queremos detenernos en el análisis del comportamiento del proyectil, ya que en un primer momento nos desorienta la magnitud del OE. En la autopsia dice: “se aprecia herida en forma ovoide, de 1 x 2 cm”. Desde el punto de vista teórico se puede tratar de:

- a) un rebote;
- b) un error de medición del médico legista.

Rebote no puede ser, porque a pesar de no haber atravesado un cuerpo óseo, en esa zona existen cartílagos que ofrecen resistencia al proyectil; además la trayectoria balística médico-legal es limpia, recta, y el ORIFICIO DE SALIDA guarda una proporción acorde con el ORIFICIO DE ENTRADA, lo que determina que penetró con el máximo de velocidad, detalle importante que anula la posibilidad de rebote. A esto hay que agregar que en caso de rebote, las heridas internas no son perforantes, sino DESGARRANTES, detalle que no ha observado el médico autopsiante; además se nota con nitidez en el OE un halo equimótico, producido por el choque del proyectil contra el cuerpo, que no es el mismo que si el proyectil perfora; ello tampoco fue observado por el médico legista, por lo tanto se descarta. Para mayor seguridad, reproducimos los conceptos del doctor RAFFO,

sobre el tema: "En todos estos casos, el OE es grande, irregular o francamente desgarrado y contuso".

Un error de medición se descarta en este caso, cuando se realiza una comprobación e investigación sobre la persona tomada como testigo o modelo, utilizada para las mediciones anatómicas en el cálculo de las trayectorias. Se comprobó:

a) Que inclinando la cabeza 10° en dirección al lugar desde donde partió el disparo, se produce en la zona impactada una acumulación de tejidos musculares (arrugas) y una flaccidez de esos músculos; que al penetrar el proyectil abarca en su lesión mayor superficie que la habitual; que al colocar la cabeza en su posición normal se nota con mayor nitidez ese fenómeno, fácilmente comprobable, y que en proporción daría esa magnitud de medición, para las normales que produce un proyectil de 9 mm. Para mayor aclaración, todo ello significa que el médico legista hizo las mediciones de OE con la cabeza en su posición normal vertical, por eso esas medidas.

b) Que se confirma lo ya comprobado *ut-supra* cuando analizamos la POSICIÓN AL RECIBIR EL IMPACTO. Recordemos que para analizar las dos probabilidades se utilizaron distintos datos y distintos desarrollos, obteniéndose la misma conclusión.

PROYECCIÓN: proyectamos la trayectoria médico legal, hasta el lugar desde donde se efectuó el disparo.

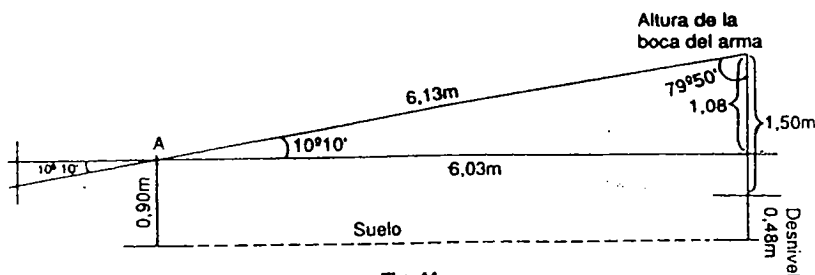


Fig. 44

Hemos demostrado anteriormente que el ángulo de penetración es de $10^{\circ}10'$, por lo tanto el ángulo opuesto, formado entre la trayectoria del proyectil desde el lugar desde donde se efectuó el disparo hasta el cuerpo de la víctima y la horizontal, es igual, por el principio geométrico de que dos ángulos opuestos por el vértice son iguales. El cateto opuesto de este ángulo se determina sumando la altura del tirador (piso-boca del arma) más el desnivel del piso, desde el lugar desde donde se efectuó el disparo y el lugar donde penetra el proyectil: $1,50 \text{ m} + 0,48 \text{ m} - 0,90 \text{ m} = 1,08 \text{ m}$. Aplicando el teorema del seno (función trigonométrica), que dice que el seno de un ángulo es igual al cateto opuesto sobre la hipotenusa, se calcula la hipotenusa, que es la distancia que recorrió el proyectil, desde la boca del arma hasta impactar con la víctima.

— *IMPOSIBILIDAD DE QUE EL DISPARO SE HAYA EFECTUADO DESDE CORTA DISTANCIA:* En posición vertical el ángulo de penetración sería de $22^{\circ}50'$ (es la posición lógica en que debería estar el cuerpo si se efectúa el disparo desde corta distancia, porque si tomara otra posición, por ejemplo, inclinada, la imposibilidad sería mayor).

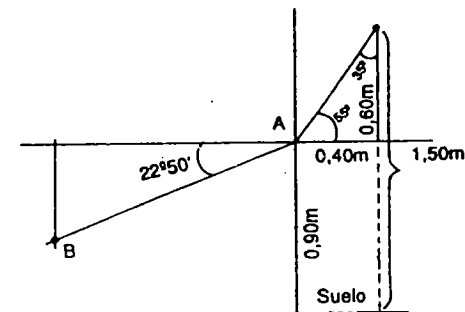


Fig. 45

Como se puede apreciar en el gráfico, el ángulo de incidencia sería de 55° , por lo tanto el proyectil hubiese salido a la altura

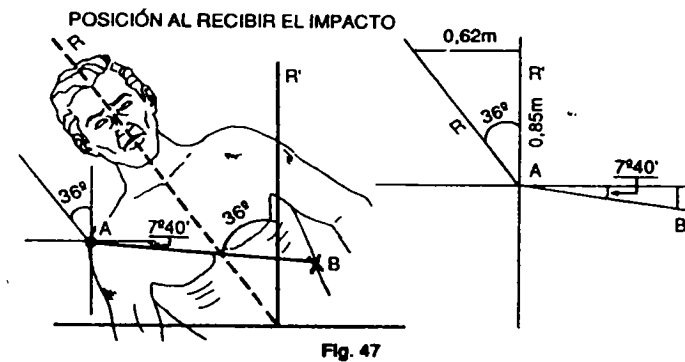
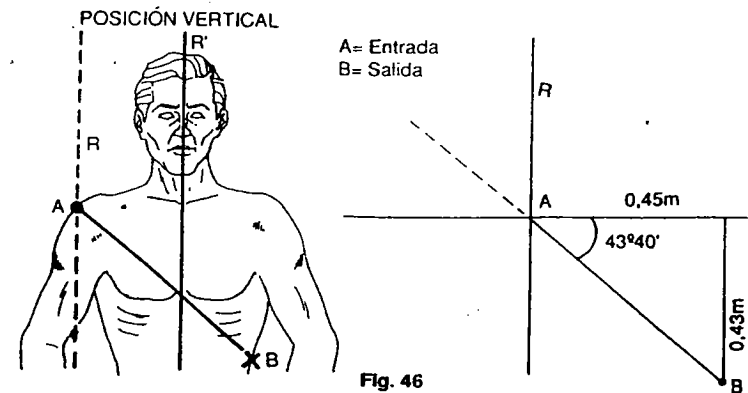
de la cadera derecha, a una diferencia desde el orificio de entrada de 0,60 m. Además los ángulos opuestos tienen los siguientes valores: el de incidencia, $22^{\circ}50'$, y el de proyección exterior, 55° ; es obvio que no son iguales. La distancia de tiro es de 0,40 m, como lo determina la autopsia. Por lo tanto, podemos afirmar que para que sea ésa la distancia de disparo, es decir 0,40 m, los dos ángulos deberían ser iguales, por el principio de la igualdad por opuestos por el vértice. La única forma de encontrar la igualdad entre los dos ángulos es a la distancia de 6,03 m horizontal (en este acto reproducir la posición y postura de la víctima y el victimario según lo visto por los testigos, y demostrar la imposibilidad de la posición para efectuar un disparo a corta distancia).

3) *VÍCTIMA*: RAMÓN IGNACIO CABRERA; *LUGAR QUE OCUPABA*: DELANTERO DERECHO; *VICTIMARIO*: AGENTE FAUSTINO FORTUNATO GODOY (según proyectil extraído de acuerdo con fojas 143).

DATOS FÍSICOS DE LA VÍCTIMA: altura 1,80 m, peso 75 kg, edad 19 años (para obtener las medidas utilizadas en el presente estudio, se tuvo en cuenta tomar como modelo a una persona del sexo masculino de las mismas características).

DATOS DE LA AUTOPSIA (fojas 47): "... en región deltoidea derecha otra herida de similares características, y en flanco izquierdo (línea axilar posterior) herida de bordes evertidos, que indicaría orificio de salida de un proyectil de arma de fuego..." "... la muerte... se produce por un shock hipovolémico, hemotórax grave (herida de vena cava inferior), hemoperitoneo (desgarro hepático, herida de estómago). Como consecuencia de heridas por arma de fuego" (*ver figs. 46 y 47*).

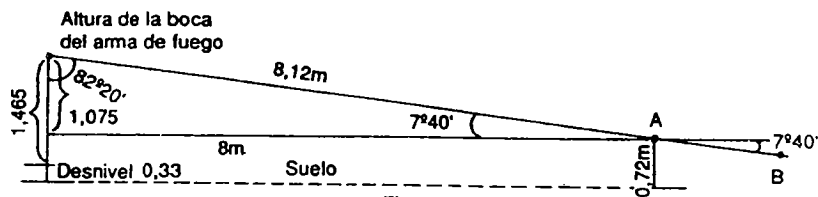
El cuerpo, buscando protección en la puerta derecha del coche, hace una inclinación de 36° hacia su derecha, desplazando la parte superior de la cabeza 0,62 m; eso determina un ángulo de incidencia de $7^{\circ}40'$. Los datos se obtienen de la siguiente manera: altura del tronco del cuerpo (desde el asiento hasta la parte superior de la cabeza): 0,85 m, desplazamiento de la cabeza:



0,62 m, ángulo que recorre el tronco: 36° (ángulo de inclinación). Aplicando el teorema de la tangente 0,62 dividido por 0,85, es igual a 0,729, que corresponde al valor de la tangente de 36° (ver fig. 47).

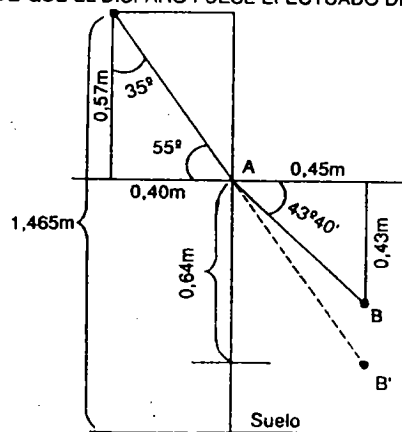
El ángulo interior (dentro del cuerpo) es igual al exterior, por el principio trigonométrico de la igualdad entre ángulos opuestos por el vértice; el cateto opuesto es igual a la altura desde el piso hasta la boca del arma, 1,465 m, más el desnivel del piso, 0,33 m, menos la altura desde el piso hasta la entrada del proyectil, 0,72 m, arrojando el cateto opuesto una medida de 1,075 m.

PROYECCIÓN: proyectamos la trayectoria médica hasta el lugar donde se efectuó el disparo.



Por el teorema de la tangente, se divide 1,075 por la tangente de $7^{\circ}40'$, que es 0,135, y da como resultado 8 m (cateto adyacente), que representa la distancia entre la víctima y el victimario, siendo la trayectoria del proyectil igual a 8,12 m.

IMPOSIBILIDAD DE QUE EL DISPARO FUESE EFECTUADO DESDE CORTA DISTANCIA



Como se puede apreciar en el gráfico, a una distancia de 0,40 m, el ángulo de penetración con el cuerpo erguido es de 55° , por lo tanto el proyectil hubiera salido (marcado en el gráfico

con el punto B') a 0,64 m por debajo del punto de penetración. Si el cuerpo hubiera tomado otra posición, por ejemplo de defensa, nunca hubiera penetrado en el lugar donde lo hizo, por consiguiente sería más grosera la diferencia entre la entrada y la salida. Además, como en los casos anteriores, el ángulo de penetración no es igual al ángulo exterior que se opone por el vértice.

— *LOS OTROS DOS DISPAROS*

a) *ENTRA POR EL TEMPORAL DERECHO. EL PROYECTIL NO SALE. DATOS DE LA AUTOPSIA:* fojas 47: "... En región temporal derecha herida ovoide de 2 por 0,5 cm, con bordes contusohemorrágicos, que indica orificio de entrada de proyectil de arma de fuego. ... EXAMEN INTERNO: aponeurosis epicraneana sin alteraciones; a nivel de la zona pterigomaxilar derecha un importante hematoma con coágulos ... Cráneo sin alteraciones (calota); masa encefálica sin alteraciones. CUELLO: importante hematoma y desgarró de faringe con hemorragia y compromiso de ramas nerviosas del plexo bronquial, continuando el trayecto hemorrágico hacia axila izquierda y finalizando a nivel del músculo deltoides izquierdo, de donde se extrae proyectil de 9 mm. Este impacto ha penetrado en fosa temporal derecha y con trayecto de arriba hacia abajo, de derecha a izquierda y levemente de adelante hacia atrás...". Este disparo nos da una secuencia de los hechos. Penetró de arriba hacia abajo en forma casi perpendicular en relación con la horizontal de la cabeza y en forma casi paralela con el eje del cuerpo, comienza por transitar en la primera parte de su trayectoria médico-legal casi en forma subcutánea, para luego atravesar las partes del cuerpo indicadas por el médico legista, marcando una trayectoria semicircular (semicírculo inferior).

De acuerdo con el análisis realizado, cuando la víctima recibe ese impacto el cuerpo estaba cayendo hacia su derecha, y el momento de recibirlo es cuando el eje vertical de su cuerpo (la columna vertebral) se estaba desplazando hasta un ángulo de casi 90°, para ser más exactos 83°. Este impacto lo volveré-

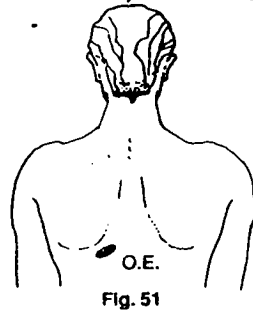
mos a mencionar cuando hagamos las secuencias de los hechos de acuerdo con el estudio técnico realizado. Lo que sí queremos agregar es que si en la autopsia se hubiese determinado el halo de contusión (parte del anillo de Fisch), es probable que no hubiese existido, porque ese disparo lo recibe la víctima después del disparo mortal que recibe en la región deltoidea derecha.

b) HOMÓPLATO. EL PROYECTIL NO SALE. NO ES MORTAL.
DATOS DE LA AUTOPSIA: folio 48: "... En dorso a nivel de hemotórax izquierdo se incinde el túnel labrado por el proyectil con OE en dicho nivel y el mismo realiza un trayecto que penetra en tórax, vuelve a salir y finaliza su trayecto a nivel de 12ª costilla dorsal, de donde se extrae proyectil. Este tercer impacto tiene una dirección de derecha a izquierda, de arriba había abajo y levemente de atrás hacia adelante".

GRÁFICO PROYECTIL a) TEMPORAL DERECHO (folio 295)



GRÁFICO PROYECTIL b) HOMÓPLATO (folio 295)



4) *VÍCTIMA*: GUSTAVO DANIEL ÁVILA; *LUGAR QUE OCUPABA*: TRASERO DERECHO; *VICTIMARIO*: AGENTE FAUSTINO FORTUNATO GODOY.

DATOS FÍSICOS DE LA VÍCTIMA: altura 1,66 m, peso 75 kg, edad 18 años (para obtener la medidas utilizadas en el presente estudio, se tuvo en cuenta tomar como modelo a una persona del sexo masculino de las mismas características).

DATOS DE LA AUTOPSIA (folio 41): "... A nivel del segundo espacio intercostal paraesternal derecho una herida ovoide de 1 por 1,5 cm, de bordes contusohemorrágicos y que podría corresponder a un orificio de entrada de un proyectil de arma de fuego, y rodeando en una circunferencia de 15 a 20 cm, puntillado petequial milimétrico, como el que se ve en un tatuaje. No se presentan signos de ahumamiento ... En dorso de tórax a nivel de la 12ª vértebra dorsal y a un centímetro de las apófisis espinosas otra herida de bordes irregulares y evertidos de 1 por 2 cm, que podría corresponder a un orificio de salida de un proyectil de arma de fuego... Producto de una herida de arma de fuego. Que con orificio de entrada a nivel del segundo espacio intercostal derecho penetra en una dirección de adelante hacia atrás, de arriba hacia abajo y de derecha levemente hacia izquierda, comprometiendo en su trayecto pulmón derecho (segmento ventral del lóbulo superior), aurícula derecha, vena cava inferior, donde hace un recorrido de 10 cm aproximadamente, intravenoso, y sale a nivel de la porción infrahepática, para introducirse en la pared posterior de la región lumbodorsal y salir en el lugar antes mencionado" (*ver figs. 52 y 53*).

El cuerpo, buscando protección, parapetado detrás de la puerta trasera abierta, hace un desplazamiento hacia adelante de 43°45'; este dato se obtiene midiendo el desplazamiento de la cabeza (0,59 m; cateto opuesto) y la altura al torso desplazado (0,62 m; cateto adyacente); por el teorema de la tangente se divide 0,59 por 0,62 y se obtiene el valor 0,951, equivalente al ángulo de 43°45'. El ángulo de penetración con el torso erguido es

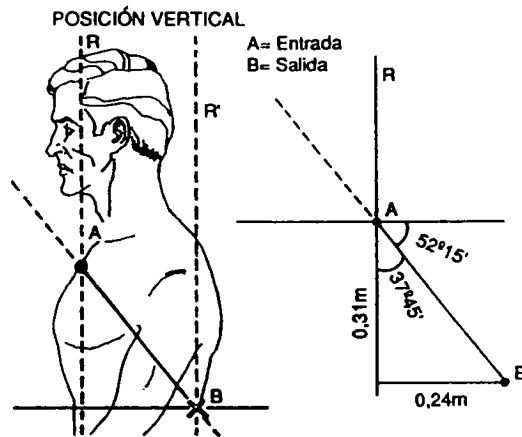


Fig. 52

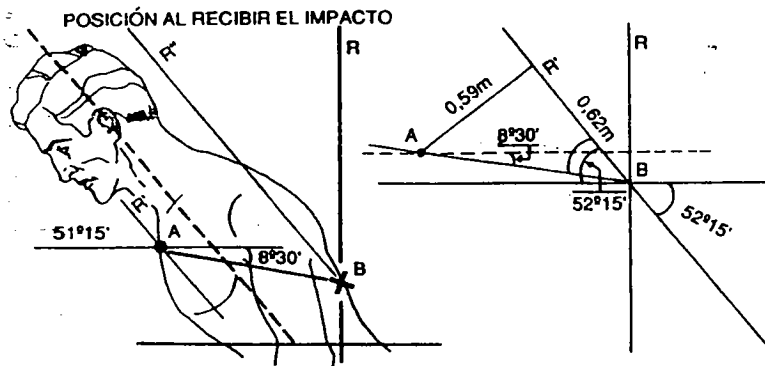


Fig. 53

de $42^{\circ}15'$, menos el ángulo de inclinación, $42^{\circ}45'$, siendo por lo tanto el ángulo de incidencia igual a $8^{\circ}30'$ (ver fig. 54).

El ángulo B, formado por la transversal B-A y la horizontal en el punto B, de acuerdo con la fig. 54, es de $8^{\circ}30'$, que es igual al ángulo A, formado por la transversal A-B y la horizontal en el punto A, por alternos internos entre paralelas (principio tri-

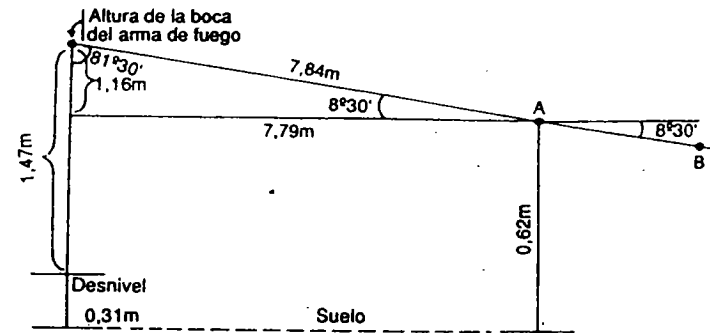


Fig. 54

gonométrico); este ángulo A es igual al ángulo exterior por opuestos por el vértice (también por principio trigonométrico); con ese ángulo y el cateto opuesto, que se obtiene de sumar la altura desde el suelo hasta la boca de la pistola, más el desnivel del piso, menos la altura entre el suelo y el orificio de entrada del proyectil en el momento de recibir el disparo (agazapado), o sea $1,47 + 0,31 - 0,62 = 1,16$, y aplicando el teorema de la tangente

$$(\text{cateto adyacente} = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{tangente A}} = 7,79)$$

obtenemos el valor de la distancia desde donde se efectuó el disparo. El recorrido del proyectil se obtiene de la misma forma, pero utilizando el teorema del seno, y da una distancia de 7,84 m.

— IMPOSIBILIDAD DE QUE EL DISPARO FUESE EFECTUADO DESDE CORTA DISTANCIA

a) En este caso vamos a desarrollar el tema comenzando por analizar la parte médico-legal, en la imposibilidad de que el disparo se haya efectuado desde corta distancia. El gráfico si-

guiente representa un esquema básico para la interpretación de los caracteres del orificio de entrada (según el doctor RAFFO, en su libro *La muerte violenta*).

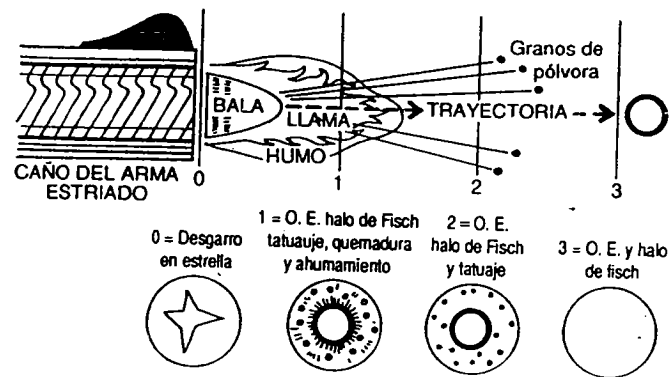


Fig. 55

En este esquema se desarrolla el estudio de cuatro distancias y sus características, pero para el desarrollo del tema vamos a transcribir lo relativo a la distancia rotulada con el número 2, que es a la que hace referencia el médico legista en su estudio de la autopsia, base de este juicio, y en particular de la víctima Ávila.

LA DISTANCIA ROTULADA CON EL N° 2: "En esta situación, el contorno del OE presenta un fenómeno agregado, de extraordinario valor para determinar la distancia del disparo: es el TATUAJE, causado por la incrustación en la piel de los granos de pólvora incandescentes que, proyectados con violencia, la penetran y se alojan bajo ella. Por eso no desaparece jamás al lavado con agua, por el contrario, la *toilette* de la zona, eliminada la sangre coagulada, refuerza su evidencia; tampoco es borrado por los líquidos fijadores usados en los museos para conservar piezas anatómicas; *resiste a la putrefacción*, y su presencia es demostrable microscópicamente *mientras exista piel para periciar*. Cada grano produce una huella puntiforme individual de color

negro o gris azulado (están revestidos de grafito para evitar su desmenuzamiento, protegerlos de la humedad, etc.), y su conjunto circunda el orificio en forma más o menos compacta o extensa, en relación con la distancia del tiro.

"Una similitud de calibre no significa, por ese solo hecho, la obtención de resultados de estricta validez médico-legal; las municiones comerciales de distintas casas fabricantes, o los mismos cartuchos, recargados por el usuario o variando la composición o la cantidad de pólvora, producen tatuajes distintos. Ante la presencia de tatuaje se podrá afirmar *a priori*, que el disparo fue 'cercano', mencionar la cifra término medio de 50 cm, y abstenerse de otras consideraciones; indefectiblemente, el perito debe exigir, para determinar con exactitud la distancia del tiro, realizar experiencias de prueba con la misma arma y tipo de munición que se ha utilizado en el hecho".

Rescatamos en primer lugar dos conceptos: el tatuaje no se puede borrar de ninguna forma, y mientras haya piel se puede detectar microscópicamente. En el caso en estudio cuando se exhumó el cadáver nos encontramos ante un hecho poco común, y fue que el mismo estaba momificado, por lo tanto se conservó la piel donde se notaba el OE, el que fue analizado con microscopio en el laboratorio forense de la ciudad de La Plata, estudio en el cual estuvimos presentes, dando como resultado que NO HABÍA EN DICHA PIEL, RESTOS DE PÓLVORA, por lo que se descarta la veracidad de la autopsia cuando expresa que había tatuaje.

En segundo lugar, rescatamos lo referente a la exigencia del perito sobre la necesidad de comparar por medio de testigos el comportamiento del arma y la munición en igualdad de condiciones. Este estudio fue analizado y comprobado en el punto II, cuando hicimos las tablas comparativas con el peritaje realizado por la Policía Federal del comportamiento de las cinco armas secuestradas en el hecho y que pertenecían a los inculpados.

Lo fundamental de este punto es que no se comprobó la existencia de TATUAJE, en la herida de la víctima, por los medios técnicos adecuados, lo que demuestra que el informe de la autopsia no es VERAZ, por lo tanto no se pudo haber hecho el disparo desde corta distancia.

b) Ahora lo analizaremos en forma matemática, con los casos anteriores:

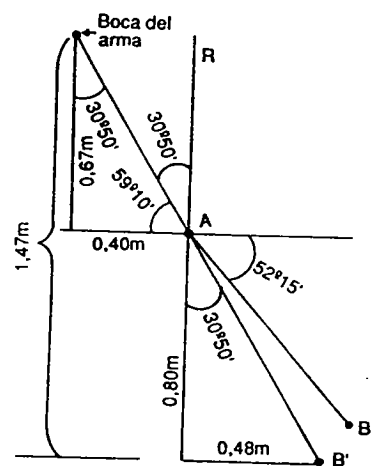
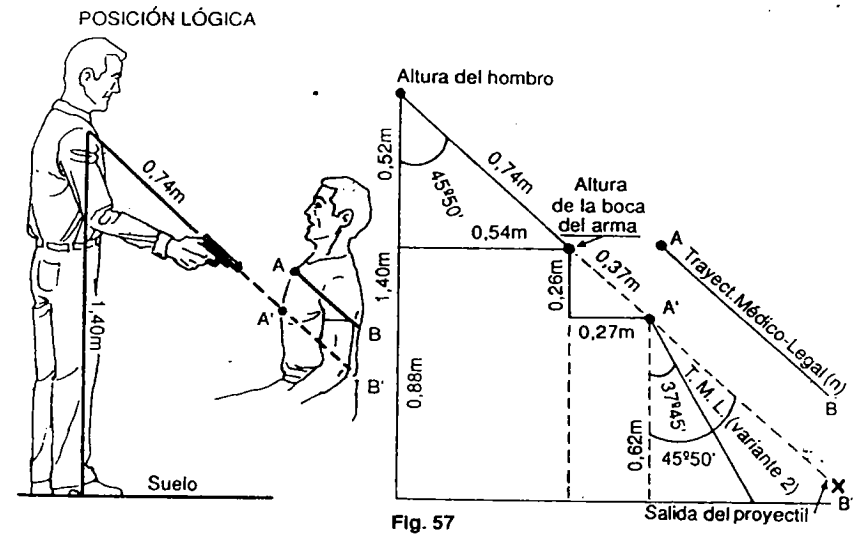


Fig. 56

Como se puede apreciar en el gráfico, a una distancia de 0,40 m (lo que considera la opinión del médico legista) el ángulo de penetración en el cuerpo erguido es de $52^{\circ}15'$, por lo tanto el proyectil hubiera salido (marcado en el gráfico con el punto B') a 0,48 m de la vertical del cuerpo a la altura de la ingle. Considerando la altura del tirador el ángulo calculado de incidencia sería de $30^{\circ}50'$, que como es obvio no es igual al ángulo calculado de penetración, $52^{\circ}15'$, que de ser disparado a 0,40 m, sería de $52^{\circ}15'$, por el principio de opuestos por el vértice. Si el cuerpo hubiera estado en otra posición, por ejemplo de defensa, nunca hubiera penetrado en el lugar donde lo

hizo, por consiguiente sería más grosera la diferencia entre la entrada y la salida.



Analizando la postura del gráfico, observamos que la altura al hombro del tirador es de 1,40 m, el largo del brazo desde el vértice del hombro hasta la boca del arma de fuego es de 0,74 m. Considerando la posición de tiro hacia abajo y la separación con la vertical del cuerpo, que es de 0,54 m, le resta hasta el suelo 0,88 m. La altura del OE hasta el suelo es de 0,62 m, restan 0,26 m, y la hipotenusa de ese pequeño triángulo daría un valor de 0,37 m, que sería la separación entre la boca del arma y el OE. Todas estas cifras forman un ángulo de separación del brazo de 45°50', que sería igual al ángulo complementario de penetración o de entrada del proyectil en el cuerpo, o sea 44°10'. Esta igualdad se da por el principio trigonométrico de ser alternos externos entre paralelas. Como se puede observar, no tiene esta supuesta trayectoria similitud con la que marcó el proyectil en el sector de la balística médico-legal (en este acto reproducir la posición y postura del victimario y la vícti-

ma, según lo visto por los testigos, y demostrar la imposibilidad de la posición).

IV. ESTUDIO CLIMATOLÓGICO EN EL MOMENTO DEL HECHO. INCIDENCIA DE LA TIERRA

Antes de analizar este punto queremos transcribir un concepto muy importante que el doctor RAFFO menciona en su libro *La muerte violenta*, y que hace al concepto fundamental del tema a desarrollar: "Las condiciones de visibilidad, o iluminación del lugar, cuando el hecho se produce en horas del atardecer o de la noche (se refiere a la poca visibilidad), deben consignarse. Estas cuestiones suelen emparentarse con problemas relativos a la veracidad de las declaraciones que aportan los testigos presenciales del suceso".

En este punto analizaremos el comportamiento de los elementos ambientales que incidieron en el momento de producirse el hecho, en especial la VISIBILIDAD, reducida por la nube de polvo.

- 1) El hecho se produce en una calle secundaria de tierra, poco transitada.
- 2) La tierra del suelo está suelta y forma un colchón de un espesor, en algunos lugares, de aproximadamente 8 a 10 cm.

Considerando la situación climatológica desde los 100 días anteriores al hecho obtenemos los resultados que figuran en el cuadro de la página siguiente (datos obtenidos en el Instituto Nacional de Meteorología).

Tomando en cuenta el cuadro mencionado, analizaremos cuál era la situación climatológica el día 8 de enero de 1988, a las 13 horas.

El día estaba TOTALMENTE CLARO, SOL PLENO, temperatura 31,8° (alta; el promedio de máxima en el mes es de 30°), VIENTO CALMO (no había vientos); presión baja, 1007,3 HPA (la normal es de 1013,3 HPA); la humedad 37°, muy seco.

	Octubre 1987	Noviembre 1987	Diciembre 1987	Enero 1988	Total	Promedio
Cantidad de días del mes	31	30	31	8	100	
Lluvia caída mensual en mm	129,7	125,9	76,5	16	348,1	3,5
Días de lluvia	11	12	17	2	42	
Promedio de lluvia por día en mm	11,8	10,5	4,5	8	8,29	
Humedad relativa mensual	63 %	69 %	64 %	58 %		63,5%
Presión media mensual	1012,7	1010,6	1009	1006,7		1009,8
Temperatura media mensual	17,2	20,7	22,2	25,6		21,4
Viento medio mensual en km/h	9	11	10	3		8,3

Tomando en cuenta los últimos 100 días, durante los 8 días del mes de enero llovió dos días: el 3 (0,7 mm), y el día 4 (15,3 mm); la temperatura media los días 5, 6 y 7, fue de 25°; 18,6° y 23,2° respectivamente; la humedad media de los mismos días, fue de 56%; 49%, y 48% respectivamente; los vientos de esos días, todos del cuadrante norte, nor-noreste, con una intensidad media de 20 km/h: 25 km/h y 17 km/h, respectivamente, por lo que se deduce que la tierra estaba suelta y muy seca.

Para que este estudio tenga valor, comparamos el comportamiento de la tierra o polvo, con un día lo más parecido posible al día del hecho, y parecidos antecedentes; de esa forma los tomamos como testigo.

Para ello se realizó el siguiente experimento, cuyo cuadro pasamos a detallar y comparar con el anterior:

El día tomado como testigo fue el 24 de abril de 1989.

	8/1/88	Promedio mensual	24/4/89	Promedio mensual
Temperatura	31,8°	30°	20°	22,4°
Cielo	totalmente claro		semi-cubierto	
Sol	pleno		regular	
Humedad	37%		76%	
Presión	1007,3		1016,6	
Viento	calmo		calmo	

Como se puede apreciar, las condiciones del día elegido (24/4/89), son más desfavorables que las del 8/1/88, en la cantidad y el tiempo en que se levantó el polvo, ya que en el comportamiento del día testigo y en el del hecho, se nota:

- a) menor temperatura e inferior a la promedio del mes;
- b) el cielo estaba cubierto, por lo tanto la humedad era mayor;
- c) la presión era mayor;
- d) en ambos casos el viento estaba en calma.

Si analizamos el comportamiento de los últimos 100 días en relación con el día testigo, se observa:

	Enero 1989	Febrero 1989	Marzo 1989	Abril 1989	Total	Promedio
Cantidad de días del mes	17	28	31	24	100	
Lluvia caída mensual en mm	17,7	56,6	180,3	197,4	512	5,1
Días de lluvia	7	8	12	3	30	
Promedio de lluvia por día en mm	2,5	7,1	15	65,8	17,1	
Humedad relativa mensual	58%	63%	67%	69%		64%
Presión media mensual	1007,7	1009,4	1010,9	1012,1		1010
Temperatura media mensual	26,7°	25°	21,5°	18,9°		23°
Vientos medios mensuales en km/h	11	9	10	7,5		9,4

- 1) Mayor cantidad de lluvia, de 512 mm a 348,1 mm, una diferencia de 163,8 mm en más, el día 24/4/89, en especial durante los últimos 55 días anteriores, a pesar de que habían pasado 8 días sin llover.
- 2) Si bien hubo menos días de lluvia en los 100 días testigo (de 30 a 42 días, diferencia 12 días), fue mayor la cantidad de precipitaciones caídas.
- 3) La humedad fue casi la misma, 64% y 63,5%.
- 4) La presión fue igual, sólo hay una diferencia de 0,2 HPA.
- 5) Vientos, una diferencia de 1 km/h más en los 100 días anteriores al hecho.
- 6) La temperatura promedio, una diferencia en más, en los 100 días testigos, de 1,6°.

Por todo lo expuesto en relación con lo observado en el día testigo, habría que agregarle al día del hecho una incidencia de un 20% en el comportamiento de la tierra, respecto de una mayor cantidad, un mayor tiempo de suspensión y un mayor tiempo de imposibilidad de visión.

— OBSERVACIÓN DEL DÍA 24/4/89: Se repitió la maniobra *in situ*, con dos vehículos de características similares a los del hecho. Al llegar al lugar, el de atrás pasa al de adelante, lo encierra, derrapa y ambos se detienen bruscamente, iban en el momento de la maniobra descripta a 60 km/h y se observa:

- 1) La cantidad de tierra tapa a los dos vehículos.
- 2) La tierra queda suspendida en el lugar, con la siguiente visibilidad:
 - a) Los primeros 15 segundos, visibilidad nula;
 - b) de 15 a 20 segundos, la visibilidad del 15 al 20%;
 - c) de 20 a 28 segundos, la visibilidad en un 40%;
 - d) a los 39 segundos se disipa la nube de polvo y se eleva, quedando la visibilidad completa.
- 3) La masa de tierra se iba elevando suavemente, manteniendo una nube compacta.

De acuerdo con lo calculado en las condiciones del día 8/1/88, la visibilidad debe HABER SIDO MENOR, y la nube de

polvo debe haber incidido en el lugar unos 45 segundos, es decir, unos 6 segundos más que en el día testigo.

Para el análisis final tomaremos los datos testigo, omitiendo las apreciaciones sobre las mejores condiciones de las del día del hecho.

V. CONCLUSIONES FINALES

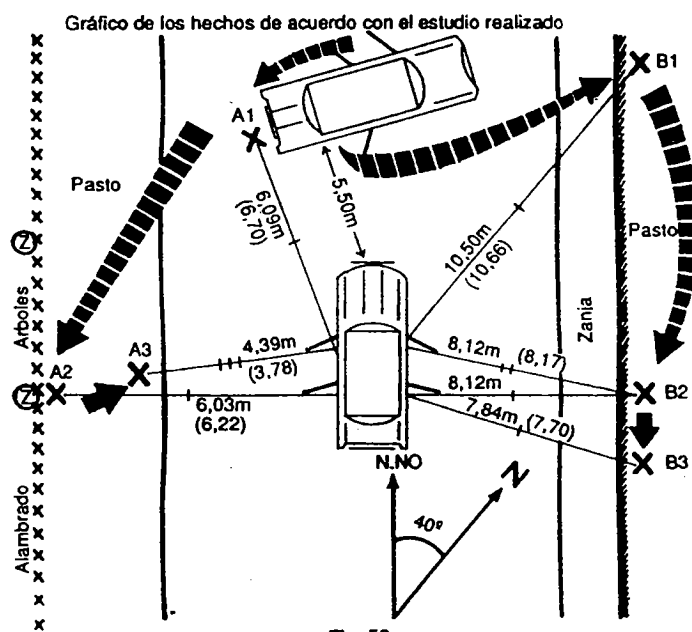


Fig. 58

El cabo VENTICINQUE es identificado con la letra A, y procede de la siguiente manera:

1) El coche se atraviesa y recibe dos impactos de bala en la parte trasera, sale del mismo y de la posición cuerpo a tierra, A1, efectúa un disparo al bulto desde 6,09 m, según los cálcu-

los, o a 6,70 m, según posición en la reconstrucción, dándole en el cuello a Claudio Rubén QUIRÓZ, con visibilidad nula, por la nube de tierra, tiempo 4 segundos.

2) Se dirige hacia el árbol en busca de refugio, pero se encuentra con el alambrado y se apoya contra el árbol, marcado con la letra Z2, y efectúa otros disparos de la posición A2, de pie, al bulto a Sergio Daniel QUIRÓZ, a 6,03 m, según los cálculos, o a 6,22 m, según posición en la reconstrucción, dándole en el cuello (gonión), con visibilidad nula, por la nube de tierra, tiempo 5 segundos.

3) Se acerca al auto de las víctimas y ve moverse a Claudio Rubén QUIRÓZ, a una distancia de 4,39 m, según los cálculos, o a 3,78 m, según posición en la reconstrucción, desde posición cuerpo a tierra, marcado como A3, efectúa tres disparos, que hacen blanco en el brazo izquierdo, con visibilidad del 15 al 20%, tiempo 4 segundos. Total del tiempo entre A1 y A3, aproximadamente entre 13 y 18 segundos.

El agente GODOY, es identificado con la letra B, y procede de la siguiente manera:

1) El coche se atraviesa y recibe dos impactos en la parte trasera, sale del mismo y de la posición B1, de parado efectúa un disparo al bulto a una distancia aproximada según lo calculado de 10,5 m, o a 10,66 m, según posición en la reconstrucción, ese proyectil no impacta en ninguna de las víctimas. Visibilidad nula, tiempo 6 segundos.

2) Se desplaza en abanico buscando el blanco y protección, y llega a la posición B2, desde donde efectúa varios disparos, en posición de pie, a una distancia según lo calculado de 8,12 m, o a 8,17 m, según posición en la reconstrucción, impactando con la siguiente secuencia, a Ramón Ignacio CABRERA, en la región deltoidea derecha, mientras va cayendo, en el temporal derecho, luego en la espalda, posteriormente en el pie izquierdo de Gustavo Daniel ÁVILA, mientras intentaba bajarse. Visibilidad nula, tiempo 8 segundos.

3) Se sigue desplazando en abanico, en dirección posterior al

coche de las víctimas, en busca de visibilidad, llega al punto B3, siempre en posición de pie, distancia del blanco 7,84 m, según lo calculado, o a 7,70 m, según posición en la reconstrucción, efectúa otro disparo, que impacta en Gustavo Daniel ÁVILA, a nivel del segundo espacio intercostal paraesternal derecho, visibilidad del 10 al 15%, tiempo 4 segundos.

Total del tiempo, desde la posición B1 a B3, de 18 a 22 segundos; total del tiempo en que se disipó la nube de tierra, 39 segundos.

MEDIDAS DEL AUTOMOTOR FORD TAUNUS USADO POR LAS VÍCTIMAS

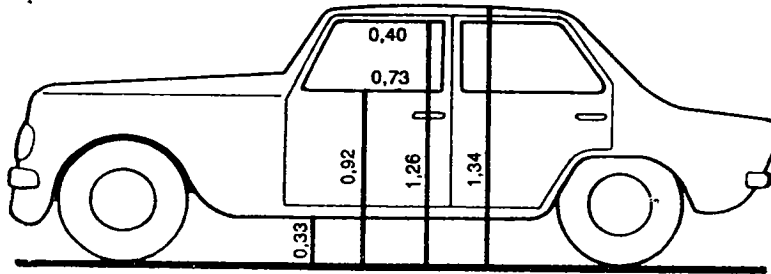


Fig. 59

Altura de las puertas, del piso hasta la parte inferior de la ventanilla 0,92 m, a la parte superior de la ventanilla 1,26 m.

Ancho de la ventanilla delantera, parte inferior 0,73 m, parte superior 0,40 m.

Altura del piso hasta el techo 1,34 m.

Del piso al zócalo 0,33 m (*ver figs. 60 y 61*).

En la variante 1, consideramos el desplazamiento de la cabeza hacia atrás, de tal forma que la nuca toque la parte superior del respaldo del asiento, posición que puede ser tomada por varios motivos, a saber:

a) para tomar impulso para bajarse (la puerta de su lado estaba abierta); b) por la fuerza de la inercia al frenar; c) para presentar menor blanco, etcétera.

En la variante 2, consideramos que la cabeza sigue una misma

VÍCTIMA: Claudio Quiroz. Disparo: cuello.

VARIANTE 2: explicando el desplazamiento del cuerpo 40° hacia atrás

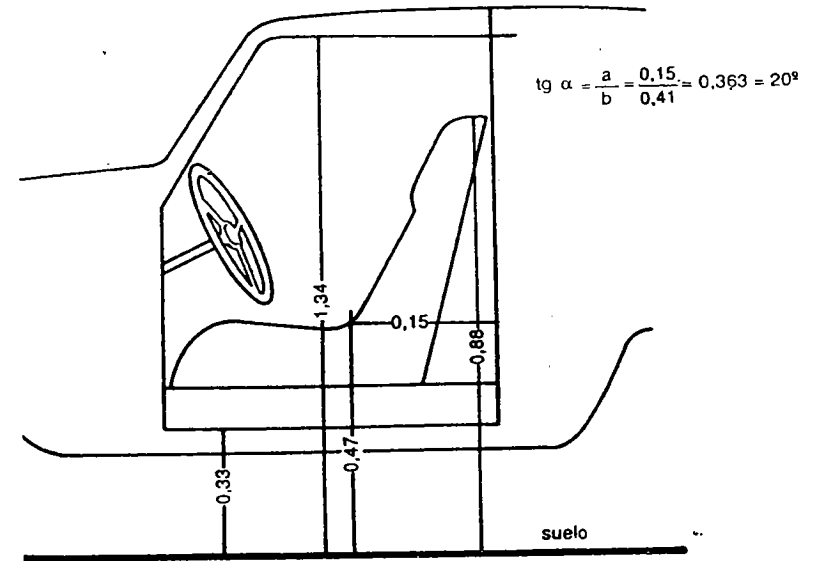


Fig. 60

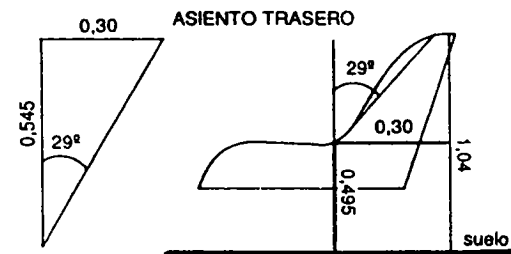
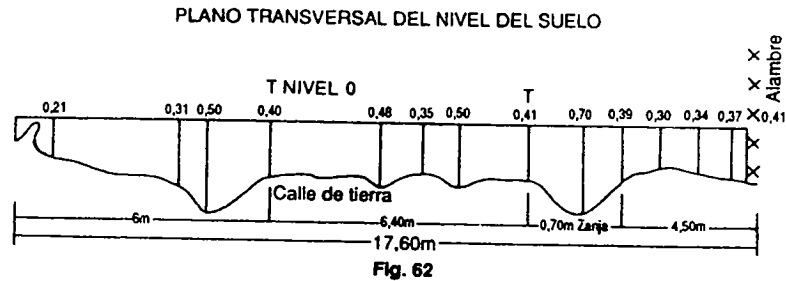


Fig. 61

línea con el tronco, apoyado todo ello en el asiento, tomando la forma anatómica de él, el desplazamiento del cuerpo hace un ángulo igual que el del asiento, es decir 20°.



Víctima: CLAUDIO QUIRÓZ. *Disparo:* CUELLO. *Autor:* VENTICINQUE. *Posición gráfica:* A1. *Constante:* Diferencia de altura entre el OE y el suelo, menos altura del arma al suelo, más desnivel del piso (negativo): $0,90 - 0,22 + 0,02 = 0,70$ m.

TABLA I. $b = 0,70 / \text{tg}$ Variable constante: ángulo de incidencia. Incógnita: distancia.			TABLA II. $\text{tg} = 0,70/b$ Variable constante: distancia. Incógnita: ángulo de incidencia.		
áng inc	tg	distancia	distan	tg	áng inc
27°	0,509	1,37 (no1)	1,00	0,700	35° (no1)
25°	0,466	1,50 (no3)	1,50	0,466	25° (no3)
23°	0,424	1,65 (no3)	2,00	0,350	19°20' (no3)
20°	0,364	1,92 (no3)	2,50	0,280	16°05' (no3)
18°	0,324	2,16 (no3)	3,00	0,233	13°10' (no3)
16°	0,286	2,45 (no3)	3,50	0,200	11°20' (no3)
14°	0,249	2,81 (no3)	4,00	0,175	10°
12°	0,212	3,30 (no3)	4,50	0,155	8°50'
10°	0,176	3,98	5,00	0,140	8°
8°	0,140	5,00	5,50	0,127	7°15'
6°	0,105	6,67	6,00	0,116	6°40'
4°	0,069	10,17 (no2)	6,50	0,108	6°10'
2°	0,035	20,00 (no2)	7,00	0,100	5°45' (no3)
			7,50	0,93	5°20' (no2)

1) El ángulo de incidencia en posición vertical es de $26^{\circ}35'$; todo ángulo superior se descarta. 2) Toda distancia mayor de 7 m se descarta, por posición de los vehículos. 3) Descarte por obstáculo. En este caso la puerta determina ángulos descartables por medición; más de 10° , pasaría por encima del techo del auto; menor de 6° pegaría en la puerta. Las distancias probables son tres: 3,98 m, 5,6 m, 6,67 m. La medición en la reconstrucción dio 6,70 m, y en los cálculos 6,0, por lo tanto podemos afirmar que la distancia de disparo estuvo entre 6 m y 7 m.

Víctima: SERGIO DANIEL QUIRÓZ. *Disparo:* GONIÓN. *Autor:* VENTICINQUE. *Posición gráfica:* A2. *Constante:* Altura de la boca del arma de fuego, más el desnivel, menos la altura del OE al suelo: $1,50 + 0,48 - 0,90 = 1,08$ m.

TABLA I. $b = 1,98/tg$ Variable constante: ángulo de incidencia. Incógnita: distancia.			TABLA II. $tg = 1,08/b$ Variable constante: distancia. Incógnita: ángulo de incidencia.		
áng inc	tg	distancia	distan	tg	áng inc
23°	0,420	2,57 (no1)	1,00	1,080	47°20' (no1)
20°	0,364	2,97 (no3)	1,50	0,720	35°50' (no1)
18°	0,324	3,33 (no3)	2,00	0,540	28°25' (no1)
16°	0,286	3,78 (no3)	2,50	0,432	23°25' (no1)
14°	0,249	4,34 (no3)	3,00	0,360	19°50' (no3)
12°	0,212	5,09	3,50	0,308	17°10' (no3)
10°	0,180	6,00	5,00	0,270	15°05' (no3)
8°	0,140	7,71 (no1)	4,50	0,240	13°30' (no3)
6°	0,105	10,29 (no1)	5,00	0,216	12°10' (no3)
4°	0,069	17,97 (no1)	5,50	0,196	11°05'
2°	0,035	35,43 (no1)	6,00	0,180	10°15'
			6,50	0,166	9°25'
			7,00	0,154	8°45'
			7,50	0,144	8°15' (no2)

1) El ángulo de incidencia, en posición vertical es de $22^{\circ}50'$, todo ángulo superior, es descartable. 2) El árbol donde se

apoyó el imputado, está a 7,25 m del blanco, toda distancia mayor se descarta. 3) El OE demuestra de acuerdo con el estudio, que la cabeza estaba inclinada hacia la izquierda, como mínimo 10° , por lo que el ángulo de incidencia no puede ser mayor de 12° ; se descartan los ángulos superiores. Las distancias probables están entre 5,09 m y 7 m. En la reconstrucción la distancia medida es de 6,53 m, y la calculada 6,13 m; la diferencia de 0,40 m puede ser por el desplazamiento del vehículo.

Víctima: CLAUDIO QUIRÓZ. *Disparos:* (dos) en el BRAZO. *Autor:* VENTICINQUE. *Posición gráfica:* A3. *Datos:* altura de la boca del arma 0,25 m; desnivel (positivo) 0,11 m; altura del OE al suelo, 0,59 m. *Dato constante:* 0,23 m; se obtiene de: $0,59 - 0,25 - 0,11 = 0,23$ m.

En este caso particular, no se pueden aplicar las tablas, ya que un disparo es horizontal (la trayectoria médico-legal) y el otro hace una pequeña elevación de 3° , NO HAY MARGEN PARA LAS TABLAS. *Se deduce:* que el tronco del cuerpo, estaba en posición de sentado normal, al recibir el o los impactos, porque si estaba inclinado a su izquierda, el OE estaría mirando hacia el suelo, a una distancia que iría de los 0,46 m hasta 0,30 m; imposible disparar desde ese lugar; y si hubiera estado inclinado hacia la derecha, el OE estaría mirando hacia el techo: también es imposible de disparar. EN ESTE CASO, se prolonga la trayectoria del sector médico-legal hacia el exterior, lugar desde donde se hizo el disparo, lo cual da una distancia; por cálculo, tomando la diferencia de altura 0,23, y el ángulo de incidencia 3° , o con el hilo, dicha distancia es de 4,39 m. LA DISTANCIA TOMADA EN LA RECONSTRUCCIÓN es de 3,78 m. En este caso es más confiable la distancia calculada, ya que en la reconstrucción el vehículo estaba desplazado (según lo manifestado por el imputado en la reconstrucción) más a la izquierda. La diferencia de 0,61 m podría ser esa diferencia.

Víctima: RAMÓN IGNACIO CABRERA. *Disparo:* REGIÓN DEL-TOIDEA DERECHA. *Autor:* GODOY. *Posición gráfica:* B2. *Constante:* altura del piso hasta la boca del arma de fuego + el desnivel del piso - altura del suelo hasta el OE: $1,465 + 0,33 - 0,72 = 1,075$ m.

TABLA I. $b = 1,075 / tg$. Variable constante: ángulo de incidencia. Incógnita: distancia.			TABLA II. $tg = 1075/b$ Variable constante: distancia. Incógnita: ángulo de incidencia.		
áng inc	tg	distan	distan	tg	áng inc
44°	0,966	1,11 (no1)	1,00	0,075	47°55' (no1)
42°	0,900	1,19 (no3)	1,50	0,713	35°30' (no3)
40°	0,838	1,28 (no3)	2,00	0,535	28°10' (no3)
38°	0,781	1,37 (no3)	2,50	0,428	23°10' (no3)
36°	0,728	1,47 (no3)	3,00	0,356	19°35' (no3)
34°	0,674	1,59 (no3)	3,50	0,306	17°05' (no3)
32°	0,624	1,71 (no3)	4,00	0,267	15° (no3)
30°	0,577	1,85 (no3)	4,50	0,237	13°20' (no3)
28°	0,532	2,01 (no3)	5,00	0,214	12°05' (no3)
26°	0,488	2,19 (no3)	5,50	0,194	11° (no3)
24°	0,445	2,40 (no3)	6,00	0,178	10°05' (no3)
22°	0,404	2,65 (no3)	6,50	0,165	9°25' (no3)
20°	0,364	2,94 (no3)	7,00	0,153	8°45' (no3)
18°	0,324	3,30 (no3)	7,50	0,142	8°05' (no3)
16°	0,286	3,74 (no3)	8,00	0,133	7°35'
14°	0,249	4,30 (no3)	8,50	0,126	7°10'
12°	0,212	5,05 (no3)	9,00	0,119	6° 50' (no2)
10°	0,176	6,08 (no3)			
8°	0,140	7,64			
6°	0,105	10,19 (no2)			
4°	0,069	15,80 (no2)			
2°	0,035	30,57 (no2)			

1) El ángulo de incidencia en posición vertical es de 43°40'; todo ángulo superior se descarta. 2) La distancia hasta el alambre es de 8,80 m; toda distancia mayor se descarta. 3) El cuerpo había recibido un impacto, ya sea por ese efecto o por buscar protección con la puerta del auto, y teniendo en cuenta

la altura del mismo (0,92 m hasta la parte inferior de la ventanilla), el cuerpo se desplaza unos 36° hacia su derecha, lo que daría un ángulo de incidencia igual a $7^\circ 40'$ ($43^\circ 40' - 36^\circ = 7^\circ 40'$); por lo tanto descartamos todo ángulo superior a 8° . 4) Si tenemos en cuenta la distancia medida en la reconstrucción (8,17 m), la calculada (8,12 m) sería la más correcta.

Víctima: GUSTAVO DANIEL ÁVILA. *Disparo:* SEGUNDO ESPACIO INTERCOSTAL PARAESTERNAL DERECHO. *Autor:* GODOY. *Posición gráfica:* B3. *Constante:* altura desde el suelo hasta la boca del arma de fuego más el desnivel del piso menos la altura desde el suelo al OE: $1,47 + 0,31 - 0,62 = 1,16$ m.

TABLA I. $b = 1,16 / \text{tg}$			TABLA II. $\text{tg} = 1,16 / b$		
Variable constante: ángulo de incidencia.			Variable constante: distancia.		
Incógnita: distancia.			Incógnita: ángulo de incidencia.		
áng inc	tg	dist	dist	tg	áng inc
53°	1,331	0,87 (no1)	1,00	1,160	49°15' (no3)
51°	1,238	0,94 (no3)	1,50	0,773	37°45' (no3)
50°	1,195	0,97 (no3)	2,00	0,580	30°10' (no3)
48°	1,113	1,04 (no3)	2,50	0,464	24°55' (no3)
46°	1,038	1,12 (no3)	3,00	0,386	21°05' (no3)
44°	0,966	1,20 (no3)	3,50	0,331	18°20' (no3)
42°	0,900	1,29 (no3)	4,00	0,290	16°10' (no3)
40°	0,839	1,38 (no3)	4,50	0,257	14°25' (no3)
38°	0,781	1,49 (no3)	5,00	0,232	13°05' (no3)
36°	0,728	1,59 (no3)	5,50	0,211	11°55' (no3)
34°	0,674	1,72 (no3)	6,00	0,193	10°55' (no3)
32°	0,624	1,86 (no3)	6,50	0,178	10°05' (no3)
30°	0,577	2,01 (no3)	7,00	0,166	9°25' (no3)
28°	0,532	2,18 (no3)	7,50	0,155	8°50'
26°	0,488	2,38 (no3)	8,00	0,145	8°15'
24°	0,445	2,61 (no3)	8,50	0,136	7°45'
22°	0,404	2,87 (no3)	9,00	0,128	7°20'
20°	0,364	3,19 (no3)			
18°	0,324	3,58 (no3)			
16°	0,286	4,06 (no3)			
14°	0,249	4,66 (no3)			

<i>áng inc</i>	<i>tg</i>	<i>dist</i>	<i>dist</i>	<i>tg</i>	<i>áng inc</i>
12°	0,212	5,47 (no3)			
10°	0,176	6,59 (no3)			
8°	0,140	8,29			
6°	0,105	11,04 (no2)			
4°	0,069	16,81 (no2)			
2°	0,035	33,14 (no2)			

1) El ángulo de incidencia en posición vertical es de 52° 15'; todo ángulo superior se descarta. 2) La distancia hasta el alambrado es de 9,50 m; toda distancia mayor se descarta. 3) Ya sea por buscar protección tras la puerta (altura de la parte inferior de la ventanilla 0,92 m) o tomando posición para bajarse, el cuerpo se inclina hacia adelante unos 43°; impactando el proyectil en ese instante, tendría un ángulo de incidencia de aproximadamente 9°15' (52° 15' - 43° = 9° 15'), por lo tanto descartamos todos los ángulos superiores. 4) Si tenemos en cuenta la distancia de la reconstrucción (7,70 m) la distancia calculada (7,84 m) sería la más correcta; la diferencia es de apenas 0,14 m.

— *CONTESTACIÓN POR LA DEFENSA DE LOS PUNTOS DE PERITAJE*
1) ¿A qué distancia la ametralladora o subfusil "Uzi" y la pistola policial Browning pueden dejar un área de "tatuaje" de 20 cm, como las descriptas en la autopsias de autos de Gustavo Ávila y Claudio Rubén Quiróz?

— EN NINGUNA (ver cuadro comparativo).

2) Ubicación probable de la víctima y del victimario teniendo en cuenta todas las dimensiones para el ángulo de tiro.

— EN EL PUNTO III ESTÁ DESARROLLADO.

3) ¿Cuántos disparos efectúa en un segundo el subfusil "Uzi" en posición automática (ráfaga)?

— EL SUBFUSIL "UZI" TIENE UNA DENSIDAD DE 600 DISPAROS POR MINUTO (CADENCIA), POR LO TANTO UN CARGADOR DE 35 DISPAROS LO DESCARGA EN 3,5 SEGUNDOS.

4) ¿Cuántos disparos en un segundo puede efectuar un tirador con una pistola Browning 9 mm?

— UNA PERSONA BIEN ENTRENADA PUEDE DISPARAR 3 TIROS EN 2 SEGUNDOS, POR LO TANTO UN CARGADOR DE 13 TIROS LO DESCARGA EN 8,6 SEGUNDOS.

5) ¿Qué fuerza de choque tiene un proyectil 9 mm cuando hace blanco?

— DEPENDE DEL ARMA QUE LO DISPARA. LA PISTOLA BROWNING, EN LA BOCA, TIENE UNA FUERZA VIVA DE 50 KG, EN LA "UZI", ES DE 60 KG.

6) Si es posible realizar una determinación probable de las víctimas y de los victimarios, teniendo en cuenta todas las dimensiones para el ángulo de tiro en el momento de los disparos, ¿se deberán tener en consideración las autopsias y las pericias de las ropas?

— ESTÁ DESARROLLADO EN EL INFORME.

7) Si las heridas de bala experimentadas por las víctimas (delincuentes) coinciden o no con las posiciones dadas por los imputados en la diligencia de reconstrucción del hecho.

— SÍ, COINCIDEN; SE DEMUESTRA EN EL DESARROLLO.

8) Si el estado emocional (tensión) del tirador durante un enfrentamiento coadyuva a desorganizar más la conducta del sujeto como para no darle una interpretación mecanicista al hecho.

— SÍ, EL ESTADO EMOCIONAL DESCOMPENSA Y TIENDE A DESCOORDINAR LOS MOVIMIENTOS DEL TIRADOR.

9) Se realice pericia balística...

— SE DESARROLLA EL TEMA EN EL PUNTO II DEL INFORME.

— *CONTESTANDO EN DESACUERDO PUNTOS DE PERICIA*

ROBERTO JORGE LOCLES, L.E. 4.860.486, capitán de artillería (R.E.), perito propuesto por la defensa en la causa penal 16.084 "OLA Ernesto y otros s/cuádruple homicidio".

Que vengo a contestar en desacuerdo con los peritos oficiales, los puntos de pericia: 2) ubicación probable de la víctima y del victimario, teniendo en cuenta todas las dimensiones para el

ángulo de tiro; 6) sí es posible realizar una determinación probable, de las víctimas y victimarios, teniendo en cuenta todas las dimensiones para el ángulo de tiro en el momento de los disparos. Se deberán tener en consideración las autopsias y las pericias de las ropas.

FUNDAMENTOS

1) POR NO AJUSTARSE A LOS PUNTOS DE PERICIA SOLICITADOS.

Si bien las requisitorias del señor fiscal de Cámara, en su ofrecimiento de pruebas, folio 1038 vta., apartado 1), último párrafo, solicita con amplitud la intervención de los peritos en todo lo que pueda aportar para el esclarecimiento del hecho, en su parte primera, del mismo apartado, determina la entrega de los dos autos que participaron en el hecho, previo secuestro.

El auto Ford Taunus, utilizado por las víctimas, NO FUE ENTREGADO.

2) PORQUE EN NINGÚN PUNTO SOLICITA QUE SE EFECTÚE UN ESTUDIO SOBRE LA PERICIA REALIZADA POR EL PERITO CLAUDIO NORBERTO COVINI, que por otra parte sería improcedente por:

a) El abogado defensor se ha disconformado en su oportunidad, consta en el expediente, con las fotos y el dictamen del perito mencionado *ut-supra*, por lo tanto, no puedo conformar otro trabajo pericial realizado sobre la base de esa pericia.

b) No me consta que las medidas obtenidas en ese primer peritaje fuesen correctas.

c) Ese peritaje se realizó 90 días después de ocurrido el hecho, *a posteriori* de habersele entregado el vehículo a su dueño (fojas 27).

d) El dueño del vehículo lo mandó a reparar, chapa, pintura y tapizado, como consta en fojas 80, 107, 136 y 137, en el taller mecánico sito en la calle Valentín Virasoro 1636 de la Capital Federal.

e) De acuerdo con el acta de entrega de fecha 3 de marzo

de 1988, del señor Tapia, dueño del automotor en cuestión, a la seccional 1ª de la Policía de la provincia de Buenos Aires, del partido de Tres de Febrero, firmada además por el mencionado Tapia, por el comisario Néstor CONTRERAS y por el subcomisario Francisco José VISKI, folio 373; NO FIGURA NINGÚN ORIFICIO en los asientos delanteros, pero sí figura un orificio que podría pertenecer a un proyectil, en el asiento trasero, lado izquierdo, y una abolladura, presumiblemente producida por un proyectil sobre borde superior de la luneta trasera.

Es decir que se midieron orificios inexistentes, pero no los existentes.

f) El vehículo estuvo depositado en la playa de tribunales de San Martín, desde el día 3 de marzo de 1988 hasta el día 8 de abril de 1988, día en que se efectuó el peritaje pedido el día 6 de abril del mismo año.

g) No se tuvieron en cuenta los desniveles del suelo en el lugar del hecho, ya que se hizo en la playa de estacionamiento de tribunales, y en los cálculos finales no se contempló ese detalle.

h) No se conocía con exactitud la posición de los asientos delanteros (butacas), ya que es de notorio conocimiento que los mismos pueden ser regulados, tanto en su distancia en relación con el tablero delantero, como el ángulo de inclinación del respaldo, hecho éste que según su posición haría variar los ángulos internos del vehículo, así como también la posición relativa de las víctimas.

3) POR NO ESTAR DE ACUERDO CON LAS CONCLUSIONES, por:

a) Aparte de lo expuesto en el punto 2 sobre la pericia del oficial Covini, se tomó como cierto que los orificios de los asientos delanteros del vehículo en cuestión, fueron realizados por alguna de las armas que portaban los acusados (pistola 9 mm), cuando en ninguna parte del informe del perito Covini se observa ese detalle, más aun, dice que no puede identificar de qué calibre son esos orificios, por lo que se podría dar la posi-

bilidad de que los orificios en cuestión, fuesen hechos por las propias víctimas; para refrendar esta opinión recuerdo QUE NO SE ENCUENTRA NINGÚN PROYECTIL DE ESOS ORIFICIOS, a pesar de haber chocado contra el piso del auto, sin perforarlo, por lo que debían permanecer dentro de él.

b) Se utilizaron fotos para determinar el lugar exacto del impacto. Se debe tener en cuenta que en las fotos se pueden observar dos dimensiones, la tercera, que es la perspectiva, no se puede observar, lo que distorsiona el lugar exacto; cuando las fotos no eran suficientemente claras, se recurría a la memoria del perito interviniente, después de haber transcurrido más de dos años de esa primera pericia.

c) En el mismo informe del perito, dice que en dichos orificios se encontró halo de enjugamiento, pero que no había restos de sedimento humano. Si bien en algunos casos se puede dar que a pesar de atravesar un cuerpo humano el proyectil puede no dejar esos rastros, también se debe contemplar el hecho de que en algunos casos, sí quedan esos sedimentos. Por cuanto en esta oportunidad no existían, surge la posibilidad de que no hayan atravesado el cuerpo de las víctimas, más aun si consideramos el contexto de los hechos.

4) POR NO GUARDAR COHERENCIA CON LOS PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN EL CASO ANTERIOR

Cuando se peritó el coche patrullero Renault 18, cuya acta consta en fojas 1587/1589 y anexos, se determinó informar sólo lo que se veía, tal es así, que a mi pedido se sacó el protector del parante trasero izquierdo, donde supuestamente y de acuerdo con el peritaje del oficial Covini, había penetrado un proyectil que habría roto la luneta trasera, y se informó que sólo se veía un parche cuyas características no permiten expedirse sobre sus causales.

Para esa oportunidad NO VALÍA el peritaje del oficial Covini, tal es así, que ni siquiera se dictamina la posibilidad de que haya habido un impacto que perforara la luneta trasera, con la salvedad de que por lo menos estaba el vehículo; en este caso sí

VALE lo informado por el perito actuante, sin estar presente el vehículo.

Por otra parte quiero dejar constancia de que en el acta mencionada se deja EXPRESAMENTE ACLARADO que del vehículo restante no se hace inspección ocular, por no ser habido al momento de la inspección, firmando de conformidad la totalidad de los peritos balísticos y el ingeniero mecánico departamental.

COMPLEMENTARIO 1
AMPLIACIÓN DE LAS CONCLUSIONES DEL DICTAMEN PERICIAL

ROBERTO JORGE LOCLES, L.E. 4.860.486, capitán de artillería (R.E.), perito propuesto por la defensa en la causa penal 16.084 "OLA Ernesto y otros s/cuádruple homicidio".

Que en atención a lo producido en la audiencia del juicio oral del día 2 de octubre del corriente año, vengo a ampliar las conclusiones del dictamen pericial elevado oportunamente.

1) Ampliando conceptos de mi desacuerdo fundamentado en el punto 1, de mi dictamen pericial de F/38, sobre no ajustarse a los puntos de pericia solicitado.

Basándonos en la teoría de los conjuntos, tenemos que conjugar tres factores, para que sea posible, VÍCTIMA, VICTIMARIO Y ORIFICIOS EN LOS ASIENTOS DEL TAUNUS; estos tres elementos se debieron producir el mismo día, a la misma hora y en el mismo lugar (relación de espacio y tiempo); si faltara alguno de estos tres elementos, los restantes no tendrían valor; por ejemplo, si no están las víctimas, no habría juicio; si no están los victimarios, tampoco habría juicio, porque no se sabría a quién juzgar, y si no hubiera orificios, no se podría relacionar la posición de las víctimas con la de los victimarios.

LOS ORIFICIOS PERITADOS EL DÍA 8/4/88, base de la pericia realizada por la Policía Federal, en forma parcial o total, no estaban el día del hecho. Si bien lo grafico en el anexo 1 de la presente, quiero analizar la correlación de hechos.

El día 8/1/88 (día del hecho), en la puerta de la seccional de Policía de José C. Paz, el juez Mosca, juntamente con el oficial mayor Cambiaso y la doctora Igoillo (en su declaración aclara que no había revisado el interior del vehículo), según acta que consta en F/68, encontraron un solo orificio en el asiento del conductor (de donde extrae una camisa de proyectil), y NO ENCUENTRAN NINGÚN ORIFICIO MÁS.

El mismo día 8/1/88, el oficial COVINI realiza *una pericia* en el mismo lugar, que consta en F/49-50 vta., y ve dos orificios de entrada de proyectiles, uno el que vio el juez Mosca y el otro en el asiento del acompañante, y NO VE NINGUNO MÁS.

Cincuenta y cinco días después, el 3/3/88, el dueño del Taunus entrega el vehículo a la seccional 1ª de la policía de Tres de Febrero; se revisa el mencionado vehículo y se observa, F/373, un impacto presumiblemente de proyectil en el marco de luneta trasera; en el interior se puede observar, en el asiento trasero, lado izquierdo, parte inferior, que hay un presunto impacto de proyectil, PERO NO SE ENCUENTRA NINGÚN IMPACTO EN LOS ASIENTOS DELANTEROS, NI RESPALDAR DEL ACOMPAÑANTE (me refiero a los peritados el 8/3/88, que sirvieron de base a la pericia que me desacuerdo). Esa acta la firman: el señor TAPIA, dueño del vehículo en cuestión, quien además en declaración testimonial, en la Sala, ratifica el acta y aclara que no había ningún orificio en los asientos cuestionados; el comisario CONTRERAS, y el subcomisario VISKI, que ratifican la firma y el acta, además la refrenda, sin observarla, el secretario del juzgado doctor Marcelo LAPARGO, en el momento de recibir el vehículo (el mismo día), quedando depositado en la playa de este tribunal.

Quiero aclarar que previo a esta acta se observa: que en F/107, en declaración testimonial, el señor Tapia dice: que el vehículo en cuestión está siendo reparado en un taller mecánico

en la calle Valentín Virasoro 1636 de la Capital Federal, para su reparación incluido el tapizado.

El día 8/4/88, en F/455/466, consta que se realiza la pericia balística a cargo del oficial Covini, pedido por oficio, en carácter de urgente (le da al perito 48 horas para expedirse), de fecha 6/4/88. En dicha pericia se observan seis (6) orificios de proyectil.

Si analizamos el cuadro del anexo, se observará que hay orificios de más, en relación con todos los antecedentes reunidos, en un máximo de cinco (5) y en un mínimo de tres (3).

El vehículo queda depositado en los tribunales 34 días.

2) Ampliando el punto 3 apartado c) de mi desacuerdo F/40. En la pericia realizada por el oficial Covini el 8/4/88 y confirmada en la audiencia, dice que los orificios de entrada de los peritados en el Taunus, TENÍAN HALO DE ENJUGAMIENTO y que NO TENÍAN RESTOS DE SANGRE NI SEDIMENTO HUMANO (células).

El proyectil cuando sale de la boca del arma, tiene suciedad adherida en él, compuesta de residuos de lubricante, aceite, restos de pólvora quemada que arrastra del cañón del arma, etc. Dice Bonnet en la página 69: "...el proyectil al salir del cañón, lo hace arrastrando consigo las partículas de grasa y aceite, que existen en el interior de aquél (provenientes de su limpieza y conservación), así como partículas de tierra o polvo que por la acción del tiempo y de la falta de uso pueden haber penetrado en su interior". Cuando impacta sobre una superficie y perfora, esa suciedad la deja en dicha superficie, produciendo el llamado halo de enjugamiento, que juntamente con el halo de contusión, forman el anillo de Fisch. El proyectil, al pasar por un cuerpo humano, al perforar la piel, deja la suciedad en dicha piel (es como si limpiáramos un cuchillo engrasado con una servilleta; la suciedad que queda en dicha servilleta sería el halo de enjugamiento y el cuchillo quedaría limpio); el proyectil luego de pasar la piel (epidermis), pasa la dermis, capas musculares, órganos, nuevamente la dermis, la epidermis y sale del

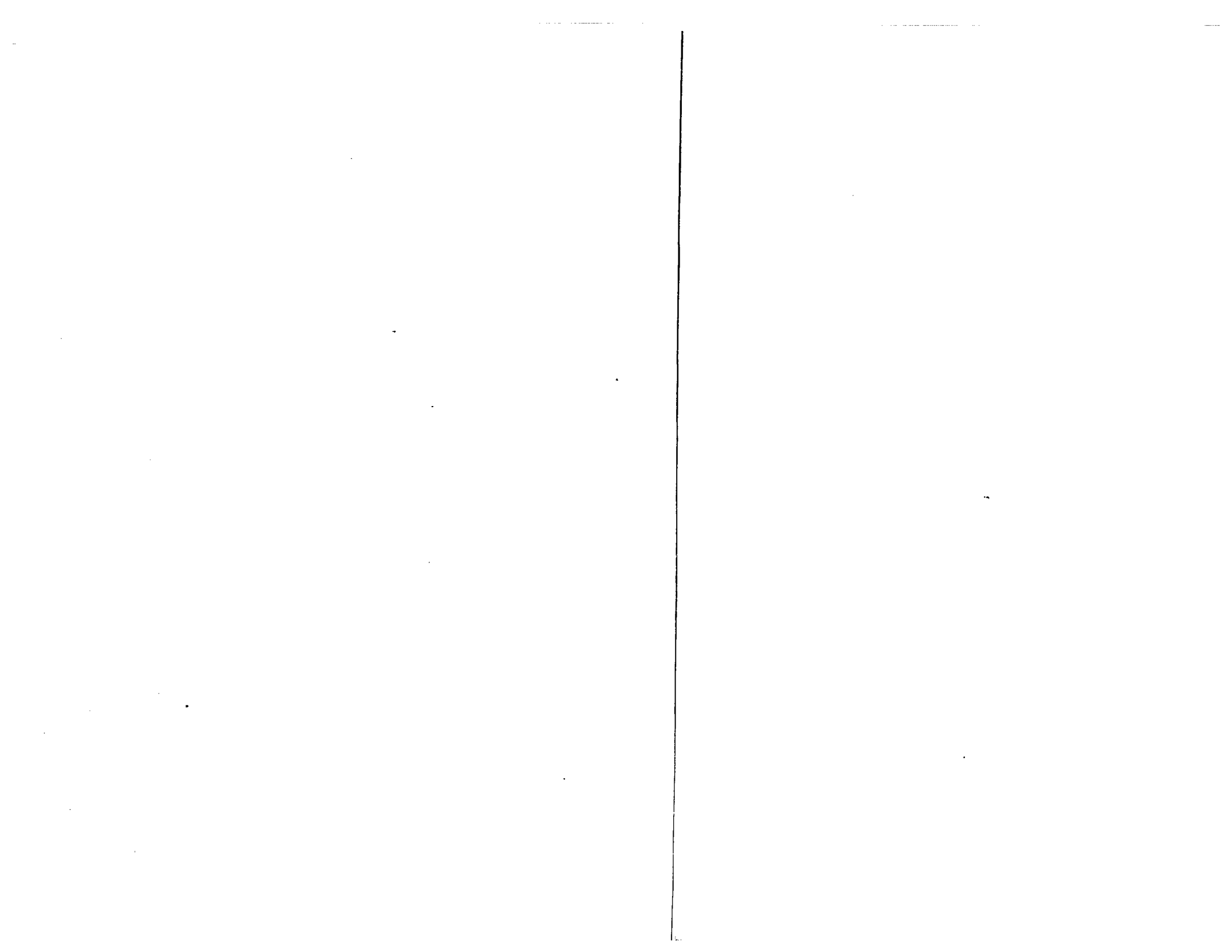
cuerpo; cada plano que atraviesa dentro del cuerpo humano (son muchísimos), hace de servilleta, quiere decir que al salir, pueden ocurrir dos cosas: *a)* que el proyectil esté limpio al máximo (pulido); *b)* que haya arrastrado sedimentos humanos (sangre y células).

Al perforar el asiento *sólo pudieron pasar dos cosas*: *a)* si el proyectil estaba pulido, no deja halo de enjugamiento; *b)* si tenía restos de sedimento humano, deja un halo de enjugamiento, compuesto de ese sedimento humano.

POR LO TANTO, SI ESOS ORIFICIOS TENÍAN HALO DE ENJUGAMIENTO (como dice Covini), QUE NO ERAN COMPUESTOS POR SEDIMENTOS HUMANOS, NO PASÓ POR NINGÚN CUERPO DE LAS VÍCTIMAS.

De lo expuesto en los puntos 1 y 2 de la presente, más las conclusiones de mi pericia anterior, se puede deducir que *no hay relación alguna entre los orificios del coche Taunus, las víctimas y los victimarios.*

CUADRO COMPARATIVO DE LOS ORIFICIOS DEL TAUNUS					
OE Asiento del conductor 1	8-1-88 F/68 SI Juez Mosca Of My Cambiaso Dra Igoillo	8-1-88 F/49-50v SI Covini	3-3-88 F/373 NO Acta: Crio Contreras Sub Com Viski Sr Tapia (dueño del coche) Dr Marcelo Lapargo sec	8-4-88 F/455-466 SI Covini	
OE Asiento del acompañante (ladc izq.) 2	NO	SI Covini	NO	SI Covini	
OE Asiento del acompañante (lado derecho) 3	NO	NO	NO	SI Covini	
OE respaldo del acompañante 4	NO	NO	NO	SI Covini	
OE parante derecho interno 5	NO	NO	NO	SI Covini	
OE Próximo al caño de escape 6	NO	NO	SI	SI Covini	
Orificios agregados - Máximo 5, mínimo 3					



COMPLEMENTARIO 2
DISENTIR SOBRE PERICIA BALÍSTICA Nº 1326/90

ROBERTO JORGE LOCLES, L.E. 4.860.486, capitán de artillería (R.E.), perito propuesto por la defensa, en la causa penal 16.084, "OLA Ernesto y otros s/cuádruple homicidio".

Que vengo a disentir de la pericia balística producida por los peritos de la Gendarmería Nacional, Policía Federal y Policía de la provincia de Buenos Aires, de fecha 5 de octubre de 1990, y que lleva el número 1326/90, en sus conclusiones finales que consta en fojas 5 del mencionado peritaje, por haber cometido un *GRAVE ERROR INCRIMINANTE*.

FUNDAMENTO: En el penúltimo párrafo de fojas y pericia mencionadas *ut-supra*, dice: "Finalmente en lo que atañe al último interrogante pericial, puede informarse categóricamente que, la posición del tirador GODOY en el momento de efectuar los disparos que provocan los orificios n°s 1 y 4, era sobre el lateral izquierdo del rodado, lo que no guarda relación con la posición indicada en la diligencia de reconstrucción, que refiere ser en el lateral derecho del vehículo".

Esta afirmación *no es verdad*, ya que en fojas 1534, de la reconstrucción, realizada por GODOY, dice: "Que al chocar hay

disparos que provienen del Taunus y en ese momento él se tira para atrás, saca el arma por la ventanilla y tira sin mirar". También hay que tener en cuenta, que el mencionado GODOY, estaba sentado atrás y a la derecha, por lo que es factible y coherente, la pericia con la reconstrucción de los hechos.

Inexplicablemente los peritos parcializan la información de la reconstrucción, omitiendo, sin fundamento de una sana lógica, datos de suma importancia, hecho reiterado, si consideramos que existió la misma falencia, en la consideración de los orificios de los asientos delanteros del Taunus, como lo explicitara en mi informe anterior.

Por otra parte, se sigue manteniendo una incoherencia en las conclusiones, ya que en el primer informe, que yo firmo de conformidad, se deja expresa constancia de que las heridas de las víctimas, en su totalidad, *son factibles* con las posiciones asumidas por los procesados en la reconstrucción de los hechos.

Asimismo, dejo constancia de que estoy en un todo de acuerdo con lo manifestado en el párrafo segundo, de fojas 5 del mismo peritaje 1326/90, donde se manifiesta que bajo la hipótesis de que el patrullero, al sobrepasar al Taunus, se subiera al desnivel que estaba al costado izquierdo del mismo, las trayectorias de todos los disparos del 1 al 5, se pudieron realizar desde el interior del patrullero, detalle que yo puntualicé cuando firmé en desacuerdo una de las pericias iniciales, por no querer analizar esta hipótesis los mismos peritos que luego firman el peritaje mencionado *ut-supra*.

Saludo al señor presidente con mi más distinguida consideración.

CAUSA N° 16.084, SALA I, "OLA, JUAN ERNESTO Y OTROS
S/CUÁDRUPLE HOMICIDIO"; JUICIO ORAL

///la ciudad de San Martín, a los diecinueve días del mes de octubre de mil novecientos noventa, reunidos en acuerdo los señores jueces de la Sala I de la Excma. Cámara de Apelación en lo Criminal y Correccional, doctores Carlos Julio Hermelo, presidente, Ernesto García Maañón, vicepresidente, y Julián José Feito, Vocal, para dictar veredicto en la causa que por el delito de cuádruple homicidio se les sigue a Ola, Juan Ernesto, Venticinque, Juan Carlos, Valdéz, Héctor Rubén y Godoy, Fortunato Faustino. Practicado que fue oportunamente el sorteo de ley, resultó que en la votación a efectuarse debía ser observado el siguiente orden: doctores Hermelo, Feito y García Maañón.

En este estado el tribunal resuelve plantear y votar las siguientes:

CUESTIONES

PRIMERA: ¿Está probado el cuerpo del delito en el hecho delictuoso investigado?

SEGUNDA: ¿Está probada la participación de los procesados en el mismo?

TERCERA: ¿Existen eximentes?

CUARTA: ¿Concurren atenuantes calificativas u ordinarias?

QUINTA: ¿Concurren agravantes calificativas u ordinarias?

A LA PRIMERA CUESTIÓN EL SR. JUEZ DR. HERMELO DIJO:

No puedo comenzar el análisis jurídico de las cuestiones esenciales exigidas por el artículo 284 del Código ritual sin antes efectuar algunas reflexiones que por la complejidad, duración y trascendencia que ha tenido el caso, se imponen.

Durante mis no tan pocos años de desempeño en la justicia penal, tanto en lo Federal cuanto en lo Provincial, debo admitir que no me ha tocado en suerte un juicio de las características y vicisitudes como el que aquí nos ocupa, y no por la naturaleza de los hechos o la calidad de funcionarios policiales de sus autores, sino por las distintas peripecias que se han producido tanto durante la etapa de instrucción en el juzgado de primera instancia cuanto durante el largo y conflictivo desarrollo de la prueba y de esta audiencia oral que comenzara hace ya más de veinticinco días.

Porque más allá de las bondades o maldades de sus integrantes, creo fervientemente en las instituciones, es que, reiterando lo dicho al producir la apertura de la audiencia oral, quiero dejar bien sentado en mi voto que no ha estado ni está en mi ánimo juzgar a la Policía de la provincia de Buenos Aires, ni algún integrante de este Poder Judicial, sino analizar la conducta de cuatro ciudadanos que además de tales al momento del hecho, revestían la calidad de funcionarios policiales en actividad.

No ha habido aquí ni un atisbo de reminiscencia de lo que el señor juez de primera instancia ha dado en llamar la "larga noche del '76", ni puede ser y despolitizadamente ubicarse al escenario del hecho más cerca de las calles de Macondo que de

las de este Estado argentino, que puja por cicatrizar viejas heridas y crecer en paz, libertad y seguridad.

Estoy convencido de que no es con la táctica del avestruz de los campos argentinos que cambiaremos esta sociedad en crisis pero menos aun lo haremos con la de la golondrina.

Espero haber estado durante el desarrollo de la audiencia oral y en el ejercicio de la presidencia a la altura de las circunstancias, si así no ha sido no debe atribuirse mi accionar a alguna presión externa, sea de parte de las familias de las víctimas o de los victimarios y menos aun de la institución policial, razón por la cual, con mi conciencia sólo ligada a Dios, es que ahora sí paso al análisis jurídico de la cuestión a dilucidar, no sin antes destacar la enjundiosa y encomiable labor que durante esta audiencia y sus preliminares han desarrollado el señor fiscal de la Cámara y el señor defensor particular.

Considero que está acreditado en autos que pasado el mediodía del 8 de enero de 1988 los cuatro procesados que circulaban en el Renault 18 n° 5177, móvil policial perteneciente a la comisaría de General Sarmiento III, transitando por la avenida Sarmiento de la localidad de José C. Paz, se cruzan en su marcha con un rodado marca Ford Taunus color negro patente C-940567 al que comienzan a perseguir por espacio de veinte cuadras aproximadamente hasta arribar a la Calle Rodrigo de Triana casi en su intersección con José C. Paz de la localidad homónima, lugar donde ambos rodados se aparean tras colisionar entre sí, donde quedan detenidos; determinándose que, como consecuencia de los disparos que efectuara el personal policial, contra los ocupantes del automóvil particular, éstos resultaron con heridas que les ocasionaron la muerte.

Ello así mediante acta de fs. 1/3, croquis de fs. 4, ratificaciones de fs. 13 y 14, informes periciales de fs. 12 vta., 49/50 vta., 112/113, 114/115, 373/vta., 390/1, 405/vta., 448/vta., 452bis/vta., 455/6, 548/vta., 561/vta., 626 y 778, pericia balística que corre por cuerda a las actuaciones principales, actas de

autopsias de fs. 33vta./4, 35 vta./6, 37 vta./8 y 39 vta./40; ratificaciones y ampliaciones efectuadas por los señores peritos en la audiencia oral; certificados de defunción de fs. 90/1, 92 y 93, constancias de inhumación de fs. 89, 737 y 740, historias clínicas de fs. 806/810, declaraciones informativas de fs. 58/9, 60/2, 63/5 y 66/7 vta., declaraciones indagatorias de fs. 194/vta., 195/vta., 196/vta., 201/3, 205/6 vta., 207/9 y 210/12; actas de reconstrucción del hecho de fs. 1520/1524vta., 1533/1536 vta., 1567/1569 vta.

Con lo dicho, y siendo mi sincera, lógica y razonada convicción, voto por la AFIRMATIVA, dando por debidamente probada esta primera cuestión esencial reglada en el inciso 1º del artículo 284 del Código de rito (arts. 286 y cc. del C.P.P.).

A la primera cuestión el Sr. juez Dr. Feito dijo que votaba por la afirmativa adhiriendo a su colega preopinante por ser ello su sincera, lógica y razonada convicción (arts. 284 inc. 1º, 286 y cc. del C.P.P.).

A la misma primera cuestión el Sr. juez Dr. García Maañón dijo que: por los fundamentos y razones expuestos por el Sr. juez que lleva la voz en el acuerdo y por ser ello mi sincera, lógica y razonada convicción, adhiero votando por la afirmativa (arts. 284 inc. 1º, 286 y cc. del C.P.P.).

A LA SEGUNDA CUESTIÓN EL SR. JUEZ DR. HERMELO DIJO:

No ha sido cuestionada ni por el fiscal ni por el defensor particular la participación de los procesados en el hecho de marrras, a lo que agrego además la admisión realizada por los propios encargados en sus respectivas declaraciones informativas e indagatorias de fs. 194/vta., 195/vta., 196/vta., 201/3, 205/6 vta., 207/9 y 210/212, de haber disparado sus armas contra aquellos a quienes perseguían, razón por la cual y habiéndose determinado en los protocolos de autopsias de fs. 33vta./34, 35 vta./36, 37 vta./38 y 39 vta./40 y que ratificara el Dr. Lembo en la audiencia oral que el óbito de las víctimas lo fue a consecuencia de disparos de armas de fuego de similares características de las utilizadas por los nombrados, es por ello, y por ser mi

sincera, lógica y razonada convicción, a la segunda cuestión voto por la AFIRMATIVA (arts. 284 inc. 2º, 286 y cc. del C.P.P.).

A la misma segunda cuestión el Sr. juez Dr. Feito votó por la afirmativa por ser ello su sincera, lógica y razonada convicción, adhiriendo al voto precedente (arts. 284 inc. 2º, 286 y cc. del C.P.P.).

A la misma segunda cuestión el Sr. juez Dr. García Maañón también adhirió, votando por la afirmativa por ser ello su sincera, lógica y razonada convicción (arts. 284 inc. 2º, 286 y cc. del C.P.P.).

A LA TERCERA CUESTIÓN EL SR. JUEZ DR. HERMELO DIJO:

Han sido invocadas por la defensa las previstas en los incisos 4º y 6º del artículo 34 del Código Penal, razón por la cual y para determinar si le asiste razón al defensor he de analizar el hecho desde el momento mismo en que los funcionarios policiales se cruzan con el automotor particular. Así es que como lo ha tenido por acreditado el señor agente fiscal en su libelo acusatorio de fs. 998/1013 al referirse al inicio de la persecución tengo también por acreditado que luego del cruce de ambos vehículos se inicia un seguimiento del móvil policial hacia el automotor particular que ocupaban las víctimas, persecución que se prolonga por espacio de varias cuadras —alrededor de veinte—, en cuyo trayecto se produce un intercambio de disparos de arma de fuego, y al cabo de la cual, ya detenida la marcha de ambos vehículos, se aprecia el deceso de Sergio Daniel Quiróz, Claudio Rubén Quiróz y Ramón Ignacio Cabrera y las graves heridas sufridas por Gustavo Daniel Ávila, las que le produjeron la muerte en el hospital Larcada al ser intervenido quirúrgicamente. Ello así teniendo en cuenta los mismos elementos probatorios que para tener por acreditado tal relato esgrimiera el Sr. agente fiscal a fs. 998/1013, esto es las respectivas declaraciones informativas e indagatorias que prestaran los encausados ante el entonces juez de la causa, toda vez que no obran en autos, ni se han aportado a lo largo de la audiencia oral, otros elementos probatorios distintos que desvirtúen tales manifesta-

ciones, al no haber existido testigo presencial alguno al respecto y sí haberse incautado del interior del coche negro armas de fuego (ver acta de fs. 1/3).

Ante lo expuesto, obvio resulta decir que es con motivo del cruce de ambos vehículos y ante la actitud sospechosa y huidiza asumida por los ocupantes del Ford Taunus negro que el personal policial inicia la persecución, obedeciendo la misma al cumplimiento de un deber funcional, y que al disparar los acusados sus armas reglamentarias lo hicieron en respuesta a la agresión ilegítima de que eran víctimas.

Hasta aquí y colocándome en la situación de los policías desde el momento de la confluencia, en mi opinión, no cabía otra actuación judicial que la desplegada por los acusados, advirtiéndolo por ello, al igual que lo manifestara el acusador público en su libelo de fs. 998/1013, que "no hay conductas que reprochar a los encausados ni actividad que exceda el marco de la ley".

Retomando la secuencia del hecho, continúa la persecución transitando ambos vehículos varias cuadras hasta llegar a la calle Colón y su intersección con Rodrigo de Triana, calle esta última donde se produjera el desenlace final y trágico del hecho respecto del cual sí se han colectado algunos testimonios, los que paso a merituar.

De toda la prueba testimonial producida en esta audiencia oral, y más allá de las contradicciones, rectificaciones y procesos penales que por falso testimonio se sustanciaran, por expresa disposición contenida en el artículo 281 del C.P.P., solamente ha quedado como único testigo de cargo Rolando Rubén Villa, toda vez que no obstante las lucubraciones de los Sres. peritos sicólogos y siquiátras en lo referente a la mendacidad de los testimonios de Burone y Jakimczuk, no puede hacerseles decir lo que ellos mismos no dijeron en esta audiencia.

Respecto del testimonio brindado por el citado Villa entiendo que no puede ser utilizado para andamiar un reproche penal en contra de los acusados, porque no se ha mantenido incólume

a lo largo de este proceso —advírtase que originariamente dio una versión ante el Juzgado en lo Criminal a cargo del Dr. Mosca, que luego rectificó ante el juez Olivieri— que mejoraba su situación procesal en la causa que se le abriera por falso testimonio. Ello así porque Villa la primigenia versión ante el Dr. Mosca sí la presta como testigo, mientras que la rectificación ante el Dr. Olivieri no, razón por la cual si en esta última mintió no podría ser procesado por aquel delito. Además y en especial, porque de las experiencias realizadas por el tribunal durante las audiencias con relación a la visibilidad de Villa, por su oficio de herrero-soldador y por su ubicación distante del lugar del desenlace final, se hace poco creíble que haya visto lo que aconteció.

Respecto del testimonio brindado por Sofía Garnica en las postrimerías de la prueba, iguales reflexiones caben en cuanto a la distancia, a lo que he de sumar su vinculación con Villa y su expresa manifestación de que si declaraba recién ahora era para evitar que su marido fuera preso ya que decía la verdad.

Agrego a lo dicho que no obstante los informes meteorológicos que alegara el Sr. fiscal de Cámara, el 8 de enero de 1988 el suelo no estaba húmedo, conforme se puede advertir en la fotografía que luce a fs. 94 y la sequedad del terreno haría factible el levantamiento de polvareda, que como se apreciara en la reconstrucción practicada el 28 de setiembre del corriente año, dificultaba enormemente la visión.

Queda pues, por analizar la prueba pericial sobre la que el Sr. fiscal de la Cámara apoyara su alegato y pidiera la condena de los prevenidos, la que puede dividirse en dos aspectos: por un lado las pericias médico-legales que determinan la existencia en las víctimas Claudio Rubén Quiróz y Gustavo Alberto Ávila de tatuajes que harían presuponer una distancia de disparo no mayor de cincuenta centímetros y las pericias balísticas demostrativas de la imposibilidad de las posiciones en que se colocarían los acusados durante la reconstrucción.

Con relación a las primeras, en los protocolos de autopsias

que lucen a fs. 35 vta./36 y 37 vta./38 el médico que las realizó, Dr. Saverio Lembo, determina en el cuerpo de Claudio Rubén Quiróz, más precisamente en su miembro superior izquierdo la existencia de “tres heridas ovoides con bordes introvertidos contuso hemorrágicos, en tercio medio, tercio inferior de brazo y tercio superior de antebrazo, todos ellos en la parte lateral externa y en la parte lateral interna tres heridas desgarrantes ovoides y que corresponderían a los orificios de salida”, para luego expresar el médico legista “que estas heridas han ocasionado la fractura conminuta de húmero, radio y cúbito izquierdo”, agregando que “en dicha cara del miembro se aprecian múltiples heridas milimétricas de tipo contuso hemorrágicas que *podrían* corresponder a las ocasionadas por el tatuaje, lo que indicaría que dicho impacto podría haberse efectuado a una distancia de aproximadamente 45 cm”.

Ya en la audiencia oral y ratificando su anterior declaración prestada a fs. 290/295 el Dr. Lembo reconoció que a poco más de un mes de acaecido el hecho, aconsejó, al entonces juez de la causa Dr. Mosca la realización de un examen anatomopatológico microscópico, para arrojar mayor certeza con respecto a la concentración de residuos de pólvora, reiterando nuevamente la posibilidad de que las múltiples heridas milimétricas contuso hemorrágicas, que en su criterio serían compatibles con un tatuaje, fueran consecuencia del estallido del húmero, cúbito y radio.

Y es aquí, en donde se produce la duda respecto de la verdadera etiología de dicha lesión, más aun cuando el Dr. Mariano Castex al declarar en esta audiencia, ofrecido por la fiscalía, no obstante dejar a salvo su experiencia personal, reconoce como lo hiciera el Dr. Lembo que en teoría, es mediante el estudio histopatológico, que se adquiere certeza sobre dicha cuestión, razón por la cual la demora de disponer la realización de esta diligencia tan trascendental para el esclarecimiento del hecho no puede nunca atribuirse a los acusados ni jugar en su perjuicio.

Con relación a Gustavo Alberto Ávila el Dr. Lembo en el protocolo de autopsia de fs. 35 vta./36, en uno de los orificios de entrada de un proyectil de arma de fuego advierte rodeando en una circunferencia de 15 a 20 cm un puntillado petequial milimétrico como el que se ve en un tatuaje para concluir que dicho impacto podría haber sido a una distancia aproximadamente a los 50 cm, sugiriendo también al magistrado actuante en ese entonces, y a poco más de un mes del hecho (ver fs. 290/291) la realización de un estudio histopatológico a fin de poder producir diagnóstico de mayor certeza, estudio que, como es sabido fue practicado recién cuando se hiciera cargo de la investigación este tribunal y a pedido del propio fiscal de Cámara cuyas conclusiones obrantes a fs. 1466 y que ratificara el Dr. Rubén Martín Laguens en esta vista de causa, no corroboran dicha etiología, concluyendo en lo atinente a la prueba médico-legal y habiendo desechado el profesional autopsiante la existencia de ahumamiento en las heridas que advirtiera, por las razones “ut-supra” apuntadas no puedo más que dudar en cuanto a la verdadera distancia en que se encontraba el disparador, duda que ha de resolverse en favor de los acusados; ello sin dejar de pensar que aun, de haber sido aquélla la distancia, o sea aproximadamente 50 cm, no serviría por sí sola ni —aun adunándosele alguna contradicción en el relato de los acusados— servir como base para fundamentar una condena.

Me queda por último referirme a las pericias balísticas practicadas durante este largo proceso judicial. No he de analizar detenidamente los elementos que han tenido en cuenta para su realización los peritos intervinientes, los cuales han sido largamente rebatidos y cuestionados toda vez que la explicación que de ellos dieran los idóneos en esta audiencia oral, en especial el comisario Alejandro Eduardo Gladkoff, me permiten afirmar que en su realización no han sido contempladas todas las variables posibles que por cierto son bien numerosas, máxime cuando, y a requerimiento del tribunal, el citado pro-

fesional vislumbró, ante una hipótesis de las tantas sugeridas respecto de la diferente angulación que podrían haber tenido ambos rodados al momento de producirse su colisión, la posibilidad de que todos los disparos que tenían las víctimas e inclusive los que se habían detectado en su automotor, hubieren ingresado de coche a coche y en movimiento sin dañar las partes externas de su carrocería. Ello así toda vez que no obstante la afirmación que el Sr. fiscal de Cámara efectuara en su alegato en cuanto al poco desnivel del suelo terroso para lo que echó mano a la fotografía de fs. 94, utilizando el mismo elemento como así también los dichos vertidos por el perito ingeniero Antonio José Navarro, surge la posibilidad de una angulación mayor que se habría producido luego de la colisión y cuando como consecuencia de la misma, el móvil policial se desplaza hacia la izquierda ya que es mi opinión que en tal desplazamiento debió necesariamente ascender al montículo de tierra y pasto que en el lado izquierdo de la citada foto se aprecia, lo que habría variado ostensiblemente la inclinación del coche policial.

Por lo demás no analizo la relación que los peritos balísticos produjeran entre los orificios que presentaran las víctimas y los detectados en el automóvil particular, no sólo por las correctas apreciaciones que en esta audiencia efectuara el capitán Roberto Jorge Locles en cuanto al halo de enjugamiento, sino además por las especialísimas circunstancias en las que tales orificios (los del automotor) se detectan.

En síntesis y como corolario de todo lo expuesto la actitud huidiza de los occisos al advertir la presencia policial, su tenencia de armas de fuego, los antecedentes penales que dos de ellos registraban por delitos contra la propiedad, el origen espúreo del automotor en que se desplazaban, el resultado del dosaje alcohólico de fs. 115, la buena impresión que durante la tramitación de la causa me provocaron los acusados, por un lado, la incertidumbre que me han producido las peritaciones médico-legales y balísticas, y las contradicciones en que incurrieron

los prevenidos durante el procedimiento escrito y en la diligencia de reconstrucción obrantes a fs. 1520/22 vta., 1523/24 vta., 1533/35 vta. y 1536/vta., por el otro, logran un equilibrio probatorio de una magnitud tal que no me permite descartar las eximentes alegadas, conmoviendo mi ánimo con una duda que me imposibilita recrear con algún grado de certeza lo acontecido el día 8 de enero de 1988 en la localidad de José C. Paz, duda que por imperio de lo preceptuado en el art. 431 del Código de forma y teniendo en cuenta el estado de inocencia de que goza todo ciudadano, incluso el funcionario judicial, me lleva a propiciar la libre absolución de los acusados, por no haber podido determinar quién o quiénes en aquel hecho fueron víctimas y quién o quiénes victimarios.

Por ser ello mi sincera, lógica y razonada convicción, voto a esta tercera cuestión por la AFIRMATIVA (arts. 284 inc. 3º, 286 y cc. del C.P.P. y 34 incs. 4º y 6º del C.P.).

A la misma tercera cuestión el Sr. juez Dr. Feito dijo:

Adhiero a los fundamentos y reflexiones que formula el Sr. juez de primer voto los que hago míos en obsequio a la brevedad y al consejo del padre Baltasar Gracián; ello no obstante, me permitiré sumar algunas ideas que, en coincidencia, darán suficiente razón a mi adherente voto.

Debo destacar como esqueleto central de mi conclusión, que no hubo testigos presenciales del prolongado episodio del que resultaron actores los acusados y los difuntos Ávila, Cabrera y los hermanos Quiróz; el único testigo que afirmó haber presenciado el suceso (Villa) quedó absolutamente descalificado por la constatación del tribunal y las partes sobre la imposibilidad del testigo de haber apreciado visualmente la parte culminante del hecho en las condiciones de lugar y tiempo y a más de ciento veinte metros de distancia.

Sólo tenemos los testimonios del citado testigo y las vecinas: hermanas Santana, Sra. Jackimzuk, Claudia N. Herrera y Gladys A. Javier, en cuanto a que escucharon numerosas detonaciones de armas de fuego y de distinta potencia o intensidad

sonora. El primero citado ya expresé que no es digno de crédito y las restantes, vienen a corroborar los dichos de los procesados en lo relativo al intercambio de disparos de armas de fuego.

Los dichos de los acusados puedo sintetizarlos en el concepto genérico de que comenzaron a actuar en cumplimiento de su deber, al advertir un coche sospechoso (se hallaban en prevención y a la búsqueda de asaltantes de soderos) al que persiguieron. Los Quiróz, Cabrera y Ávila (ocupantes del Taunus perseguido) sabedores de que se conducían en un automotor sustraído, desoyeron y resistieron la acción de la comisión policial, lo que explica la prolongada carrera de ambos automóviles y el uso de armas por ambas tripulaciones, la que termina cuando ambas máquinas colisionan en la calle Rodrigo de Triana casi esquina a la de José C. Paz (frente al domicilio de las Sras. Santana), lugar en el que acontece el desenlace del hecho.

Quedó claro que la acción de Ola y sus subordinados comenzó con los auspicios de la norma del artículo 34 inciso 4° del Código Penal; a mi juicio, los hechos posteriores, para los encausados se hallan amparados en la causal de justificación de la defensa justa del artículo 34 inciso 6° del ya citado digesto penal o, cuando menos y por aplicación de la norma liberal del artículo 431 del C.P.P., en la legítima defensa putativa que conjuga y adecua al error de hecho con la justa defensa, es decir la combinación de los preceptos contenidos en los incisos 1° y 6°, ambos del artículo 34 del Código Penal.

No debemos aislarnos en un gabinete o laboratorio, alejados del mundanal ruido para apreciar las conductas que juzgamos; debemos ubicarnos en el medio en que vivimos y, de ser posible, tratar de vivenciar la circunstancia vital por la que pasaron los acusados.

Venían persiguiendo a un grupo de personas que desoyó la intimación de los policías, en un lugar asolado por ladrones (recuerdo que varios testigos afirmaron que los asaltos en dicha zona son por demás frecuentes) y que en la ocasión que, durante el curso de la audiencia, el tribunal se constituyó en el

lugar del hecho para la constatación de visibilidad y polvareda, se apersonó a las autoridades un joven que demandaba auxilio policial por haber sido víctima de un atraco momentos antes. Esta situación de hecho, unida a la circunstancia probada de existir movimientos en el interior del "Taunus", bien pudo llevar a los procesados a la creencia "bona fidei" de que persistía la resistencia armada y, por tal motivo, a reiterar el uso de sus armas de reglamento con el resultado fatal investigado en la causa.

Acoto que de la prueba recogida en la causa no fue posible determinar si el total, o una parte, de los impactos de bala ostentados por las víctimas los recibieron durante la persecución o en el momento del apareamiento y choque de los vehículos o en el último acto del drama. Las pericias balísticas cuyo mérito científico y técnico me place destacar, admiten diversas posibilidades que, por el juego de la norma del art. 431 del C.P.P., debemos resolver en la dirección más favorable a los reos.

No se debe echar en saco roto el marco en que acontece el hecho; el bochorno estival, con el sol cayendo a plomo desde el cenit, la nube de polvo que envolvía el escenario y la agitación y turbación espiritual de quienes se hallaban viviendo una agitada y peligrosa experiencia personal, para algunos iniciática en cierto modo.

Todo ello, me lleva, por ser mi lógica razonada y sincera convicción, a adherir al voto del Sr. juez Dr. Hermelo y votar por la afirmativa (arts. 284 inc. 3º, 286 y cc. del C.P.P.).

A la misma tercera cuestión el Sr. juez Dr. García Maañón dijo; sobre la existencia de eximentes:

Me adhiero a los votos precedentes y en respuesta a la cuestión planteada, encontrándose acreditada en forma fehaciente en este juicio, la justificante de legítima defensa, deseo por mi parte, dejar insertas algunas reflexiones. Por ello, he de manifestar al respecto y como complemento a lo expuesto por mis distinguidos colegas de Sala que:

La única forma de juzgar la conducta de quien se defiende, es colocarse en la situación por la que él mismo ha atravesado, al ver razonablemente amenazada su vida o integridad física en el momento que, agredido y sin haber mediado provocación de su parte, sino únicamente el cumplimiento de un deber que le era exigible, debe efectuar la repulsa. Tal es lo que ha ocurrido —a no dudar— a cada uno de los aquí procesados que obraron por sí y sin concierto previo alguno.

Transitar por otro camino en la meritación de ese obrar, significa apartarse de la realidad. Cumplimentadas las tres exigencias contenidas en el inciso 6° del artículo 34 del C.Penal, la legítima defensa, resulta ser, una justificante de excepción al principio general de la responsabilidad.

En el caso en examen, la voz de alto de la autoridad representada por la comisión policial integrada por los cuatro aquí procesados, fue contestada por disparos por los sospechosos, lo cual constituyó, una agresión injusta, actual, e inminente hacia los policías que actuaban en cumplimiento de su deber. De ahí derivó la persecución, el choque o rozamiento entre los vehículos ocupados por unos y otros, un nuevo intercambio de disparos, la detención de los rodados y el saldo de tres muertos y un herido grave que, posteriormente también falleció.

Los perseguidores, en este caso policías, no se colocaron voluntariamente en situación de peligro por intereses ajenos a su misión, al dar la voz de alto e iniciar la persecución; sino que obraron en cumplimiento de un deber como lo contempla el art. 34 inc. 4° del C. Penal que constituye otra eximente de responsabilidad.

Luego, la repulsa defensiva se ejerció ante un peligro actual e inminente, existiendo racionalidad en el medio empleado, por cuanto en el evento se utilizaron las armas provistas por la repartición policial en la que los procesados prestaban servicios. Dichas armas, hubieron de ser usadas para vencer la violencia desplegada por los perseguidos, exhibida en la agresión y la resistencia a la autoridad emanada de dicha conducta.

Por otra parte, aun en el supuesto de que los ocupantes del Ford Taunus, a quienes la comisión policial dio la voz de alto, no hubieran sido los asaltantes de los repartidores de soda, a quienes dicha comisión salió a detener (según constancias causales) lo cierto es que circulaban en un vehículo robado (denuncia del ex dueño señor Tapia de fs. 15 del principal, lo que es sostenido por la acusación fiscal de primera instancia obrante a fs. 998/1013) y, al ser requeridos por la autoridad, respondieron con disparos de armas de fuego. Es decir —y aunque esto sea recalcar lo ya expuesto— que nada justificaba las vías de hecho empleadas mediante agresión armada por los ocupantes del Ford Taunus y, al ser ésta la vía utilizada por los sospechosos, ello justificó la repulsa por quienes cumplían un deber a la par que ejercían un derecho (la ley los amparaba en ese sentido).

Resulta indiscutible pues, que en el hecho en examen existió agresión actual por quienes luego resultaron víctimas, peligro inminente, real y no imaginario. Ambas partes en el enfrentamiento utilizaron armas de fuego, comenzando por hacer uso de ellas los ocupantes del Ford Taunus, ya que de lo contrario, no hubiera existido ni persecución ni tiroteo, si dichos individuos se hubieran entregado a la comisión policial desde un comienzo, evitando las previsibles consecuencias de una resistencia armada.

Cada tramo de conducta desplegado por los procesados, resultó en el caso, una legítima defensa continuada, aparejada al cumplimiento del deber, siempre presente e inexcusable; válido ello, hasta el último momento, cuando descendiendo del móvil policial los encausados, se dirigieron a la aprehensión de los mencionados sujetos.

Cabe pensar que la persistencia del ejercicio de la legitimidad defensiva iba impregnado de la lógica emotividad que la circunstancia demanda trasuntada en el miedo, que cualquier ser humano normal habría experimentado al jugar la vida ante un peligro desconocido, en el cumplimiento del mentado e irre-

nunciable deber, que es esencia de la carrera elegida, cualquiera sea la humildad del rango que se ostente.

Debe destacarse que la resistencia armada de quienes fueran posteriores víctimas, reflejada en el tiroteo mantenido con la comisión policial, fue reconocida por la propia acusación en el libelo de primera instancia (fs. 998/1013).

Corresponde señalar, asimismo, completando el análisis de los requisitos exigidos por la justificante que la "racionalidad del medio empleado a que se refiere el apartado b) del inciso 6° del art. 34 del C. Penal, no significa proporcionalidad entre las armas de ataque y las de defensa. Poco importa que las armas de los policías, hayan sido más efectivas que las de las víctimas. Ambas eran de fuego. Ambas podían ocasionar la muerte y esta circunstancia es la determinante del enjuiciamiento racional del medio empleado". Implica como hizo notar el ilustre tratadista Sebastián Soler (I, 409) "...no sólo que la agresión tiene que haber creado un estado de necesidad, sino además que la reacción de quien se defiende, debe ser el medio o la forma en que el peligro puede efectivamente evitarse, o ser la reacción que el sujeto podía racionalmente suponer que a tal efecto servía".

Ocioso resultaría seguir efectuando citas de doctrina o jurisprudencia sobre tema tan conocido. Baste con destacar, en cumplimiento de la prescripción de nuestra ley procesal, que los elementos obrantes en autos, aportados por la acusación, no han podido desnaturalizar la apreciación de los hechos en la forma relatada, lo cual fundamenta la lógica y razonada convicción, que conduce en este voto a la admisión de la aludida justificante.

En suma, la muerte de Sergio Daniel Quiróz, Claudio Rubén Quiróz, Ramón Ignacio Cabrera y Gustavo Alberto Ávila, fueron producidas por los cuatro aquí procesados, en ejercicio de la legítima defensa en el cumplimiento de un deber. Ninguna de las pretendidas pruebas de cargo, que la acusación fiscal ha intentado hacer valer en el juicio, han hallado entre sí la

concordancia, la coherencia y la confirmación necesaria en los hechos.

Las extensas y bien detalladas pericias balísticas agregadas a autos, merecen el mayor de los elogios —desde el punto de vista teórico—, pero dichas pericias no pueden producir certeza en el juzgador, atendiendo a que las mediciones efectuadas, sobre datos suministrados por una reconstrucción realizada después de dos años de producido el hecho, parten de una base incierta, ya que esos datos se han deformado por el transcurso del tiempo y por el propio estado emotivo de los protagonistas. Agreguemos a lo dicho, que toda información pericial en lo que a vehículo se refiere, se ha tomado sobre terreno llano, sin tenerse en cuenta que la altitud de huella en los caminos de tierra o badenes, podría haber inclinado los vehículos convergiendo en el centro de manera que en un apareamiento de los rodados —que lo hubo— en el choque de laterales, pudieron haber hecho blanco, casi todos los disparos provenientes del móvil policial, a un mismo tiempo y a corta distancia. Ni las autopsias ni las exhumaciones, han permitido descartar lo dicho.

En la apreciación judicial de los testimonios, sin entrar en detalles sobre la irregular instrucción efectuada al respecto, lo que originó retractaciones y denuncias, corresponde efectuar un total descarte y tomar como juicio de valor que nadie vio nada, que sólo se escuchó un tiroteo el día del hecho, disparos de distintos calibres, lo cual originó un comprensible temor en los vecinos, próximos a dicho lugar, que los obligó a refugiarse en sus viviendas, saliendo de las mismas a observar los resultados, después que todo pasó.

Por otra parte, la concurrencia de los miembros del tribunal, del señor fiscal de Cámara, del señor defensor, de la señora secretaria de esta Sala, de los peritos, policías, etc., permitió observar la gran “polvareda” que levantaban los dos vehículos utilizados en la experiencia, uno asumiendo el rol de móvil policial y el otro del Ford Taunus utilizado por los agresores. Di-

chos rodados circulando a velocidades que no excedieron de treinta, cuarenta o cincuenta kilómetros produjeron una verdadera nube que impidió totalmente la visión, no permitiendo distinguir objetos a cien metros de distancia, como algún testigo pretendió contradecir en su declaración.

En conclusión, en un enfrentamiento armado entre fuerzas del orden y malhechores, no pueden exigirse reglas de juego demasiado claras, ni actos de heroísmo. El cumplimiento del deber conlleva en ocasiones a una dureza de conducta impuesta por las circunstancias, recurriéndose así a la repulsa de la agresión con todas sus consecuencias y es allí precisamente, que ante resultados letales, corresponda hacer lugar a la justificante, recordando el pensamiento de nuestros viejos maestros que, con palabras más o palabras menos, nos adoctrinaban en el sentido de sostener que no es en la serenidad de los despachos de los magistrados, ajenos a todo riesgo, como debe apreciarse la procedencia o no de la excusante de legítima defensa. En efecto, la experiencia adquirida a través de muchos años de juzgar conductas me ha hecho encontrar razón en la enseñanza; el juzgador debe colocarse en la situación de aquel que hubo de optar entre la vida y la muerte ante la inminencia de un peligro, actual, real, cuando se han cumplido los tres requisitos que la ley exige como condición de su admisión. Debemos ser jueces de la realidad y aceptar que el miedo es también un factor que en situaciones límites mueve a actuar. Además de lo manifestado *supra* debo señalar, que en cumplimiento de lo preceptuado en la ley de forma (art. 277 del C.P.P.) en el acta que ha ido suscribiendo la Sra. secretaria del tribunal Dra. Solange Cambet durante esta extensa vista oral se han ido consignando paso a paso todas las circunstancias que a pedido del ministerio público o de la defensa y aun de los jueces se han considerado de importancia y declaradas procedentes por presidencia, revistiéndose a este juicio, como es habitual en este tribunal, de todas las garantías previstas en la ley.

...Por todo lo aquí expuesto, encuentro seria y bien funda-

mentada la tesis sostenida por el Sr. defensor de los cuatro procesados, Dr. Luis Alberto Grisolia, en cuanto a que la admisión en el caso en juzgamiento de la justificante contemplada en el inciso 6° del artículo 34 del Código Penal, exime de responsabilidad a los acusados Ola, Venticinque, Valdéz y Godoy por el cuádruple homicidio del que fueran autores en el cumplimiento del deber (art. 34 incs. 6° y 4° del C.P.) y, conforme a éste resultado, corresponde no pronunciarse sobre ninguna otra cuestión y decretarse la inmediata libertad de los procesados.

Tal es mi voto por ser ello mi sincera, lógica y razonada convicción, haciéndolo por la afirmativa (arts. 284 inc. 3°, 286 y cc. del C.P.P.).

A LAS CUESTIONES CUARTA Y QUINTA EL SR. JUEZ DR. HERMELO DIJO:

En atención al resultado obtenido al considerar la cuestión anterior, opino que resulta ocioso el tratamiento de las mismas, debiendo procederse a dictar el veredicto absolutorio pertinente.

Voto en el sentido expresado por ser ello mi sincera, lógica y razonada convicción (arts. 284 última parte y 286 del C.P.P.).

A las mismas cuestiones el Sr. juez Dr. Feito votó en el mismo sentido por ser ello su sincera, lógica y razonada convicción (arts. 284 última parte y 286 del C.P.P.).

A las mismas cuarta y quinta cuestión el Sr. juez Dr. García Maañón también votó en igual sentido por ser ello su sincera, lógica y razonada convicción (arts. 284 última parte y 286 del C.P.P.).

En razón de la unanimidad obtenida al tratar la tercera cuestión, el tribunal resuelve dictar VEREDICTO ABSOLUTORIO, dejándose constancia que los Sres. jueces Dres. Hermelo y Feito invocan lo preceptuado por el artículo 431 del C.P.P., en favor de JUAN ERNESTO OLA, hijo de José Luis y de Fermina Ortíz, nacido en Tucumán el 13 de enero de 1955, casado, instruido, sargento de la policía de esta provincia, domiciliado en la calle 17 de Agosto n° 1028 de Gran Bourg, Partido de Ge-

neral Sarmiento, provincia de Buenos Aires; JUAN CARLOS VENTICINQUE, argentino, nacido en la provincia de Santa Fe el 18 de noviembre de 1954, casado, cabo de la policía provincial, y domiciliado en Uspallata 2534 de Grand Bourg, partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires, hijo de Paulino y de Ramona Álvarez; HÉCTOR RUBÉN VALDÉZ, argentino, nacido el 12 de mayo de 1955 en Tucumán; hijo de José Delfino y de Olga del Carmen Vizgarra, cabo de la policía provincial, domiciliado en Arribeños entre Piñeyro y Mateo de José C. Paz, partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires; y FORTUNATO FAUSTINO GODOY, argentino, nacido el 15 de diciembre de 1959 en la provincia de Corrientes, hijo de Octavio y de Natividad Cantero, agente de policía provincial, domiciliado en Polonia n° 1615 de José C. Paz, partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires, por el delito de CUÁDRUPLE HOMICIDIO del que resultaron víctimas Claudio Rubén Quiróz, Sergio Javier Quiróz, Gustavo Alberto Ávila y Ramón Ignacio Cabrera, el 8 de enero de 1988 en la localidad de José C. Paz, Partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires, pasado el mediodía (arts. 70, 227, 284, 286 y 431 del C.P.P. y 34 incs. 4° y 6° del C.P.).

Con lo que se dio por terminado el veredicto, firmando los señores jueces por ante mí, de lo que doy fe.

SENTENCIA

San Martín, 19 de octubre de 1990.

AUTOS Y VISTOS:

Y CONSIDERANDO:

Que en el acuerdo que antecede se ha dictado veredicto absolutorio en favor de Juan Ernesto Ola, Juan Carlos Venticinque, Fortunato Faustino Godoy y Héctor Rubén Valdéz por el delito de cuádruple homicidio que fueran indagados.

POR ELLO el tribunal resuelve: ABSOLVER LIBREMENTE Y SIN COSTAS a JUAN ERNESTO OLA, argentino, nacido el 13 de enero de 1955 en Tafí Viejo, provincia de Tucumán, hijo de Jo-

sé Luis y de Fermina Ortíz, instruido, casado, sargento de la policía provincial y domiciliado en 17 de Agosto 1028 de Gran Bourg, partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires; a JUAN CARLOS VENTICINQUE, argentino, nacido el 18 de noviembre de 1954 en Guadalupe, provincia de Santa Fe, hijo de Paulino y de Ramona Álvarez, cabo de la policía provincial y domiciliado en Uspallata 2534 de Grand Bourg, partido de General Sarmiento; HÉCTOR RUBÉN VALDÉZ, argentino, casado, nacido el 12 de mayo de 1955 en Tucumán, hijo de José Delfino y de Olga del Carmen Vizgarra, instruido, cabo de la policía de esta provincia y domiciliado en Arribeños entre Piñeyro y Mateo de José C. Paz, partido de General Sarmiento; y FORTUNATO FAUSTINO GODOY, argentino, nacido el 15 de diciembre de 1959 en Loreto, provincia de Corrientes, hijo de Octavio y de Natividad Cantero, agente de la policía de esta provincia y domiciliado en Polonia 1615 de José C. Paz, partido de General Sarmiento, por el delito de CUÁDRUPLE HOMICIDIO del que resultaron víctimas, Claudio Rubén Quiróz, Sergio Javier Quiróz, Gustavo Alberto Ávila y Ramón Ignacio Cabrera, hecho ocurrido pasado el mediodía del 8 de enero de 1988 en la calle Rodrigo de Triana e/Colón y José C. Paz del barrio Abascal, José C. Paz, partido de General Sarmiento, provincia de Buenos Aires (arts. 70, 227, 269, 287, 431 y cc. del C.P.P. y 34 incisos 4º y 6º y 70 del C.P.).

REGÚLANSE LOS HONORARIOS profesionales del Dr. LUIS ALBERTO GRISOLÍA en la suma de CIENTO VEINTE JUS, a la que se adicionará el 10% que prevé el art. 12 inc. a) de la ley 8455 (arts. 1, 9, 15, 16, 28 inc. e, 31 y 51 de la ley 8904).

Atento la absolución dictada ordénase la inmediata libertad de los nombrados, bajo caución juratoria, la que se hará efectiva desde la seccional donde se encuentran alojados, siempre que no registren pedido de captura pendiente.

Notifíquese, regístrese y consentida que sea y oportunamente archívese.

APÉNDICE



I. APOYO DE LAS CIENCIAS EXACTAS

Realizar un peritaje balístico requiere del conocimiento y apoyo de las ciencias exactas, como las matemáticas, física, química, topografía, meteorología.

Por eso este título tiene la finalidad de recordar y recopilar las definiciones, teorías, el manejo de tablas, teoremas, cálculos, etc., necesarios para ser aplicados en las experiencias y los análisis de las pericias balísticas, para determinar los elementos necesarios que sirvan de apoyo a la justicia para establecer la realidad de los hechos investigados y colaborar en el esclarecimiento y la administración de justicia.

Nosotros mantenemos la teoría de que la balística puede llegar a ser una ciencia exacta, ya que se basa en dichas ciencias, lo fundamental es analizar los hechos y poder determinar cómo pasó, tolerando un margen de error que no modifique la esencia en sí de lo ocurrido.

Es verdad que existen algunos peritos que sostienen que las conclusiones a que se puede arribar en los estudios balísticos son ambiguas, lo mismo puede ser una cosa que la otra, ensanchan de tal forma las posibilidades, que hacen inútil el trabajo realizado. Indudablemente ésta es una forma de evadir respon-

sabilidades, en lo que no estamos de acuerdo; en tal sentido vamos a realizar el siguiente razonamiento:

Se llaman ciencias exactas aquellas cuyas conclusiones se basan en la MEDICIÓN; como la física, la astronomía, las matemáticas, etcétera.

Otras ciencias, en las que sus conclusiones se basan en la DESCRIPCIÓN y la CLASIFICACIÓN, no son exactas, como la zoología, botánica, geografía, etcétera.

La balística se basa en las mediciones, por eso la tenemos que agrupar dentro de las ciencias exactas.

Recordemos qué es medir y qué es una medida; hay distintos tipos de mediciones: el peso, la longitud, el tiempo, la superficie, el volumen, etcétera.

Todo aquello que se pueda medir se llama MAGNITUD, mientras que todo aquello que no pueda ser medido no se puede llamar de ese modo, como por ejemplo: la alegría, la verdad, el odio, etcétera.

Analizando muy fugazmente el encuadramiento del estudio balístico, vamos a desarrollar algunos temas que dentro de cada disciplina resulta necesario tener en cuenta y que sirven de apoyo al estudio, análisis y conclusiones de las pericias balísticas.

II. FÍSICA

La física se ocupa de los fenómenos físicos, que son aquellos que no modifican la estructura íntima de la materia.

Principios básicos: 1) El universo en que nos movemos, está constituido por CUERPOS; éstos pueden ser: sólidos, líquidos o gaseosos. 2) Todos los cuerpos ocupan un lugar en el espacio. 3) Los cuerpos están formados por materia. 4) Lo que no se puede medir es inmaterial, como las ideas, la belleza, la verdad, etc. 5) La física no trabaja con números abstractos, sino que cada medición lleva el nombre de la unidad que se empleó, es decir que cada cantidad queda expresada con una clase de monomio, con una parte numérica y la otra literal. 6) Las tres magnitudes básicas de la física son: la unidad de tiempo: es el segundo, que es una 86.400 avas partes de un día solar medio; la unidad de fuerza: es el kilogramo-fuerza, que es el peso del kilogramo patrón, pesa depositada en los archivos de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en Francia, y la unidad de longitud: durante veinte siglos, por lo menos, hubo una anarquía respecto de la unidad de longitud, cada pueblo tenía la suya. La Revolución Francesa, iniciada en 1789, resolvió unificar razonablemente las unidades de longitud, y la Asamblea Nacio-

nal, por medio de una comisión, se imaginó esta unidad dividiendo un meridiano terrestre en 40 millones de partes iguales, llamándosele *metro de longitud* a cada trozo resultante, con ese segmento se construyó una barra metálica, se lo llamó metro patrón, y también se conserva en los archivos de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, en Francia.

1. VERNIER

Este instrumento rectilíneo es muy útil para medir calibres de proyectiles, así como también los orificios que se encuentran en los cuerpos de las víctimas. Es uno de los elementos esenciales con que debe contar un perito balístico.

Descripción: El matemático portugués Pedro Nuñez, nacido en 1542 y conocido en aquel entonces como Nonius, inventó un ingenioso dispositivo que permite aumentar la precisión de las medidas de longitud y angulares (el vernier circular). Pedro Vernier nació un siglo después, y sin saber que ya había sido inventado, lo inventó de nuevo, por esa razón el dispositivo se llama VERNIER o NONIUS.

El sistema consiste en una regla grande y una reglilla pequeña, que se puede deslizar sobre la anterior. A 9 divisiones de la regla corresponden 10 divisiones del nonius, de modo que una división de ésta es un décimo menor que una división de la regla. Se puede ver en el gráfico.

En la figura se muestra una medición con vernier; el pro-

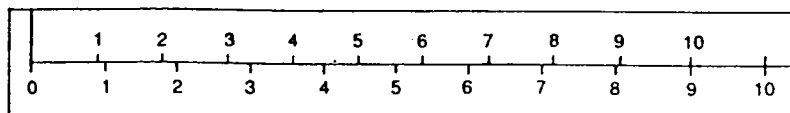


Fig. 63

yectil mide una unidad y fracción, el nonius sirve justamente para medir esa fracción, en este caso es igual a 1 cm 2 mm.

Actualmente hay Verniers que miden la fracción del milímetro, por lo tanto la precisión con que se puede obtener una longitud es de una décima de milímetro. La fórmula a aplicar es

$$A = \frac{r}{v},$$

donde r es la longitud de la menor división de la regla y v es el número de divisiones del vernier.

En el gráfico siguiente mostramos el vernier circular, que sirve para medir toda clase de ángulos, con precisión de tres minutos, muy útil y necesario para medir los ángulos de tiro, el opuesto del ángulo de incidencia, etcétera.

$$A = \frac{1}{20} = 3'$$

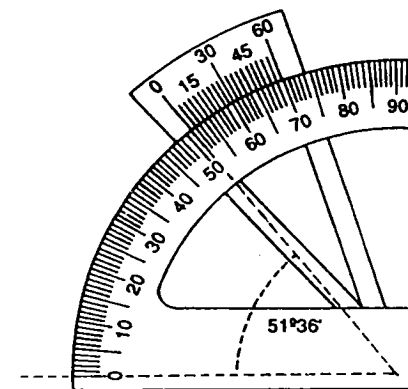


Fig. 64

Para levantar una mesa, empujar un auto, arrastrar un esfuerzo muscular, debemos *aplicar una fuerza*.

Cuando tenemos un cuerpo en la mano, sentimos que empuja hacia el suelo, y mayor será la sensación cuando más pesado sea el cuerpo, en cuanto lo soltamos se cae. Esa fuerza que hace caer el cuerpo hacia abajo, o sea hacia la tierra, se llama "fuerza de gravedad", y la podemos definir como la propiedad que tiene nuestro planeta de atraer a los cuerpos. El peso de un cuerpo es la fuerza con que la tierra lo atrae. Cabe hacer la salvedad de que la gravedad no es un privilegio sólo de la tierra, ya que todos los planetas y satélites la tienen. Si no existiera la gravedad sucederían cosas muy extrañas, como que los cuerpos flotarían; no llovería nunca; si saltáramos seguiríamos indefinidamente hacia arriba, etcétera.

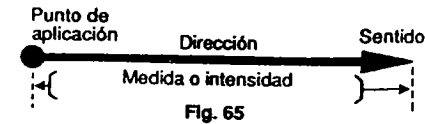
La unidad para medir la fuerza es el "kilogramo-fuerza" cuyo símbolo es $\vec{K}g$, y se puede definir como el peso de un litro de agua, aunque ya dijimos que es el peso de una pesa que está guardada en Francia.

Para determinar una fuerza hay que indicar sus cuatro características: 1) punto de aplicación; 2) dirección; 3) sentido; 4) medida o intensidad.

Las magnitudes que, como la fuerza, exigen que de cada cantidad se señalen esas cuatro características, se llaman MAGNITUDES VECTORIALES.

Las magnitudes cuya cantidad queda perfectamente determinada al indicar la medida y la unidad, como las longitudes, las superficies, los volúmenes, las capacidades, se llaman MAGNITUDES ESCALARES.

Una fuerza se representa con una flecha. El origen de la flecha señala el punto de aplicación, la recta a que pertenece determina la dirección, la punta de la flecha, señala el sentido, y eligiendo una escala, la longitud representa la medida. En física estas flechas se llaman VECTORES.



2. PESO ESPECÍFICO

El peso específico de un cuerpo es el cociente entre su peso y su volumen

$$Pe = \frac{P}{V}$$

No todos los cuerpos tienen el mismo peso específico, el de una munición de hierro es distinto al de una posta de goma.

Conociendo la fórmula del peso específico, donde hay dos variables que son el peso y el volumen, y haciendo pasajes de términos, se puede obtener el valor de cualquier variable, teniendo las otras dos. De esta forma se puede obtener el volumen o el peso específico de un proyectil, y luego deducir su calibre, aunque el mismo esté totalmente deformado, siempre que no haya perdido parte de su cuerpo. Es decir, se puede reconstruir la bala conociendo los datos necesarios.

¿Cómo se determina el volumen de un proyectil totalmente deformado?, ya sea por achatamiento o por aplastamiento.

Tomo un recipiente (probeta) con agua hasta la mitad, sabiendo cuántos centímetros cúbicos son, introduzco el proyectil dentro del agua y la misma se desplaza hacia arriba. Mido los centímetros cúbicos que tengo ahora, le resto los que tenía antes de introducir la bala, y la diferencia es el volumen. El peso se saca pesando la bala con una balancita de precisión. El peso específico se obtiene sabiendo de qué material estaba hecho

(analizar en laboratorio la bala encontrada). Recordemos que con dos de estas variables se puede obtener la reconstrucción del proyectil.

3. PRESIÓN

Este tema tiene que ver con la relación entre la penetración del proyectil y la forma de la ojiva.

¿Por qué los clavos se clavan de punta y no de cabeza?

¿Por qué corta un cuchillo con el filo y no con el revés?

¿Por qué se usan esquíes para andar por la nieve?

¿Por qué el efecto que produce una misma fuerza tiene que ver con la superficie sobre la cual se aplica?

Definición: Se llama presión ejercida por una fuerza sobre una superficie al cociente entre la fuerza y la superficie

$$P = \frac{F}{S}$$

Es decir que cuanto mayor es la fuerza, mayor es la presión, y cuanto menor es la superficie, también mayor es la presión, por lo que podemos afirmar que la presión es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la superficie.

La unidad de presión puede ser:

$$\frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}; \quad \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}; \quad \frac{\text{g}}{\text{mm}^2}$$

Efecto de la presión: Este tema es utilizado para explicar el efecto que produce en la vaina y el culote del proyectil la deflagración de la pólvora impulsora.

Fuerzas iguales pueden producir presiones diferentes, cuando las superficies donde se ejercen las fuerzas son diferentes.

Fuerzas diferentes pueden producir presiones iguales, cuando la superficie guarda una relación de diferencia con respecto a la fuerza. Ejemplo:

$$P_1 = \frac{30 \text{ Kg}}{6 \text{ cm}^2} ; P_2 = \frac{20 \text{ Kg}}{4 \text{ cm}^2} ; \text{ en los dos la presión es } 5 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

4. GASES

En la antigüedad se creía que los gases no pesaban, concepto éste que se mantuvo hasta que Galileo, en el siglo XVII, demostró que los gases pesan.

Pesando un recipiente con aire y luego sin aire, se llegó a comprobar que un litro de aire pesa 1,3 gramos.

Por lo tanto, su peso específico es de 1,3 g/dm³, o sea 0,0013 g/cm³.

Presión atmosférica: En balística se utiliza para calcular el frenado del proyectil después de ser disparado, y para el estudio de la visibilidad, entre otras cosas.

La atmósfera es la capa de aire que rodea a la Tierra, y su espesor se calcula en unos 500 Km. Esta capa, por lo tanto, ejerce presión sobre las cosas y personas que están en la Tierra, motivada por su peso. Esta presión se llama presión atmosférica.

Esta presión atmosférica se ejerce en todas direcciones con igual intensidad.

El valor de la presión se tomó mediante un tubo de vidrio con mercurio, y se comprobó que cuando el mercurio llega a los 76 cm de altura del tubo, se equilibran, por lo tanto se calcula la presión con la siguiente fórmula y datos:

$$P = 76 \text{ cm} \cdot 13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1033 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}.$$

Se aplicó la fórmula de $P = h \cdot \rho$ (altura por peso específico del mercurio).

A esta presión, se la llamó 1 atmósfera y se usa como unidad para medir presiones: 1 atmósfera equivale a $1 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$.

Variaciones de la presión atmosférica: En un mismo lugar, varía de un día para otro y aun dentro de un mismo día. También varía con la altura del lugar, a mayor altura la presión es menor, es decir que es inversamente proporcional a la altura.

Un dato de interés, es que si la superficie promedio de un cuerpo humano es de 15.000 cm^2 , la fuerza total con que la comprime la presión atmosférica es de unas 15 toneladas.

Dijimos que el viento es un factor que se tiene que tener en cuenta en la trayectoria externa, porque puede influir en el alcance o en las desviaciones, más cuando las trayectorias que se estudian son largas o producidas por armas largas, armas militares pesadas, o cuando se quiere conocer la balística de los misiles.

¿Qué es el viento? Simplemente, es el aire en movimiento.

Para que se produzca este fenómeno, tienen que existir distintos valores de presión, entre una zona y otra; de esta forma la masa de aire, se desplaza desde la zona de mayor presión, hasta la zona de menor valor, y la velocidad depende de la diferencia de valores; cuando la diferencia es mayor, mayor será la velocidad del desplazamiento de esa masa de aire, y se produce lo que se conoce como *vientos fuertes*.

5. FLUIDOS

Dentro de los fluidos se encuentran los líquidos y los gases, tienen muchos principios iguales, por eso, para estudiar los gases, no podemos separarlos de los líquidos, ése es el motivo de

que los mencionemos en este estudio, ya que para la balística no tienen demasiada importancia.

El principio de Pascal: Si inflamamos un globo de goma, su volumen aumenta en todas direcciones.

Si utilizamos el experimento que Pascal realizó sobre los líquidos, en un recipiente especial con 6 tubitos de descompresión, de acuerdo con el gráfico notamos que al realizar una presión sobre el émbolo en todos los tubitos el líquido alcanza la misma altura.

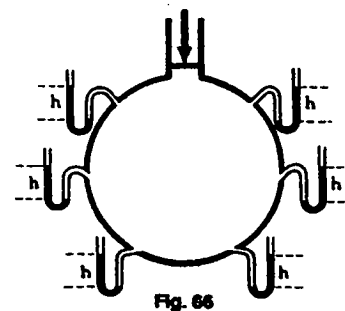


Fig. 66

Como los gases también obedecen al principio de Pascal, podemos decir que *toda presión ejercida sobre un fluido, se transmite íntegramente y en todas direcciones.*

Principio de Arquímedes: Al igual que el anterior, se demostró para los líquidos y es aplicable a los gases; el mismo expresa: *Todo cuerpo sumergido en un fluido, recibe un empuje de abajo hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado.*

Diferencia entre los líquidos y los gases: Una de las más importantes, es que un gas es fácilmente COMPRESIBLE, mientras que un líquido, es prácticamente IMCOMPRESIBLE.

Esto se puede demostrar con una botella. Si la llenamos de agua y la queremos tapar, el corcho es rechazado o se derrama el agua sobrante, mientras que si está llena de gas, el corcho lo comprime.

Compresión y expansión de los gases: Vamos a estudiar los principios básicos del comportamiento de los gases, para que cuando tratemos los cambios de estado, que es un tema balístico, en la trayectoria interna, podamos entender cómo se produce el fenómeno.

Cuando el volumen de un gas disminuye, aumenta su presión o viceversa, por lo tanto el problema es: conocido el volumen y la presión de una cantidad de gas, saber qué volumen ocupará a otra presión, o qué presión soporta, cuando ocupa un determinado volumen.

En este tema, fueron un sacerdote francés, nacido en 1620 y fallecido a los 64 años, llamado Edmundo Mariotte, y un irlandés, nacido en 1626 y fallecido a los 65 años, que se llamó Roberto Boyle, que enunciaron una ley, que lógicamente se llamó de Boyle-Mariotte y que dice: *Los volúmenes que ocupa una misma masa de gas, a temperatura constante, son inversamente proporcionales a sus presiones.*

Hay que resaltar que el enunciado de la ley se refiere a la temperatura como una constante.

Cuando profundicemos este tema veremos qué se produce dentro de la vaina de un proyectil cuando se enciende la carga impulsora, y el sólido (la pólvora) se transforma en gas, variando por supuesto la temperatura.

Representación gráfica de la ley de Boyle-Mariotte: Se marcan las presiones en las abscisas, y los volúmenes en las ordenadas.

Los puntos obtenidos en nuestra experiencia, se encuentran todos sobre una curva llamada "hipérbola equilátera", que muestra gráficamente el comportamiento de una masa de gas.

Con esta representación gráfica se pueden resolver rápidamente problemas (ver fig. 67).

El peso específico de los gases: Recordemos que el peso específico es igual al peso sobre el volumen.

Como el volumen variará de acuerdo con la presión, también variará el peso específico de acuerdo con esa presión.

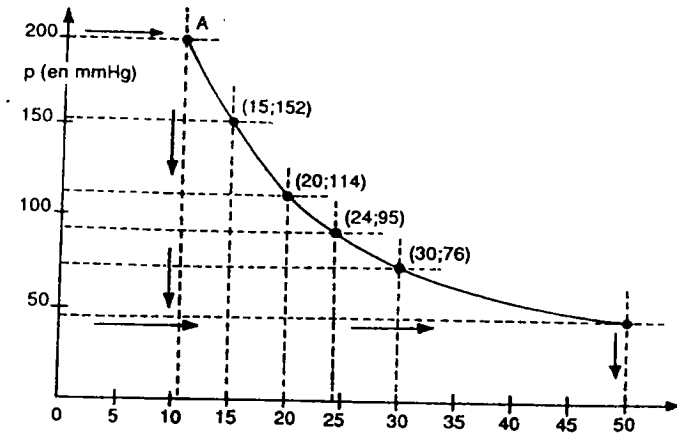


Fig. 67

Supongamos que encerramos un peso P de gas, y que a la presión p , ocupa un volumen v ; si manteniendo constante la temperatura, hacemos variar la presión, hasta que alcance el valor p' , en un volumen v' ; en el primer caso, el peso específico del gas es:

$$\rho = \frac{P}{v}$$

En el segundo es:

$$\rho' = \frac{P}{v'}$$

De acuerdo con la ley de Boyle-Mariotte:

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{p}{p'}$$

Enunciado: a una misma temperatura, el peso específico de un gas, es directamente proporcional a su presión.

6. CINEMÁTICA

Movimiento de los cuerpos: Un cuerpo está en movimiento con respecto a un sistema de coordenadas elegido como fijo, cuando sus coordenadas varían a medida que transcurre el tiempo.

Trayectoria de una bala: Es el camino seguido por ella en su movimiento.

Si imaginamos un móvil cualquiera, a medida que transcurre el tiempo va ocupando distintos puntos en el espacio.

Por eso decimos que la trayectoria de un móvil, es la figura formada por los distintos puntos que va ocupando, a medida que transcurre el tiempo.

Si la trayectoria es una recta, el movimiento es rectilíneo.

Si es una curva, curvilíneo. En este último caso, el movimiento toma el nombre de la curva que describe: si es una circunferencia, movimiento circular; si es una parábola, parabólico, etcétera.

Movimiento de traslación: Un cuerpo tiene un movimiento de traslación cuando un segmento de él se mantiene paralelo a sí mismo durante todo el movimiento.

Movimiento de rotación: Un cuerpo tiene un movimiento de rotación, cuando:

- a) sus puntos describen circunferencias;
- b) las circunferencias tienen sus centros sobre una misma recta;
- c) esta recta, llamada eje de rotación, es perpendicular a los planos de las circunferencias.

Si se trata de una figura plana, que gira en su propio plano, las circunferencias son concéntricas.

Movimiento rectilíneo uniforme: Un movimiento es uniforme cuando el móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales.

Velocidad: Se llama velocidad al cociente entre la distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrerla.

$$v = \frac{d}{t}$$

Unidad de velocidad: Según la unidad utilizada en la distancia y en el tiempo, puede ser: Km/h; Km/s; m/s; etcétera.

La mayor velocidad, es la de la luz, es de 300.000 Km/s.

Significado físico de la velocidad: Cuando decimos que un automóvil corre a 60 Km/h, queremos decir que se mueve de manera tal que cada hora recorre una distancia de 60 Km.

De modo que la velocidad representa la distancia recorrida en cada unidad de tiempo (en este caso, una hora).

Cuando se dice kilómetro por hora, se quiere significar kilómetros por cada hora y no la operación de multiplicar.

Características del movimiento rectilíneo uniforme:

a) La distancia recorrida, es directamente proporcional al tiempo empleado en recorrerla.

b) En el movimiento rectilíneo uniforme, la velocidad es constante.

La velocidad es una magnitud vectorial; ya analizamos qué significa "vectorial"; recordemos que se deben indicar sus cuatro características: punto de aplicación; dirección; sentido, y medida o intensidad.

Por ejemplo: si consideramos la velocidad de un tren, debemos determinar: a) punto de aplicación; es el lugar de donde parte, es decir, estación de salida; b) dirección; a dónde va, por ejemplo a Mendoza; c) sentido; lo marca el tendido de la vía, en el caso que tomamos como ejemplo, es al Oeste, para mayor

claridad acotemos que si un tren sale de Buenos Aires hacia Mendoza, y otro sale de Mendoza hacia Buenos Aires, los dos tienen la misma dirección, pero distinto sentido; d) medida o intensidad; es decir, que va, por ejemplo, a 70 Km/h.

Movimiento rectilíneo uniforme variado: En la práctica es muy difícil que un móvil o un objeto, como ser un proyectil, tenga un movimiento uniforme; en un móvil, puede ir creciendo, o disminuyendo cuando llega a destino; una bala una vez que fue disparada, se va frenando. Por eso podemos decir, que movimiento variado es aquel cuya velocidad no es constante.

Velocidad media: Es la velocidad que debería tener el móvil, para recorrer la misma distancia, en el mismo tiempo, pero con movimiento uniforme.

Movimiento uniforme variado: Es aquel cuya velocidad experimenta variaciones iguales, en lapsos iguales, es decir que los aumentos de velocidades están en proporción con el tiempo.

La forma de expresar la variación de velocidad es $= \Delta v$

Aceleración: Se llama aceleración al cociente entre una variación de velocidad y el tiempo t , en que se produce.

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

de la deducción de la fórmula, resulta

$$\Delta v = a \cdot t; \quad t = \frac{\Delta v}{a}$$

Unidades para medir aceleración: La unidad de la aceleración es el:

$$\frac{\text{Km/h}}{\text{s}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{m/s}}{\text{s}}$$

en este caso sería: m/s^2 .

Significado físico de la aceleración: En general, podemos decir que la aceleración representa la variación de velocidad en cada unidad de tiempo. Es la rapidez con que cambia la velocidad.

Cuando la aceleración es negativa, el movimiento se llama, UNIFORMEMENTE RETARDADO, es el caso de los proyectiles (de armas de fuego), las que después de disparados y en el transcurso de la trayectoria externa, disminuyen su velocidad a medida que se alejan de la boca del arma; la aceleración es "retardada", y mientras no choquen con un obstáculo (blanco, cuerpo, etc.), es uniforme.

Las referencias de este fenómenos son para armas cortas, es decir, trayectorias de poca longitud, ya que si nos referimos a trayectorias muy largas, como podría ser la que describe la bala de un cañón, juegan otros factores que habría que tener en cuenta, como ser la gravedad.

Cuando la aceleración es positiva, el movimiento se llama, UNIFORMEMENTE ACELERADO.

Representación gráfica de la velocidad: El ejemplo que se tomará es de aceleración positiva; se pueden aplicar los mismos principios para determinar una aceleración negativa, que serían los casos de los proyectiles; la forma de obtener la velocidad en función del tiempo, a todo lo largo de la trayectoria, la vemos en el gráfico.

Representamos gráficamente la velocidad de un móvil, con MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO, con aceleración $a = 10 \text{ m/s}^2$.

El móvil parte del reposo ($v_0=0$), por lo tanto: $\Delta v = v - v_0 = v$; de modo que, $\Delta v = a \cdot t$, como para, $t = 0$, es $v = 0$, el origen de las coordenadas es un punto de la representación gráfica.

Podríamos calcular otros, pero con lo que sabemos, que cuando una magnitud es directamente proporcional a otra, su representación gráfica es una recta, no resulta necesario.

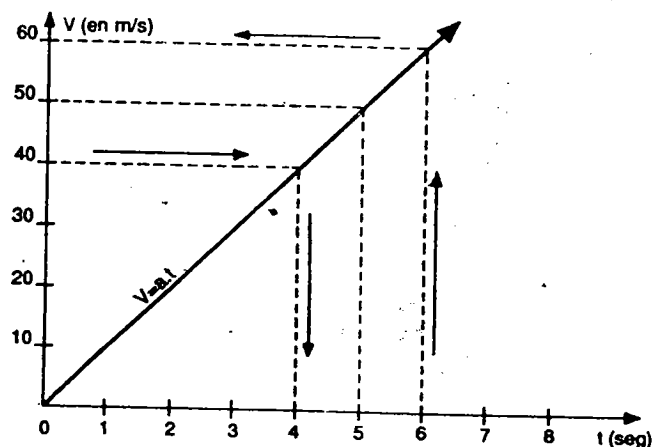


Fig. 68

Como ya dijimos, la representación gráfica es una recta; teniendo uno de sus puntos (origen), buscamos otro, y damos a t , un valor cualquiera, por ejemplo: $t = 5$ s.

$$v = a \cdot t = 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} = 50 \text{ m/s}.$$

El punto que tiene como abscisa $t = 5$ s, y como ordenada 50 m/s, es el otro punto buscado, al tener dos puntos, podemos trazar la recta buscada.

Con la representación gráfica se puede resolver rápidamente cualquiera de los siguientes problemas:

1) Buscar la velocidad al cabo de 6 s. El dibujo indica que es: $v = 60$ m/s.

2) ¿Qué tiempo se tarda en alcanzar una velocidad de 40 m/s?

El dibujo muestra que el resultado es igual a 4 s.

Influencia de la aceleración: En un mismo sistema, repre-

sentemos nuevamente la recta anterior y la velocidad de otro móvil, cuya aceleración es de 5 m/s^2 .

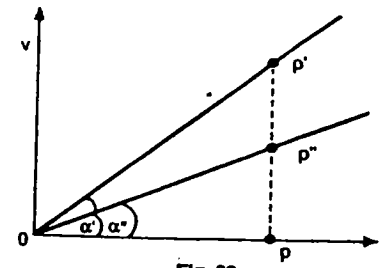


Fig. 69

Inmediatamente se advierte que, a menor aceleración, corresponde una recta con menor inclinación, sobre el eje de las abscisas.

En efecto:

Para $a' = 10 \text{ m/s}^2$

$$\frac{PP'}{OP} = \frac{\text{aumento de } v}{\text{tiempo}} = \frac{\Delta v}{t} = a'$$

$$\frac{PP'}{OP} = \text{tg } \alpha', \text{ luego, } \text{tg } \alpha' = a'$$

Para $a'' = 5 \text{ m/s}^2$

$$\frac{PP''}{OP} = \frac{\text{aumento de } v}{\text{tiempo}} = \frac{\Delta v}{t} = a''$$

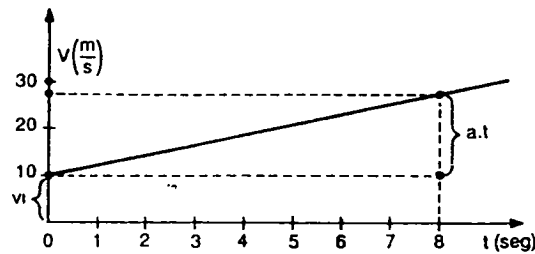
$$\frac{PP''}{OP} = \text{tg } \alpha'', \text{ luego, } \text{tg } \alpha'' = a''$$

En la gráfica de la velocidad, la aceleración está representada por la tangente del ángulo formado por la recta, con el eje del tiempo.

Para mejor comprensión, vamos a dar un ejemplo: un auto marcha a 10 m/s, cuando entra en una pendiente. Al cabo de 8 s, su velocidad es de 26 m/s.

Cómo se representa la velocidad gráficamente.

Sabemos que será una recta; necesitamos dos puntos. Pero ya los tenemos, pues en el instante que entra en la pendiente ($t=0$), su velocidad es de 10 m/s; y en el instante $t = 8$ s, es $v = 26$ m/s.



Uniéndolos, se tiene la recta.

Observemos que no pasa por el origen, sino que corta al eje de la velocidad, en el punto que corresponde a la velocidad inicial.

De la gráfica se puede obtener el valor de la aceleración.

Compruébese que, $a = 2 \text{ m/s}^2$.

El próximo ejemplo tiene relación más directa con el estudio de la balística, aunque el ejemplo se da con el movimiento de un tren. La aceleración es negativa.

Representar gráficamente la velocidad de un tren, que se mueve con M.U.V. (movimiento uniformemente variado). En determinado instante, se mueve con una velocidad de 20 Km/h y 12 s, y después a 2 Km/h (ver fig. 71).

Observamos que la recta forma con el eje de los tiempos un ángulo obtuso.

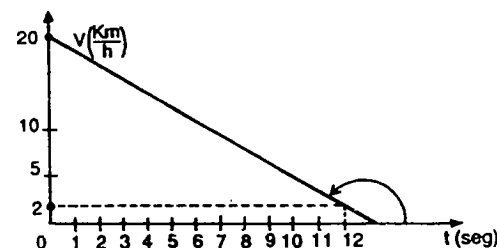


Fig. 71

Como la tangente de ese ángulo, que representa la aceleración, es negativo, la aceleración será negativa. En efecto, es un movimiento uniformemente retardado. Compruébese que,

$$a = -1,5 \frac{\text{Km/h}}{\text{s}}$$

Algunos conceptos que podemos rescatar para completar este tema, podrían ser:

Velocidad media: La velocidad media entre dos instantes dados, está representada por la tangente trigonométrica del ángulo formado por el eje de abscisas, y la recta determinada por los puntos de la parábola correspondientes a esos dos instantes.

Velocidad instantánea: Está representada en la gráfica por la tangente trigonométrica del ángulo que forma el eje de los tiempos con la recta tangente a la parábola, en el punto considerado (ver fig. 72).

Aunque estos dos últimos tópicos sería necesario ampliarlos, el objetivo de este trabajo es dar una idea general de las experiencias, premisas y estudios que aporta, como en este caso, la física, para el desarrollo de la balística.

Características de un movimiento uniformemente variado:

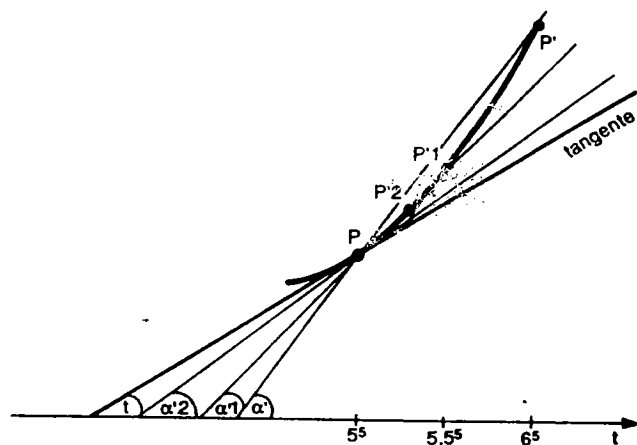


Fig. 72

- a) La variación de velocidad v , es directamente proporcional al tiempo en que se efectúa.
- b) La aceleración es constante (es otra forma de decir lo anterior).
- c) La distancia recorrida depende del cuadrado del tiempo.

$$\frac{d}{t^2} = \frac{d_1}{t_1^2} = \frac{d_2}{t_2^2} = \frac{d_3}{t_3^2} = \dots = \text{constante.}$$

7. CAÍDA DE LOS CUERPOS

Desde que se comenzó a aplicar la física, se enunciaron propiedades que con las experiencias se fueron desvirtuando.

Lo que fue indiscutible, es que los cuerpos caen porque la Tierra los atrae. Pero los griegos creían que las fuerzas de atracción eran diferentes y que tenían que ver con el peso del cuerpo.

Dos siglos después Galileo comenzó a dar respuestas ciertas al respecto, y para sus experimentos utilizó la Torre de Pisa, ya que comenzó a trabajar en la Universidad de Pisa.

¿En qué consiste el experimento que hechó por tierra las teorías de Aristóteles?

Tiró desde lo alto de la Torre, dos esferas que tenían el mismo diámetro y la misma forma, la diferencia estaba sólo en el peso, ya que una pesaba una libra, y la otra, diez libras. Se comprobó que las dos esferas tocaban el suelo al mismo tiempo. Pero ¿por qué una pluma de ave cae más lentamente que una piedra? El motivo no es el peso, sino la resistencia que el aire ejerce sobre el cuerpo; es decir que una piedra plana, aunque pese igual que una piedra en punta, tardará más tiempo en llegar al suelo, por la resistencia que sobre la cara plana ejerce al aire.

Cuando en 1650 se inventó la bomba de vacío, se pudo demostrar que Galileo tenía razón, ya que si hacemos el vacío en un recipiente comprobamos:

1) Todos los cuerpos, dejados caer desde una misma altura, caen con la misma velocidad en el vacío.

2) La caída en el vacío es un movimiento uniformemente variado.

El primer recipiente donde se pudo hacer el vacío, se lo llamó "tubo de Newton".

La presencia del aire modifica algo el movimiento, sobre todo si la velocidad es grande.

Galileo mismo estableció, que si se deja caer un cuerpo desde una gran altura, el movimiento es al comienzo uniformemente variado, pero poco a poco, la aceleración va disminuyendo, por la resistencia del aire, hasta que llega un momento en que se anula, y por consiguiente el movimiento se hace uniforme.

8. ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD

La principal característica de la caída de los cuerpos, es que para todos, la aceleración de su movimiento es la misma. El hecho significa que, lanzados desde una misma altura, alcanzan velocidades iguales.

Por lo tanto, se puede decir sobre la caída libre: en el vacío, todos los cuerpos caen con la misma aceleración.

Esta aceleración, provocada por la gravedad, se llama "aceleración de la gravedad".

Su valor es de aproximadamente 980 cm/s^2 . Es decir que un cuerpo que cae, va aumentando su velocidad en 980 cm por segundo, en cada segundo.

Ese valor no es el mismo en todos los lugares de la Tierra; ello depende de la latitud y de la altura sobre el nivel del mar.

En los polos alcanza su mayor valor, y en el Ecuador el menor:

En los polos, $g = 983 \text{ cm/s}^2$

En el Ecuador, $g = 978 \text{ cm/s}^2$.

A 45° de latitud y a nivel del mar, se llama aceleración normal, y vale: $g = 980,7 \text{ cm/s}^2$.

Estas variaciones del valor de la gravedad, tienen como curiosa consecuencia, que un mismo cuerpo cambie de peso al pasar de un lugar a otro de la Tierra.

Fórmulas de la caída de los cuerpos: Como se trata de un movimiento uniformemente variado, le son aplicables las fórmulas de éste:

Distancia recorrida:

1) Si se deja caer un cuerpo, al cabo de t segundos, la distancia recorrida será:

$$d = 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

2) si se arroja un cuerpo hacia abajo, es decir, si se le da una velocidad inicial v_0 , la distancia recorrida en t segundos, será:

$$d = v_0 \cdot t + 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

3) Si se arroja un cuerpo verticalmente hacia arriba, con velocidad inicial v_0 , el movimiento es retardado, y:

$$d = v_0 \cdot t - 1/2 \cdot g \cdot t^2$$

Velocidad: En el lapso t , la variación Δv de velocidad es:

$$\Delta v = g \cdot t$$

1) Si se lo deja caer ($v_0 = 0$), la velocidad al cabo de t segundos, será:

$$v = g \cdot t$$

2) Si se lo arroja verticalmente hacia abajo, con velocidad inicial v_0 ,

$$v = v_0 + g \cdot t$$

3) Si se lanza hacia arriba, con velocidad inicial v_0 ,

$$v = v_0 - g \cdot t$$

Ejemplo: se dispara una bala verticalmente hacia arriba, con una velocidad inicial $v_0 = 500$ m/s. Calcular cuánto tiempo dura la subida.

Durará hasta que la velocidad ascendente se anule:

$$v = 0$$

$$v = v_0 - g \cdot t$$

$$v_0 - g \cdot t = 0, \text{ por lo tanto : } t = \frac{v_0}{g}$$

$$t = \frac{500 \text{ m/s}}{9,8 \text{ m/s}^2} \cong 51 \text{ s}$$

9. MOVIMIENTO COMPUESTO

Este tema se aplica en el estudio balístico, en los casos en que haya que determinar la trayectoria de una bomba lanzada desde un avión.

Se podría aplicar en los disparos producidos por armas cortas, en el caso de que el tirador dispare en movimiento, o que la víctima, en el momento de recibir el impacto, esté en movimiento. Pero en esos casos se estudia disparo por disparo, en el preciso momento en que el proyectil es percutado; como es tan rápida la frecuencia que se produce desde ese momento hasta que salga por la boca del arma, y como el desplazamiento sería imperceptible, se considera que el tirador estaba quieto.

Como conocimiento general, podríamos enunciar el principio de independencia de los movimientos, que dice: Si un cuerpo tiene un movimiento compuesto, cada uno de los movimientos compuestos se cumple como si los demás no existieran.

10. EL PROBLEMA DEL TIRO

Vamos a detenernos en estudiar los problemas del tiro, como un caso importante de los movimientos combinados.

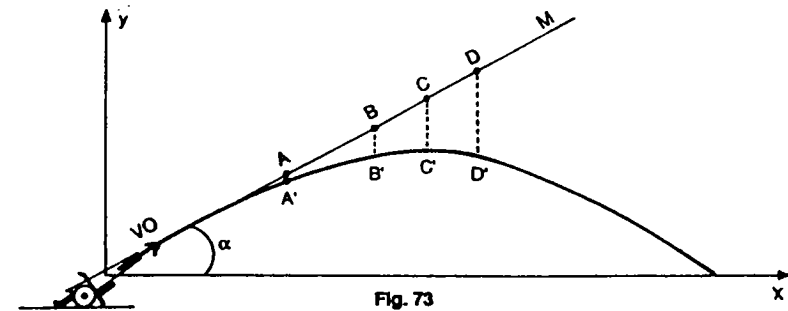
Para el mejor entendimiento supondremos nulo el rozamiento del aire, es decir, vamos a considerar un tiro en el vacío.

Cuando un cañón dispara un proyectil con una velocidad inicial (v_0), notamos que la bala va avanzando y simultáneamente va primero ascendiendo (hasta que llega a su altura má-

xima) y luego desciende hasta tocar el suelo. Como no hay rozamiento con el aire, el movimiento de avance es uniforme, mientras que los de ascensión y caída, son movimientos uniformemente retardados y acelerados respectivamente.

Por lo tanto, el movimiento de un proyectil en el vacío, resulta de la composición de un movimiento horizontal, rectilíneo y uniforme, y un movimiento vertical, uniformemente variado (retardado en la primera parte y acelerado en la última).

a) *Forma de la trayectoria:* Veamos primero qué trayectoria sigue el proyectil.



En la figura, indicamos con Ox la dirección horizontal, y con Oy la vertical; v_0 , la velocidad inicial del proyectil, y α (alfa), el ángulo que ella forma con la dirección horizontal.

Si no existiera la acción de la gravedad, el proyectil seguiría la dirección OM , con velocidad constante v_0 , pues tampoco existe rozamiento con el aire.

Pero como existe la atracción terrestre, el proyectil va cayendo a medida que se traslada, de modo que al cabo de un segundo, por ejemplo, en lugar de encontrarse en A , se encontrará más abajo, en A' . En un segundo ha caído una altura AA' . A los dos segundos se deberá encontrar en B , pero la gravedad lo hace caer en B' . ¿Qué distancia hay entre B y B' ? Como sabemos que en la caída los espacios recorridos

son proporcionales a los cuadrados de los tiempos, resulta que en dos segundos debe caer una altura cuatro veces mayor que la que cae en un segundo, de modo que $BB' = 4 AA'$.

Al cumplirse el tercer segundo, el proyectil se encuentra en C' , en lugar de encontrarse en C . Ha caído, $CC' = 9 AA'$. Al cabo de cuatro segundos, la caída será, $DD' = 16 AA'$; así sucesivamente.

Si unimos los puntos A' , B' , C' , D' , etc., con una línea de trazado continuo, se observa la trayectoria del proyectil. Esa curva se llama parábola.

b) *Velocidad del movimiento horizontal:* Como el movimiento del proyectil es compuesto, su velocidad en cada instante es la resultante de la velocidad horizontal y la velocidad vertical.

Para calcular cualquiera de éstas, se debe descomponer la resultante, en las dos direcciones: Ox y Oy .

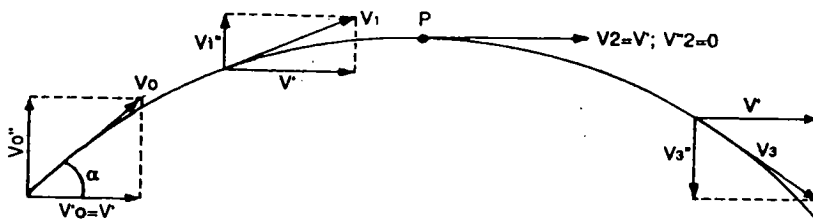


Fig. 74

Como se puede ver en el gráfico, para la velocidad horizontal tenemos:

$$v' = v_0 \cdot \cos \alpha \text{ (} Ox \text{ y } Oy \text{ son perpendiculares)}$$

Hemos calculado v' , en el momento de salir el proyectil, y la velocidad va variando en cada instante. Pero como el movimiento de avance es uniforme e independiente de la caída, la velocidad de avance horizontal es constante.

$$\text{Velocidad de avance} = v' = v_0 \cdot \cos \alpha$$

c) *Velocidad vertical:* En el instante inicial vale $v_0 \cdot \sin \alpha$;

pero ese valor no es más que el inicial, y va disminuyendo a medida que transcurre el tiempo, pues el movimiento de aceleración es uniformemente retardado. Al cabo de un tiempo t , la velocidad vertical habrá disminuido en $g \cdot t$. En resumen:

$$\text{Velocidad de ascenso: } v'' = v_0 \cdot \sin \alpha - g \cdot t$$

Se debe tener en cuenta que esta velocidad es variable. Así por ejemplo, en el punto P, que es el de altura máxima, $v'' = 0$, como lo indica la figura.

En ese punto el proyectil sólo tiene velocidad horizontal.

Pero inmediatamente comienza a caer, de modo que v'' cambia de sentido; antes estaba dirigida hacia arriba y a partir de P, hacia abajo.

d) *Velocidad del proyectil*: La misma figura demuestra la descomposición de la velocidad del proyectil en v' y v'' . Y nos recuerda algo muy importante: que la velocidad del proyectil es siempre tangente a la trayectoria.

Siempre, cualquiera que sea el movimiento, cualquiera que sea la trayectoria, la velocidad es tangente a la trayectoria en el punto en que se encuentra el móvil.

Vamos a dar algunos ejemplos prácticos, para poder ser aplicados en todos los casos en que sea necesario realizar algún cálculo.

Si un cañón lanza un proyectil con una velocidad de 100 m/s, formando un ángulo de 60° con la horizontal, calcularemos hasta qué altura máxima asciende:

En toda problemática de tiro, lo primero que hay que calcular es la velocidad horizontal inicial, v'_0 , y la velocidad vertical inicial, v''_0 .

$$v'_0 = v_0 \cdot \cos \alpha = v_0 \cdot \cos 60^\circ = 100 \text{ m/s} \cdot 1/2, \text{ por lo tanto: } v'_0 = 50 \text{ m/s.}$$

$$v''_0 = v_0 \cdot \sin \alpha = v_0 \cdot \sin 60^\circ = 100 \text{ m/s} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2},$$

$$\text{por lo tanto: } v''_0 = 86,7 \text{ m/s}$$

Recordemos que los movimientos horizontales y verticales se cumplen en forma absolutamente independiente (principio de Galileo).

De modo que para calcular la altura que alcanza, bastará aplicar la fórmula del movimiento de los cuerpos lanzados hacia arriba:

$$h = v''_0 \cdot t - 1/2 g \cdot t^2$$

Con esta única fórmula, no podemos calcular la altura máxima (H), por cuanto no conocemos t.

Pero sabemos que cuando el cuerpo llega a la altura máxima, la velocidad vertical es nula:

$$v'' = v''_0 - g \cdot t = 0, \text{ por lo tanto:}$$

$$t = \frac{v''_0}{g}, \text{ por lo tanto: } t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}; t = \frac{86,7 \text{ m/s}}{9,8 \text{ m/s}^2} =$$

$$\cong 8,76 \text{ segundos.}$$

Reemplacemos este valor en la fórmula de H, y tenemos:

$$H = v''_0 \cdot \frac{v''_0}{g} - 1/2 g \cdot \left(\frac{v''_0}{g} \right)^2 = \frac{(v''_0)^2}{g} - 1/2 \cdot \frac{(v''_0)^2}{g} = 1/2 \cdot \frac{(v''_0)^2}{g}$$

$$H = 1/2 \cdot v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha = 1/2 \cdot (86,7 \text{ m/s})^2 \cong 1/2 \cdot \frac{7516}{9,8} \text{ m} \cong 383,5 \text{ m.}$$

Entonces 383,5 m, es la altura máxima que alcanza el proyectil.

Ampliando los datos que queremos averiguar, vamos a calcular hasta dónde llega la bala (horizontalmente).

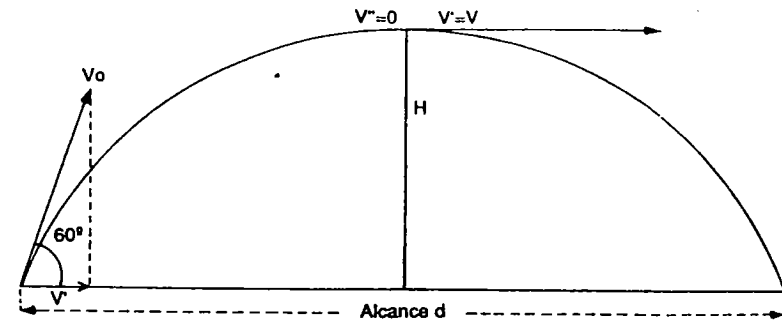


Fig. 75

Se llama alcance a la distancia horizontal recorrida por el proyectil, desde que sale del cañón, hasta que toca el suelo. Como el movimiento horizontal es uniforme, si llamamos d al alcance, será:

$$d = v_o \cdot t$$

Para poder calcular d , es necesario conocer t , tiempo que tarda el proyectil en llegar al suelo.

Pero la parábola es una figura simétrica, de modo que si el proyectil tarda:

$$\frac{v_o \cdot \sin \alpha}{g}$$

en alcanzar su altura máxima, tardará otro tanto en volver al suelo. De modo que:

$$d = v' \cdot 2t = v_o \cdot \cos \alpha \cdot \frac{2 v_o \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_o^2 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$\cdot \cos \alpha = \frac{2 \cdot 10.000 \text{ m}^2/\text{s}^2 \cdot \sqrt{3/2} \cdot 1/2}{9,8 \text{ m/s}^2} \cong 883 \text{ m}$$

Otra incógnita es determinar la velocidad vertical a los 10 segundos.

Sabemos que: $v'' = v''_o - g \cdot t$

$$v'' = 86,7 \text{ m/s} - 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ s}; v'' = 86,7 \text{ m/s} - 98 \text{ m/s} = -11,3 \text{ m/s}$$

Observemos que tiene el signo menos; eso significa que v'' está ahora dirigida hacia abajo; el proyectil en ese tiempo cae; recordemos que a los 8,76 segundos, alcanzó su altura máxima, y sabemos que a partir de ella la velocidad vertical estará dirigida hacia abajo.

Si calculamos v'' a los 5 segundos, nos dará un resultado igual a 37,7 m/s, positivos, porque la velocidad vertical está dirigida hacia arriba, ya que el tiempo tomado es inferior al que tiene cuando llega a su altura máxima.

Averiguaremos ahora, cuál es la velocidad horizontal a los 10 segundos.

La velocidad horizontal a los 10 segundos es la misma que en el instante inicial, pues el movimiento horizontal es uniforme, de modo que siempre vale $v_o = 50 \text{ m/s}$.

Calcular la velocidad total a los 10 segundos.

Hay que hallar la resultante de v' y v'' a los 10 segundos; como en este caso el paralelogramo es un rectángulo:

$$v = \sqrt{v'^2 + v''^2} = \sqrt{(11,3 \text{ m/s})^2 + (50 \text{ m/s})^2} \cong 51,1 \text{ m/s}$$

11. MOVIMIENTO CIRCULAR

Movimiento circular uniforme (M.C.U.): Este tema se estudia para conocer el comportamiento del proyectil cuando recorre el ánima del cañón y toma el movimiento de rotación, que es el que le da estabilidad y distancia al mismo.

Un movimiento circular es uniforme cuando el móvil recorre arcos iguales en tiempos iguales.

Otra forma de definirlo es: un movimiento circular es uniforme cuando el móvil describe ángulos iguales en tiempos iguales.

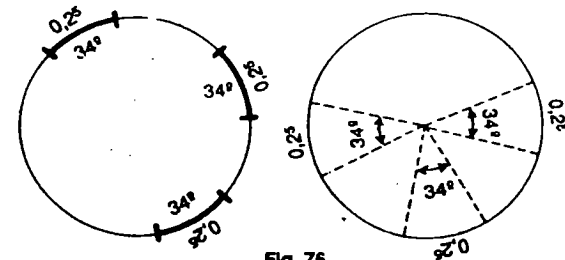


Fig. 76

Período: Se llama período de movimiento circular uniforme, al tiempo que emplea el móvil en dar una vuelta entera. Se lo designa con la letra T, y se lo mide en segundos.

Como en el movimiento circular uniforme todas las vueltas son recorridas en tiempos iguales, se dice que el período es constante.

Dos velocidades: Cuando en la antigüedad se hacían experimentos para comprobar estos principios, se planteó una incógnita y no pocas discusiones, ya que si se ata una piedra con un hilo que tenga un metro de largo y se la hace rotar, y al mismo tiem-

po a otra piedra se le ata un hilo de un metro con cincuenta centímetros y se la hace rotar, aparentemente, la piedra que tiene el hilo más corto, va más rápido que la otra. Pero se aclaró, cuando se determinó, que hay dos clases de velocidades:

a) *La velocidad lineal*: Es el cociente entre la distancia (arco) recorrida y el tiempo empleado.

b) *La velocidad angular*: Es el cociente entre el ángulo descrito y el tiempo empleado en describirlo. Se lo representa con la letra ω (omega).

$$\omega = \alpha/t$$

Es decir que la confusión se producía, porque una cosa era contemplar la velocidad lineal, y otra la velocidad angular. En la lineal, tiene que ver la distancia del hilo.

En el movimiento circular uniforme, la velocidad angular es constante, por eso el movimiento se llama uniforme.

Representación gráfica de la velocidad angular: La velocidad angular de un movimiento circular es, como la velocidad rectilínea, una magnitud vectorial. Se la representa mediante un vector, cuyas características son las siguientes:

a) *Dirección*: Es perpendicular al plano al que pertenece la circunferencia que describe el móvil (es paralelo al eje de rotación).

b) *Sentido*: Se obtiene mediante una convención. Es el mismo sentido en que avanza un tirabuzón, colocado perpendicularmente al plano en que se efectúa el movimiento, cuando se lo hace girar en el mismo sentido que tiene el móvil.

c) *Medida*: Se la representa por medio de una escala adecuada.

Unidades para medir velocidades angulares: Como la velocidad angular es el cociente entre el ángulo descrito y el tiempo empleado, la unidad será el cociente entre ambas unidades, o sea:

$$u. \text{ de v.a.} = \frac{\text{unidad de ángulo}}{\text{unidad de tiempo}} = \frac{\text{grado}}{\text{segundo}}$$

o también se emplea;

$$\frac{\text{vueltas}}{\text{segundos}} ; \frac{\text{vueltas}}{\text{minutos}} ; \frac{\text{revoluciones}}{\text{minutos}}$$

Una nueva unidad para medir ángulos: En física, para medir ángulos se emplea el RADIÁN.

Definición: El radián es el ángulo central al que corresponde un arco de longitud igual al radián.

Se obtiene haciendo el cociente entre la longitud d del arco, y la longitud r del radio.

$$\alpha = d/r$$

Equivalencias entre radianes y grados sexagesimales:

$$\frac{\text{longitud del arco}}{\text{longitud del radio}} = \frac{\pi r}{r} = \pi \text{ (pi)}$$

de modo que: π radianes = 180°

$$1 \text{ radián} = \frac{180^\circ}{\pi} ; 1 \text{ radián} = 57^\circ 17' 44'', 8 = 206.264,8''$$

Velocidad angular y período: Como T es el tiempo que emplea para dar una vuelta, o sea para describir un ángulo de 2π , resulta que:

$$\omega = \frac{\text{ángulo descripto}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{2\pi}{T} ; \text{ o sea que: } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Velocidad tangencial y período:

$$v = \frac{\text{arco recorrido}}{\text{tiempo empleado}} = \frac{2\pi R}{T}, \text{ o sea que: } v = \frac{2\pi R}{T}$$

Velocidad lineal y velocidad angular:

$$\text{Sabemos que: } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ y que } v = \frac{2\pi R}{T},$$

de donde resulta que: $v = \omega R$ y que $\omega = v/R$

Frecuencia: Se llama frecuencia del movimiento circular, el número de vueltas que el móvil da en un segundo. Se lo simboliza con la letra n .

Como en dar una vuelta, emplea un tiempo T (período), se tiene:

$$\begin{array}{l} \text{en } T \text{ segundos} \dots\dots\dots 1 \text{ vuelta} \\ \text{en } 1 \text{ segundo} \dots\dots\dots \frac{1}{T} \text{ vueltas} \end{array}$$

$$\text{o sea que: } n = 1/T$$

La aceleración centrípeta: La velocidad tangencial o lineal de un móvil, que se mueve con un movimiento circular uniforme (M.C.U.), no es constante, porque es un vector que si bien mantiene su medida, varía su dirección en cada instante, pues es tangente a la circunferencia en el punto que ocupa el móvil.

Esa variación del vector velocidad, implica la existencia de una aceleración (cociente entre la variación de velocidad y el tiempo en que se produce).

Para determinar las características del vector aceleración, busquemos el vector Δv , variación de la velocidad.

Para que se haya producido ese cambio de la dirección, ha actuado el vector Δv , cuya dirección y sentido, son los del vector aceleración. Como el sentido es hacia el centro de la circunferencia, la aceleración se llama ACELERACIÓN CENTRÍPETA.

Por lo tanto, aceleración centrípeta: $a_{cp} = \omega^2 R$, como $v = \omega R$, se puede expresar: $a_{cp} = v^2/R$.

12. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO

Movimiento circular variado: Si la velocidad angular no permanece constante, el movimiento circular se llama variado.

Movimiento circular uniformemente variado: Se llama de esta manera aquel cuya velocidad angular experimenta variaciones iguales en tiempos iguales.

Como se puede observar, hay una gran semejanza con la definición de movimiento rectilíneo uniformemente variado.

Aceleración angular: Es el cociente entre la variación de la velocidad angular y el tiempo en que se produce.

$$\text{o sea: } \gamma = \Delta\omega/t$$

De acuerdo con la definición, la aceleración angular de un movimiento circular uniformemente variado, es constante.

La aceleración lineal o tangencial: En el M.C.U.V. la velocidad lineal varía no sólo en su dirección, sino también en su medida.

Existe también una aceleración tangencial o lineal. La llamamos a_t .

$$\text{Como } a_t = \frac{\Delta v}{t} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{y } \Delta v = \Delta \omega \cdot r \\ a_t = \frac{\Delta \omega \cdot r}{t} = \frac{\Delta \omega}{t} \cdot r = \gamma r \end{array} \right.$$

Luego: $a_t = \gamma r$

Arco y ángulo en función del tiempo: Como la aceleración lineal es constante, el movimiento lineal es también uniformemente variado. La distancia recorrida en un tiempo t , es:

$$d = 1/2 \cdot a_t \cdot t^2 \quad (1)$$

Si el ángulo descrito en ese mismo tiempo se mide en radianes, la longitud del arco es:

$$d = \alpha r \quad (2)$$

de (1) y (2), resulta $\alpha r = 1/2 \cdot a_t \cdot t^2$

$$\alpha = \frac{1}{2} \cdot \frac{a_t}{r} \cdot t^2; \quad \alpha = 1/2 \gamma t^2$$

Es visible la semejanza con la correspondiente fórmula del movimiento rectilíneo. Si hay una velocidad inicial ω_0 , es fácil advertir que:

$$\alpha = \omega_0 \cdot t + 1/2 \cdot \gamma \cdot t^2$$

13. DINÁMICA

La dinámica estudia las relaciones entre las fuerzas, o la cupla, aplicada a un cuerpo, y la aceleración de traslación o de rotación respectivamente, que éste adquiere.

El principio de inercia: Los cuerpos que están en movimiento tienden a seguir en movimiento.

Esta propiedad de la materia se llama inercia. Pero hay otros aspectos de la inercia. Cuando arranca un ómnibus, por ejemplo, los pasajeros son impelidos hacia atrás, como si trataran de quedar en el reposo en que se hallaban.

Los cuerpos que están en reposo, tienden a seguir en reposo.

Otra propiedad, es la de que los cuerpos en movimiento, tienden a mantener su velocidad.

Las fuerzas y el movimiento: Se ha utilizado con toda intención la palabra "tienden". Mientras nada se oponga, un cuerpo no sólo tenderá a mantener su velocidad, sino que la mantendrá; cuando haya una fuerza exterior, mostrará tendencia a mantener su velocidad, pero se verá obligado a cambiarla.

Esto nos permite dar una definición de fuerza:

Fuerza es todo aquello que puede modificar la velocidad de un cuerpo.

Del desarrollo de este tema se pueden extraer las siguientes conclusiones:

a) Un cuerpo se mueve con movimiento uniforme, cuando sobre él no actúa ninguna fuerza, o, si actúan varias, cuando se anulan entre sí.

b) Si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, o actúan varias que se anulan entre sí, el cuerpo tiene un movimiento rectilíneo uniforme, o está en reposo.

Todas estas ideas constituyen el principio de inercia, descubierto por Leonardo Da Vinci, quien lo mantuvo en secreto, luego Galileo llegó a las mismas conclusiones, y finalmente Newton, le dió la forma que hoy tiene, y que se define de la siguiente manera:

El principio de inercia: Todo cuerpo en reposo o en movimiento, se mantendrá en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme, salvo que actúen sobre él fuerzas exteriores que lo obliguen a modificar su estado.

El principio de masa: Una concepción primitiva y básica de masa, podría ser: la masa de un cuerpo es la cantidad de materia que lo forma. Por ejemplo: la masa de un libro, es la cantidad de papel, tinta, cartón, ganchitos, etc., que lo forman.

Lo importante del concepto de masa es que está estrechamente vinculado con el concepto de inercia, con la fuerza y con la aceleración que la fuerza provoca.

Cuanto mayor es la masa, mayor es la inercia.

Cómo se puede medir la masa: Con un dinamómetro, pesamos un mismo cuerpo en distintos lugares de la Tierra; por ejemplo, en el Polo Sur, en un lugar situado a 45° de latitud, y en el Ecuador Terrestre, siempre a nivel del mar.

Con este experimento comprobamos que en lugares diferentes, el peso de un mismo cuerpo es distinto. La diferencia no es muy grande, pero existe.

Podemos entonces definir la masa de la siguiente manera: se llama masa de un cuerpo al cociente entre su peso y la aceleración de la gravedad en el lugar donde se lo pesó.

O sea: $m = P/g$, por lo tanto, $P = m \cdot g$ y $g = P/m$

Una unidad de masa: De acuerdo con la definición, la unidad de masa se obtiene dividiendo la unidad en que se mide el peso, por la unidad de aceleración de la gravedad.

$$\text{Unidad de masa} = \frac{\text{Unidad de peso}}{\text{Unidad de aceleración}} ; \frac{\vec{K}g}{m/s^2}$$

Esta unidad se llama, UNIDAD TÉCNICA DE MASA, y se simboliza con U.T. (m).

Otra unidad de masa: Es el Kilogramo-masa y se lo define como la masa de un cuerpo llamado Kilogramo-patrón, que está depositado en Francia.

Para comparar, definimos el Kilogramo-fuerza: es el peso de un cuerpo llamado Kilogramo-patrón, que está depositado en Francia, cuando se lo mide a 45° de latitud y al nivel del mar.

No confundir masa con peso: Es muy común que se confundan masa con peso. Ello se debe, entre otras cosas, a las siguientes razones:

a) Hay una unidad de peso que tiene el mismo nombre que una unidad de masa, el Kilogramo-fuerza y el Kilogramo-masa, y los dos patrones están guardados en el mismo lugar.

b) A 45° de latitud y al nivel del mar, un cuerpo que pesa 1 $\vec{K}g$, tiene una masa de 1 Kg; un cuerpo de 20 Kg pesa 20 $\vec{K}g$; es decir que el número que mide el peso de un cuerpo en $\vec{K}g$, y el número que mide su masa en Kg, es el mismo.

En los demás lugares de la Tierra, como el peso cambia y la masa no, los números serán distintos, aunque siempre muy parecidos.

c) En la vida diaria no estamos acostumbrados al concepto de masa, y usamos la palabra PESO y el verbo PESAR, cuando en realidad, deberíamos usar la palabra MASA y el verbo MASAR. Por ejemplo, el almacenero, no nos pesa 10 kilos de azúcar, los MASA, pues la balanza de platillo o la que hoy en día usan los negocios, no mide pesos, sino masas.

En resumen: masa y peso, son dos cosas completamente distintas.

El peso de un cuerpo varía según el lugar en donde se lo pese, mientras que su masa permanece siempre constante. Por eso, en la definición correcta de Kilogramo-fuerza, es necesario mencionar la latitud y también la altura, pues el peso de un cuerpo disminuye a medida que se aleja del centro de la Tierra. En un avión en vuelo pesamos *menos* que estando en tierra.

El principio de masa: La aceleración es directamente proporcional a la fuerza:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{F_1}{F_2} ; \text{ o bien } \frac{a_1}{F_1} = \frac{a_2}{F_2}$$

La aceleración es inversamente proporcional a la masa:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} ; \text{ o bien } \frac{a_1}{m_2} = \frac{a_2}{m_1}$$

Por lo tanto, enunciaremos el principio de masa diciendo que la aceleración que adquiere un cuerpo, bajo la acción de una fuerza, es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a su masa.

Definición general de masa: Se llama masa de un cuerpo al cociente entre la fuerza que se aplica y la aceleración que adquiere:

$$m = F/a$$

Cálculo de fuerza: Se puede calcular como consecuencia de la fórmula de masa:

$$F = m \cdot a$$

Las unidades de fuerza: El Newton (N), surge de:

$$F = m \cdot a = 1 \text{ Kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ N}$$

Es decir: 1 Newton, es la fuerza que aplicada a 1 Kilogramo-masa, le imprime una aceleración de 1 m/s².

Equivalencia entre Newton y Kilogramo-fuerza: 1 Kg pesa 1 $\vec{\text{Kg}}$. Si calculamos su peso en N, obtenemos la equivalencia:

$$P = m \cdot g = 1 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ N, por lo tanto:}$$

$$1 \vec{\text{Kg}} = 9,8 \text{ N}$$

La dina es una fuerza expresada en g. cm/s². Es una unidad de fuerza, puesto que resulta del producto de una unidad de masa por una de aceleración: se llama dina y se la simboliza dyn. Una dina es la fuerza que aplicada a 1 g le imprime una aceleración de 1 cm/s².

<i>Equivalencias entre las tres unidades de fuerza</i>			
	$\vec{\text{Kg}}$	N	dyn
1 $\vec{\text{Kg}}$	1	9,8	980.000
1N	0,102	1	100.000
1 dyn	$1,02 \times 10^{-6}$	10^{-5}	1

Densidad: Se llama densidad de una sustancia, al cociente entre la masa de un trozo de esa sustancia y el volumen del mismo:

$$\delta = m/v$$

Recordemos esta definición, cuando en balística tratemos el fenómeno de la trayectoria, para el caso de que el proyectil atraviere distintas densidades.

Unidades de densidad: Se obtienen como cociente entre la unidad en que se haya medido la masa y la unidad de volumen; las más corrientes son: g/cm³; Kg/dm³.

Densidad de peso específico: El peso específico de una sustancia, ya lo habíamos dicho, es el cociente entre el peso y el volumen de un trozo de esa sustancia:

$$p = P/v \text{ y } \delta = m/v$$

Es evidente que entre densidad y peso específico existe la misma diferencia que entre masa y peso:

$$p = P/V = \frac{m \cdot g}{V} = \frac{m}{V} \cdot g ; p = \delta \cdot g$$

El principio de acción y reacción: Si bien este fenómeno se puede observar a diario en muchas de las tareas que realiza el hombre (patinadores que chocan con una pared, el remero que mueve un bote, etc.) destacaremos en especial el caso del disparo de un arma de fuego; el efecto de retroceso que se produce en ella obedece al principio de acción y reacción.

Definición: Siempre que un cuerpo ejerce una fuerza (acción) sobre otro, éste reacciona con una fuerza igual y opuesta, aplicada sobre el primero (reacción).

La cantidad de movimiento: Se llama cantidad de movimiento de un cuerpo, al producto de su masa por su velocidad:

$$C = m \cdot v$$

Impulso de una fuerza: Se llama impulso de una fuerza, al producto de la fuerza por el tiempo que se mantuvo aplicada:

$$I = F \cdot t; \text{ si } F = m \cdot a, \text{ entonces, } F \cdot t = m \cdot a \cdot t = m \cdot v; \\ \text{de donde } I = C$$

El principio de conservación de la cantidad de movimiento: Es la cantidad de movimiento de un sistema aislado (es decir sobre el que actúan fuerzas exteriores al sistema), y es constante.

El problema de los choques: Trataremos este tema en detalle, ya que tiene mucho que ver con el impacto del proyectil, y lo haremos desde el punto de vista físico.

Si se deja caer una pelota de goma sobre un piso duro, la pelota salta, pero las alturas que va alcanzando después de cada rebote, se van haciendo cada vez menores. Si se mide la velocidad con que llega al suelo y con que rebota cada vez, se observa que:

$$-\frac{v_2}{v_1} = -\frac{v_4}{v_3} = -\frac{v_6}{v_5} = \dots =$$

$\in$ (signo opuesto por tener sentido opuesto)

$\in$ es una constante llamada "coeficiente de restitución". Si este coeficiente vale 1, la velocidad de caída es igual a la de subida, después de cada rebote; y el choque se llama elástico; si es menor que 1, como sucede siempre, en la realidad, el choque es inelástico. Una bolita de acero, saltando sobre una superficie de acero, tiene un coeficiente de restitución de 0,96; de vidrio sobre vidrio, de 0,92; en cambio, de plomo sobre plomo, sólo de 0,20.

Choque elástico: Cuando la bolita choca contra el suelo, trae una cantidad de movimiento, $m \cdot v$. Hubo una variación igual a $2 \cdot m \cdot v$.

Consideremos dos bolitas, de masas m_1 y m_2 , suspendidas con hilos a alturas iguales. Si las separamos de sus posiciones de equilibrio y las soltamos, en el momento del choque, la primera lleva una velocidad v_1 , y la segunda, una velocidad v_2 . Después de chocar, la primera retrocede con una velocidad x_1 , y la segunda con una velocidad x_2 .

En este caso, para definir el coeficiente de restitución es necesario considerar la velocidad relativa de un cuerpo con respecto a otro, es decir, la diferencia entre los dos vectores velocidad; por ejemplo, considerando la velocidad de la primera bolita con respecto a la segunda, será antes del choque:

$$\vec{v}_{r\ 1,2} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2; \text{ y después, } \vec{x}_{r\ 1,2} = \vec{x}_1 - \vec{x}_2;$$

pues ha cambiado el sentido.

El coeficiente de restitución es:

$$\epsilon = \frac{-\vec{x}_{r\ 1,2}}{\vec{v}_{r\ 1,2}} = \frac{-\vec{x}_1 + \vec{x}_2}{v_1 - v_2}$$

Si como suponemos, el choque es elástico, será $\epsilon = 1$, lo que significa:

$$-\vec{x}_1 + \vec{x}_2 = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

Por otra parte, la cantidad del movimiento del sistema formado por las dos bolitas, antes y después del choque, será la misma:

$$\overrightarrow{m_1 x_1} + \overrightarrow{m_2 x_2} = \overrightarrow{m_1 v_1} + \overrightarrow{m_2 v_2}$$

Teniendo en cuenta las medidas de los vectores:

$$\begin{cases} -m_1 x_1 + m_2 x_2 = m_1 v_1 - m_2 v_2 \\ x_1 + x_2 = v_1 + v_2 \end{cases}$$

Es un sistema de ecuaciones de primer grado, con dos incógnitas; resolviendo por el método de los determinantes, se obtendrá las velocidades de cada bolita, después del choque:

$$x_1 = \frac{\begin{vmatrix} m_1 v_1 - m_2 v_2 & m_2 \\ v_1 + v_2 & 1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -m_1 & m_2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix}} = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2 - m_2 v_1 - m_2 v_2}{-m_1 - m_2} =$$

$$= \frac{m_2 (2v_2 + v_1) - m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

$$x_2 = \frac{\begin{vmatrix} -m_1 & m_1 v_1 - m_2 v_2 \\ 1 & v_1 + v_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -m_1 & -m_2 \\ -m_1 & -m_2 \end{vmatrix}} = \frac{-m_1 v_1 - m_2 v_2 - m_2 v_1 + m_2 v_2}{-m_1 - m_2} =$$

$$= \frac{m_1 (2v_1 + v_2) - m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

a) Si las masas de las dos bolitas son iguales ($m_1 = m_2 = m$):

$$x_1 = v_2$$

$$x_2 = v_1$$

Después del choque, cada bolita retrocede con la velocidad

que traía la otra; es como si hubieran intercambiado sus velocidades.

b) Si una de las bolitas está en reposo y se lanza la otra sobre ella (por ejemplo $v_1 = 0$):

$$x_1 = v_2$$

$$x_2 = 0$$

La bolita que estaba en reposo se pone en movimiento con la velocidad que traía la otra, mientras que ésta queda en el reposo en que estaba aquélla.

c) Si dos bolitas de masas distintas chocan con velocidades iguales ($v_1 = v_2 = v$):

$$x_1 = \frac{m_2 3v - m_1 v}{m_1 + m_2} = \frac{3m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot v$$

$$x_2 = \frac{m_1 3v - m_2 v}{m_1 + m_2} = \frac{3m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v$$

Si por ejemplo, $m_1 = 10$ g; $m_2 = 20$ g:

$$x_1 = 5/3 v$$

$$x_2 = 1/3 v$$

La bolita pequeña retrocede con el doble de la velocidad que traía, mientras que la grande se detiene.

Aplicación: medición de la velocidad de un proyectil: Una manera de medir la velocidad de un proyectil de pistola o rifle, es la siguiente: se dispara el proyectil contra un cuerpo de masa aproximadamente mil veces mayor, que está suspendido de un modo que pueda oscilar, como por ejemplo, una bolsa de arena, como muestra el gráfico.

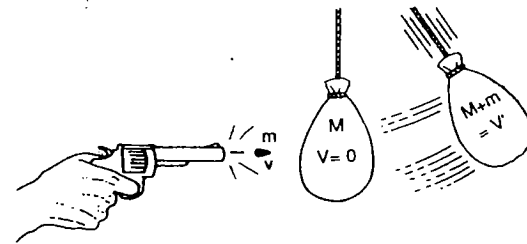


Fig. 77

La cantidad de movimiento del sistema es la misma, antes y después del impacto:

$$m \cdot v = (m + M) V', \text{ por lo tanto, } v = \frac{m + M}{m} \cdot V'$$

Se miden las masas del proyectil y del blanco, y la velocidad V' de éste, después del impacto; la fórmula permite el cálculo de v .

Las fuerzas centrípeta y centrífuga: Cuando se revolea una piedra sujeta por un hilo, es necesaria una fuerza, para obligarla a describir una trayectoria circular. Si se rompe o se suelta el hilo, la piedra sigue una línea recta (prescindimos de la gravedad) en la dirección de la tangente. Cumple de este modo con el principio de inercia: como nada la obliga a cambiar, se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme.

Precisamente, para cambiar este movimiento en uno circular, es necesaria la utilización de una fuerza que, por estar dirigida hacia el centro de la circunferencia, se llama FUERZA CENTRÍPETA.

Pero puesto que se aplica una fuerza (acción), el cuerpo reacciona sobre quien ejerce la fuerza centrípeta, con una fuerza (reacción) igual y opuesta, es decir, dirigida desde el centro hacia afuera: es la FUERZA CENTRÍFUGA.

Las aceleraciones centrípeta y centrífuga: Puesto que un cuerpo en rotación está sometido a las fuerzas centrípetas o centrífugas (según en qué sistema de referencia se sitúa el observador), de acuerdo con el principio de masa, cada una le imprimirá una aceleración en su dirección y sentido. Una de ellas ya la conocemos, se estudió en el movimiento circular: es la aceleración centrípeta; la otra es la centrífuga.

$$a_{cp} = F_{cp}/m$$

$$a_{cf} = F_{cf}/m$$

Pero: $F_{cp} = -F_{cf}$; por lo tanto: $a_{cp} = -a_{cf}$

Valor de la fuerza centrípeta y de la centrífuga: El cuerpo, cuya masa es m , adquiere una aceleración a_{cp} , bajo la acción de la fuerza F_{cp} :

$$\left. \begin{array}{l} F_{cp} = m \cdot a_{cp} \\ a_{cp} = \omega^2 r \end{array} \right\} F_{cp} = m\omega^2 r$$

También es el valor de la fuerza centrífuga, que es igual a la centrípeta pero de sentido opuesto.

14. ESTÁTICA

Existe una relación entre la dinámica y la estática. Ya analizamos qué es la dinámica, ahora diremos que la estática estudia las condiciones que se deben cumplir para que un cuerpo sobre el que actúa fuerza o cupla, o fuerza y cupla a la vez, quede en equilibrio.

Un cuerpo está en equilibrio cuando se halla en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

Las deformaciones y la ley de Hooke: Hasta ahora hemos

tratado con cuerpos rígidos; por grande que fuera la fuerza aplicada, no producía en ellos ninguna deformación, es decir que las distancias entre sus puntos permanecían invariables.

En la naturaleza no existe ningún cuerpo rígido, pues todos se deforman algo cuando se les aplica una fuerza, por pequeña que sea.

Róberto Hooke, en 1676, dio con la ley que cumplen los cuerpos elásticos, y la expresó diciendo: "El cambio de forma del cuerpo, es directamente proporcional a la fuerza deformante".

Pero no definió qué entendía por cambio de forma y por fuerza deformante.

Años más tarde, Thomas Young aclaró estas cuestiones:

Cuando sobre un cuerpo se aplica una fuerza, no se lo hace en un punto, sino en una superficie. En la deformación que se produce interviene, más que la fuerza, su cociente con la superficie, es decir, la PRESIÓN.

Sin embargo, a ese cociente se lo llama TENSIÓN, y no presión.

Tal vez la razón de llamarlo de esta manera sea que, en el caso de la tensión, la fuerza puede ser paralela a la superficie, rasante, como por ejemplo, cuando se hacen deslizar unas sobre otras, las hojas de una pila de ellas. De todos modos, la costumbre ha hecho que al cociente entre fuerza y superficie se lo llame tensión, cuando se refiere a asuntos de elasticidad.

Una tensión aplicada a un cuerpo lo puede deformar de varias maneras. Por ejemplo, si se tiene una pelota de goma y se la comprime aplicándole fuerzas desde todas direcciones, si bien no cambia su forma, se reduce su volumen: es una *deformación por cambio de volumen*.

Otra manera de deformar un cuerpo es la del ejemplo de la pila de hojas: es una *deformación por deslizamiento*.

Si se estira un hilo de goma, se produce una *deformación por alargamiento*.

Analizaremos por separado, cada una de estas deformaciones.

Deformación por cambio de volumen: Lo que Hooke llamaba “fuerza deformante”, es lo que nosotros llamamos tensión; lo que llamaba “cambio de forma del cuerpo” o deformación, es para nosotros, en este caso, “la variación específica de volumen”, es decir que si un cuerpo de volumen V , experimenta una variación de volumen ΔV , la deformación es $\Delta V/V$.

Sabiendo lo que significa cada palabra, podemos enunciar la ley de Hooke como sigue: Las deformaciones son directamente proporcionales a las tensiones.

La fórmula expresa

$$\frac{\text{TENSIÓN}}{\text{DEFORMACIÓN}} = \frac{T}{\Delta V/V} = K \text{ (constante)}$$

La constante (K), para todas las deformaciones, se denomina MÓDULO DE ELASTICIDAD. En este caso de deformación por cambio de volumen, es común considerar la recíproca de K (módulo de elasticidad).

$$k = \frac{1}{K} = \frac{\Delta V}{V \cdot T}$$

Se ve que k , representa la variación que experimenta cada unidad de volumen total, cuando es sometida a la tensión unidad. Por esa razón se llama a k , COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD.

La ley de Hooke, dentro de ciertos límites, es válida para todas las deformaciones, pero para cada clase habrá que definir qué se entiende por deformación, como se hizo en el caso de la deformación por variación de volumen.

Todo lo dicho vale tanto para los sólidos como para los líquidos, que se caracterizan por ser muy poco compresibles, de modo que los coeficientes de compresibilidad de todos los sólidos y

líquidos son muy pequeños, y como se podrá apreciar en la tabla siguiente, son más o menos del mismo orden de magnitud.

Coefficiente de compresibilidad de algunas sustancias

Sustancia	k			
Tungsteno	0,27	.	10^{-12}	cm^2/dyn
Platino.....	0,38	.	"	"
Oro.....	0,60	.	"	"
Hierro	0,60	.	"	"
Plata	0,99	.	"	"
Cuarzo	2,7	.	"	"
Hielo	12	.	"	"
Agua	48	.	"	"
Kerosene.....	60	.	"	"

El coeficiente del oro es $0,60 \cdot 10^{-12} \text{ cm}^2/\text{dyn}$. Eso significa que si a 1 m^3 de oro se le aplica una tensión de $1 \text{ dyn}/\text{cm}^2$, el volumen disminuye en $0,60 \cdot 10^{-12} \text{ m}^3 = 0,0006 \text{ m}^3$.

Hay que tener cuidado de expresar todas las cantidades en un mismo sistema de unidades.

Otro tipo de deformación, es la que se produce por DESLIZAMIENTO, pero no es aplicable a la balística, por eso no se desarrolla.

Deformación por torsión: Si se trata de una varilla cilíndrica hueca, cuyas paredes tienen un espesor pequeño, es sencillo calcular la deformación; pero cuando la varilla es maciza, las cosas se complican, porque no se dispone de los elementos matemáticos necesarios para hacer el cálculo.

Estableceremos la deformación por torsión de una varilla hueca:

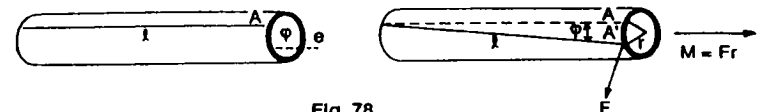


Fig. 78

Las fuerzas aplicadas, como indica la figura, constituyen una cupla que produce una rotación de la cara superior. La deformación es, en este caso, el ángulo α , formado por las posiciones de una generatriz, antes y después de aplicar la tensión.

De acuerdo con la ley de Hooke, el coeficiente de deslizamiento es:

$$\delta = \frac{T}{\phi} \quad (1)$$

En la figura se observa que si ϕ es muy pequeño, como sucede en la práctica, no se comete error apreciable al considerar:

$$r \alpha = AA'$$

$$1 \phi = AA' \text{ por lo tanto, } r \alpha = 1 \phi; \phi =$$

$$= \frac{r}{1} \quad (2)$$

Por otra parte, la sección de la varilla es una corona que tiene una superficie:

$$S = \pi r^2 - \pi (r - e)^2 = \pi r^2 - \pi r^2 + 2 \pi r e - \pi e^2 = 2 \pi r e$$

Despreciamos el término e^2 , pues hemos supuesto que "e" es muy pequeño.

Luego la tensión T, es:

$$T = \frac{F}{S} = \frac{F}{2 \pi r e} \quad (3)$$

Por lo tanto, de (1), (2) y (3)

$$\delta = \frac{T}{\varphi} = \frac{\frac{F}{2 \pi r e}}{\frac{r \alpha}{1}} = \frac{F l}{2 \pi r^2 e \alpha}$$

Si introducimos la cupla aplicada para efectuar la torsión, $M = F r$:

$$\delta = \frac{M l}{2 \pi r^3 e \alpha}$$

Deformación por alargamiento: Tampoco es un fenómeno que se aplique a la balística.

Los límites de validez de la ley de Hooke: La ley de Hooke no es válida cuando la tensión que se aplica para deformar el cuerpo sometido a ella, pasa de cierto límite. Si estiramos un resorte más allá de lo "prudente", el resorte deja de ser tal, pues no vuelve a tener su longitud inicial. Ha sufrido una deformación permanente y no una deformación elástica, que era lo que nos ocupó hasta ahora.

Cuando la tensión excede el "límite elástico", las deformaciones producidas ya no cumplen la ley de Hooke, y si siguen creciendo, se llega a un valor tal de la misma que el material que la soporta se rompe.

Esa tensión, se llama "tensión de ruptura".

15. ENERGÍA

Para el estudio balístico resulta ser éste un tema de gran importancia, ya que depende mucho del cálculo de la energía.

Trabajo, potencia, energía, son palabras que se emplean a diario, aunque de una manera vaga e imprecisa, o como si fueran sinónimos. Le costó mucho a la ciencia distinguir claramente entre conceptos tan íntimamente vinculados entre sí, pero ahora cada uno de ellos tiene un significado perfectamente definido.

Durante siglos y en todas partes del mundo, muchos hombres trataron afanosamente de inventar la máquina de movimiento continuo.

Nadie la consiguió, pero para la ciencia ese fracaso no fue total, sino relativo, pues gracias a él, Mayer y *Joule*, descubrieron una de las leyes más importantes de la física: el *Principio de conservación de la energía* : La energía no se crea ni se destruye, se transforma.

Cuando una máquina entrega energía, lo que en realidad está haciendo es transformar una clase de energía en otra.

Trabajo mecánico: En física, la palabra TRABAJO se emplea en un sentido muy diferente y mucho más restringido.

Diremos que un hombre o una máquina realizan un trabajo, cuando vencen una resistencia a lo largo de un camino:

$$\begin{aligned}\text{Trabajo} &= \text{Fuerza} \cdot \text{distancia} \\ T &= F \cdot d\end{aligned}$$

Unidad de trabajo: El Kilográmetro. Como el trabajo se obtiene multiplicando la fuerza por la distancia, la unidad de trabajo se obtiene también, al multiplicar ambas unidades.

$$\text{Kilográmetro} = \text{Kilogramo} \times \text{metro} ; \text{Kgm} = \vec{\text{Kg}} \times \text{m}$$

Casos en que no se realiza trabajo: Un señor que sostiene una pesa con la mano, en sentido familiar, podemos decir que le cuesta *trabajo* mantenerla, pero *no realiza trabajo mecánico*, porque si aplicamos una fuerza F , para equilibrar el peso, no hay un camino recorrido por ella; luego:

$$T = F \cdot 0 = 0$$

Otras unidades de trabajo: Hacemos hincapié en esta parte, porque en libros y folletos técnicos, tanto sean de armas como de munición, es muy común que ciertos datos se den en estos tipos de unidades.

Hasta ahora hemos utilizado el Kgm, que pertenece al sistema M.K.S., y que se obtiene, como ya lo expresáramos, multiplicando el $\vec{\text{Kg}}$ y el m.

En el mismo sistema M.K.S., hay otra unidad de trabajo.

$$\text{Unidad de trabajo} = \text{newton} \cdot \text{metro}$$

Esta unidad se llama *joule*, en honor al gran físico James P. Joule y se la simboliza con la letra J:

$$\text{joule} = \text{newton} \cdot \text{metro}; J = \text{N} \cdot \text{m}$$

Recordemos que en los folletos que enuncian las características balísticas de las armas de fuego, cuando tratan el punto relativo a la energía, la unidad empleada es el *joule*.

En el sistema c.g.s., existe una unidad llamada ergio.

$$\begin{aligned} \text{Unidad c.g.s. de trabajo} &= \text{dina} \times \text{centímetro} \\ \text{erg} &= \text{dyn} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$

Equivalencia de unidades

Como $1 \vec{K}g = 9,8 \text{ N}$, resulta:

$$1 \text{ Kgm} = 1 \vec{K}g \cdot 1 \text{ m} = 9,8 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 9,8 \text{ N} \cdot \text{m} = 9,8 \text{ J}$$

Análogamente, como $1 \text{ Kg} = 980.000 \text{ dyn}$, y $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$,
 $1 \text{ Kgm} = 980.000 \text{ dyn} \cdot 100 \text{ cm} = 980.000.000 \text{ ergs} = 9,8 \cdot 10^7$
 ergs., por lo tanto:

$$1 \text{ J} = 10.000.000 \text{ ergs} = 10^7 \text{ ergs}$$

Idea de joule: Es el trabajo que realiza un mosquito para ascender 1 centímetro.

16. POTENCIA

Definición: Se llama potencia (desarrollada por un hombre o por una máquina), al cociente entre el trabajo efectuado y el tiempo empleado en realizarlo.

$$\text{potencia} = \frac{\text{trabajo realizado}}{\text{tiempo empleado}}$$

$$P (\text{potencia}) = \frac{T}{t}$$

La unidad empleada

$$\text{unidad de potencia} = \frac{\text{kilogrametro}}{\text{segundo}}, \quad \frac{\text{Kgm}}{\text{s}}$$

Otras unidades de potencia: Si para medir el trabajo usamos el *joule*, se obtiene la unidad M.K.S. de potencia, llamada WATT, denominada así en honor al físico inglés James Watt.

$$\text{Unidad M.K.S. de potencia} = \text{watt} = \frac{\text{joule}}{\text{segundo}}, \quad W = \frac{J}{s}$$

Si el trabajo se mide en ergs, se obtiene la unidad c.g.s. de potencia, que no tiene nombre determinado:

$$1 \text{ unidad c.g.s. de (P)} = \frac{\text{erg}}{s}$$

Una unidad muy común es el H.P. (*horse power*), o caballo de fuerza, que equivale a 75 Kgm/s

$$\text{H.P.} = 75 \text{ Kgm/s}$$

Ahora vamos a desarrollar profundamente el tema de la energía, que es el que tiene mayor influencia en el estudio de los fenómenos balísticos.

De ella depende lo que muchos suelen llamar *balística de efecto*, y si se llegan a dominar sus consecuencias, se pueden interpretar y obtener conclusiones ciertas de lo que ocurrió a la o las víctimas, cuya muerte depende del efecto de disparos de armas de fuego.

En esta parte estudiaremos la ciencia física de este concepto.

Si un automóvil choca con una columna, la puede doblar. Una piedra puede romper un techo, un martillo al que se ha impreso una velocidad conveniente, puede hundir un clavo en una madera, un proyectil disparado por un arma de fuego, puede perforar un cuerpo animado o inanimado, puede también

deformarlo si choca contra él y rebota (esto se ve en metales, huesos duros, etcétera).

Entonces podemos afirmar que un cuerpo tiene energía cuando es capaz de realizar un trabajo.

17. ENERGÍA CINÉTICA Y ENERGÍA POTENCIAL

En todos los casos que tomamos como ejemplo, la capacidad de producir trabajo aparece cuando los cuerpos están en movimiento. Se trata de "energía cinética".

En otros casos, la energía no aparece tan directamente. Una roca colocada a cierta altura, si se cae puede hundir una casa; una araña, si se cae, puede romper lo que haya debajo. Tienen latente una capacidad de producir trabajo. Tienen energía, pero en potencia, por eso se llama "energía potencial".

Aclarado el punto, enunciemos:

Energía cinética: Es la energía que tiene un cuerpo, debido a su movimiento.

Energía potencial: Es la energía que tiene un cuerpo, debido a su posición.

Cómo se expresa la energía de un cuerpo: Ya que la energía de un cuerpo es la capacidad de producir trabajo, un cuerpo tendrá tanta energía como trabajo sea capaz de producir. La energía se medirá en las mismas unidades en que se mide el trabajo.

Las fórmulas de la energía: Es fácil advertir que alguna relación existe entre la energía cinética de un cuerpo, su masa y su velocidad. No es el mismo efecto el que produce en un cuerpo humano, un proyectil de revólver calibre 32 que el de una pistola 11,25 mm.

Asimismo, si debemos chocar contra un rodado que viene

de frente, será preferible —en el caso de que tuviéramos la opción— hacerlo contra el que se aproxima a menor velocidad, o al poder elegir entre un automóvil y un camión, chocar contra el más pequeño.

En balística se estudió que el daño que ocasiona un proyectil subsónico, es menor que el que produce uno supersónico.

Análogamente, cuando se trata de energía potencial, es evidente que existe una relación entre la masa y la altura a que está dicho cuerpo.

Por lo tanto, podemos deducir las fórmulas de cada una:

a) energía potencial (E)

$E = P \cdot h$, energía potencial = peso por altura.

b) energía cinética (E_c)

Al caer una bolita desde una altura h , adquiere una energía cinética que va aumentando a medida que se acerca al suelo (la velocidad va aumentando).

Como la energía se mide por el trabajo realizado, será $E_c = T$.

El trabajo realizado por una bolita vale: $T = P \cdot h$, por lo tanto:

$$E_c = P \cdot h$$

Además $P = m \cdot g$; y $h = v^2/2g$, es decir que:

$$E_c = m \cdot g \cdot \frac{v^2}{2g} ; \text{ de donde se deduce que la fórmula es:}$$

$$E_c = 1/2 m v^2$$

Por lo tanto:

Un cuerpo de masa m , que se mueve con una velocidad v , tiene una energía cinética, $E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$.

Significado de la fórmula: 1) La energía cinética de un cuerpo, es directamente proporcional a su masa.

2) La energía cinética de un cuerpo, es directamente proporcional al cuadrado de su velocidad.

Para que la unidad de energía sea expresada en *joules*, se deben reducir todos los datos al sistema M.K.S., es decir, la masa en Kg., y la velocidad en metros por segundo.

El trabajo para vencer la inercia; teorema de la fuerza viva: Imaginemos un patinador en una pista de hielo (no hay rozamiento); desde el borde de la pista se tira de él mediante una soga. La única resistencia a vencer, es la inercia del patinador.

Si la fuerza vale F , y estuvo aplicada hasta que el patinador recorrió una distancia d (cuando deja de actuar, el movimiento se hace uniforme), el trabajo realizado por la fuerza para vencer la inercia es:

$$T = F \cdot d \quad (1)$$

De acuerdo con el principio de masa, $F = m \cdot a$ (2)

m = masa del patinador; a = aceleración de su movimiento. Y como el movimiento es uniformemente variado:

$$d = 1/2 a \cdot t^2 \quad (3)$$

De (1), (2) y (3)

$T = m \cdot a \cdot 1/2 \cdot a t^2 = 1/2 \cdot m \cdot a^2 \cdot t^2$; y como $a \cdot t = v$, por lo tanto: $a^2 \cdot t^2 = v^2$; resulta entonces que:

$$T = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

Como se ve, el trabajo realizado se empleó en dotar a la masa m , de la energía cinética.

Si la masa m se movía con velocidad v_0 , cuando se le apli-

có la fuerza F , tenía una energía cinética $= 1/2 \cdot m \cdot v_o^2$. El trabajo realizado por la fuerza F , a lo largo de la distancia d , no ha variado, pero como la distancia está expresada ahora por la fórmula:

$$d = v_o \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2,$$

$T = m \cdot a \cdot (v_o \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2) = m \cdot a \cdot v_o \cdot t + 1/2 m \cdot a^2 \cdot t^2$, y como $v = v_o + a \cdot t$, por lo tanto: $a \cdot t = v - v_o$;

$$T = m \cdot v_o \cdot (v - v_o) + 1/2 \cdot m \cdot (v - v_o)^2 = m \cdot v_o \cdot v - m \cdot v_o^2 + 1/2 m \cdot v^2 + 1/2 \cdot m \cdot v_o^2 - m \cdot v \cdot v_o = 1/2 \cdot m \cdot v^2 - 1/2 \cdot m \cdot v_o^2$$

Antes de aplicársele la fuerza F , la energía cinética valía $1/2 \cdot m \cdot v_o^2$; al cabo de la aplicación, es $1/2 \cdot m \cdot v^2$; el trabajo se ha transformado en el aumento de energía.

Si la fuerza tiene sentido opuesto al de la velocidad (frena al cuerpo), el trabajo se traduce en una disminución de la energía cinética:

$$T = 1/2 \cdot m \cdot v_o^2 - 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

Si la fuerza y la velocidad forman ángulo, el trabajo de la fuerza sigue siendo igual a la variación de la energía cinética.

La nueva velocidad, se obtiene componiendo vectorialmente v_o y la que comunica el impulso $F t$.

Teorema de la fuerza viva: El trabajo realizado por una fuerza aplicada a un cuerpo, es igual a la variación de la energía cinética del mismo.

El trabajo en las rotaciones: Para calcular el trabajo, recordemos que:

$$T = F \cdot d$$

Siendo F la fuerza aplicada, y d la distancia que recorre en su dirección.

Para hacerle dar una vuelta al cilindro, la pesa debe recorrer

la longitud de la circunferencia $2\pi r$, de modo que el trabajo realizado es:

$$T = F \cdot 2\pi r = F \cdot r \cdot 2\pi$$

Pero $F \cdot r$, es el momento de la fuerza aplicada, con respecto al eje, y 2π es el ángulo girado por el cilindro, de modo que:

TRABAJO es igual al momento de la fuerza, por el ángulo girado.

$$T = M \cdot \alpha$$

Energía cinética de rotación: La cupla M , aplicada al cilindro, cuyo momento de inercia respecto de su eje es I , le imprime un movimiento de rotación uniformemente acelerado, de aceleración γ . Por la segunda ley de la dinámica de las rotaciones:

$$M = I \cdot \gamma$$

Si la fuerza estuvo aplicada en tiempo t , el ángulo α descrito por el cilindro es:

$$\alpha = 1/2 \cdot \gamma \cdot t^2$$

Si en la fórmula del trabajo se reemplazan las expresiones de M y α , $T = M$

$T = I \cdot \gamma 1/2 \cdot \gamma \cdot t^2 = 1/2 \cdot I \cdot \gamma^2 \cdot t^2$, y como $\gamma t = \omega$, por lo tanto: $\gamma^2 t^2 = \omega^2$, resulta entonces:

$$T = 1/2 \cdot I \cdot \omega^2$$

Para que el cilindro alcanzara la velocidad angular ω , hubo que realizar un trabajo $= 1/2 \cdot I \cdot \omega^2$. Obsérvese la semejanza de esta expresión con la de la energía cinética de traslación de un cuerpo de masa m , que se mueve con velocidad v :

$$\frac{1}{2} \cdot I \text{ ————— } \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

La expresión $\frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2$, es la energía de rotación de un cuerpo de momento de inercia I , que gira con velocidad angular ω .

El trabajo realizado, para que el cuerpo alcanzara esa energía cinética, no se ha perdido: al terminarse el hilo de nuestro cilindro, se arrollará en sentido contrario, y el cilindro subirá hasta alcanzar su altura inicial (suponiendo que no existiera el rozamiento).

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot I \omega^2$$

$$\omega = t$$

$$\rho = \frac{M}{I} \quad \text{por lo tanto: } \omega^2 = \frac{M^2 t^2}{I^2} \quad \text{luego,}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \frac{M^2 t^2}{I^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{M^2 t^2}{I} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\frac{F^2 \cdot r^2 \cdot t^2}{m \cdot r^2}}{2} = \frac{F^2 t^2}{m}$$

Distíngase bien entre:

FUERZA: masa x aceleración $F = m \cdot a$

TRABAJO: fuerza x distancia $T = F \cdot d$

ENERGÍA: capacidad de hacer trabajo $\left\{ \begin{array}{l} \text{cinética (movimiento)} E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ \text{potencial (posición)} E_p = P \cdot h \end{array} \right.$

POTENCIA: trabajo dividido tiempo $P = \frac{T}{t}$

18. EL VUELO SUPERSÓNICO

Vamos a estudiar los fenómenos que en aeronáutica se producen al superar la barrera del sonido, por cuanto ello nos servirá como modelo en el desarrollo de nuestra disciplina (*balística*).

Uno de los objetivos de la aeronáutica de hoy, lo constituyen los aviones supersónicos. La velocidad del sonido, a nivel del mar, es de 1.200 Km/h. ¿Por qué esa velocidad constituye un límite tan anhelado? La experiencia ha demostrado que se presentan problemas muy curiosos cuando un cuerpo supera los 900 Km/h, y los ensayos en túneles, que a esa velocidad no valen las leyes y fórmulas que la aerodinámica empleaba hasta hoy. Hay ahora dos aerodinámicas: la clásica, cuyos resultados son válidos para aviones que no superen los 750-800 Km/h, y la que ahora se está construyendo, llamada *dinámica de los gases*, que estudia los problemas que se crean en vuelos a velocidades superiores a los 800 Km/h.

El número de Mach: Es el cociente entre la velocidad del móvil y la del sonido.

Por ejemplo, un avión que al nivel del mar vuela a 600 Km/h, tiene el siguiente número de Mach (M):

$$M = \frac{v}{v_s} = \frac{600 \text{ Km/h}}{1200 \text{ Km/h}} = 0,5$$

Un avión puede viajar siempre a una misma velocidad, y tener diferentes números de Mach. Si el avión anterior volase a

600 Km/h, pero no al nivel del mar, sino a 11.000 m de altura, tendría un número de Mach igual a 0,6, pues a esa altura la velocidad del sonido es sólo de 1.000 Km/h.

Esta forma de expresar las velocidades se debe a que la experiencia ha demostrado que es la velocidad del avión con respecto a la del sonido (es decir, su número de Mach), lo que influye en su comportamiento.

Un avión que vuele a 600 Km/h, al nivel del mar ($M = 0,5$), cumple con todas las leyes de la aerodinámica; pero si a esa misma velocidad, volase a 20.000 m (velocidad del sonido aproximadamente 900 Km/h) ($M = 0,65$), su comportamiento se apartaría completamente de esas leyes.

Ondas de choque: La balística, con la colaboración de una técnica fotográfica altamente desarrollada, es una de las ciencias que más datos ha aportado sobre el comportamiento de cuerpos a velocidades cercanas o superiores a la del sonido.

Cuando un proyectil se mueve a velocidad superior a la del sonido, el aire no tiene tiempo de abrirse, para dejarle paso, y es comprimido, formando lo que se llama una onda de choque.

En revistas americanas se han publicado fotografías tomadas a proyectiles que se mueven a velocidades supersónicas, como por ejemplo: 1,16 Mach y otros a 1,58 Mach.

En esas fotografías, se pueden observar con perfecta claridad las ondas de choque que se forman.

También se publicaron en la misma revista ("Science Illustrated"), fotografías de un experimento consistente en exponer una bolita de metal, en un túnel de viento de velocidad superior a la del sonido. La experiencia sirve para los casos inversos, es decir las esferas de metal (bala) que se desplazan por el aire, superando la velocidad del sonido.

¿Qué se observa?: 1) la onda de choque no está en contacto directo con la bala, sino algo más adelante;

2) a medida que la velocidad aumenta, crece la presión;

3) hasta los 790 Km/h, el aire se desliza laminarmente;

4) a los 845 Km/h, aparecen los primeros síntomas de turbulencias;

5) a los 900 Km/h, el aire no se desliza laminarmente, sino que se nota una inclinación pronunciada;

6) a los 960 Km/h, se observa el nacimiento de la onda de choque;

7) a los 1000 Km/h, fuerzas extrañas destruyen la sustentación del ala;

8) a los 2000 Km/h, se demuestra cómo el perfil supersónico no es afectado por la onda de choque.

La onda de choque afecta a la fuerza de sustentación y a la resistencia al avance.

Otro problema importante es el del calentamiento por fricción con el aire: la temperatura de un avión que vuela a 2000 Km/h, experimentará un aumento de 190°C sobre la del aire.

19. TERMOMETRÍA

Este tema se analizará porque demuestra el fenómeno que se produce dentro de la vaina del proyectil, cuando la pólvora impulsora es encendida y sus gases expulsan al proyectil del arma de fuego.

Cuando se entrega calor a un cuerpo, su temperatura aumenta, pero experimenta además otras modificaciones importantes, como el aumento de volumen: o sea que se dilata.

Por eso podemos enunciar la siguiente ley: todos los cuerpos, sólidos, líquidos o gaseosos, se dilatan cuando se les entrega calor.

20. DILATACIÓN DE LOS CUERPOS: GASES

Un gas se puede dilatar de dos maneras: *a)* aumentando su temperatura; *b)* disminuyendo su presión.

Dilatación a presión constante: Para estudiar este modo de dilatación, debemos trabajar con un aparato como el que indica la figura siguiente:

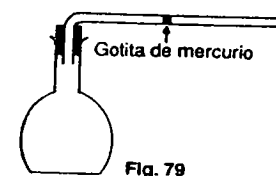


Fig. 79

Al calentar el balón, la presión del gas que contiene tiende a aumentar, y empuja la gotita de mercurio que hay en el tubo horizontal. El gas ocupa mayor volumen, pero la presión, cuando la gotita ha quedado en reposo, vuelve a tener el valor inicial (el de la presión atmosférica).

Al efectuar la experiencia, encontramos que los gases siguen una ley semejante a la que siguen los sólidos y los líquidos: hay un coeficiente de dilatación del gas, α' , que llamaremos coeficiente de dilatación a presión constante.

$$\alpha' = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} \quad V = V_0 (1 + \alpha' \Delta t)$$

Se cumple que:

1) el aumento de volumen es directamente proporcional al aumento de temperatura, cuando la presión permanece constante;

2) el aumento de volumen es directamente proporcional al volumen inicial, cuando la presión permanece constante;

3) el coeficiente de dilatación a presión constante tiene el mismo valor para todos los gases.

Dilatación a volumen constante: Trabajaremos ahora con un aparato como el de la figura, que nos permite calentar el gas encerrado en el balón, aunque manteniendo constante el volumen que ocupa.

Si su temperatura aumenta, aumenta su presión, y tiende a bajar el nivel de la rama de la izquierda, aumentando el volumen.

Pero si subimos la rama de la derecha de modo que el nivel de la izquierda esté siempre en A, el volumen permanecerá constante.

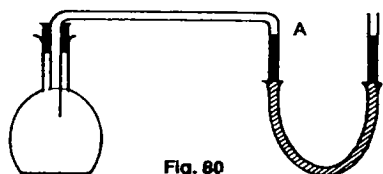


Fig. 80

Lo que ahora queremos estudiar, no es la variación de volumen en relación con la temperatura, pues el volumen permanece constante, sino cómo varía la presión cuando varía la temperatura.

Midiendo, encontramos que:

1) las variaciones de presión son directamente proporcionales a las variaciones de temperatura, cuando el volumen permanece constante;

2) las variaciones de presión son directamente proporcionales a la presión inicial, cuando el volumen permanece constante;

3) el coeficiente de dilatación a volumen constante, es el mismo para todos los gases.

De todo lo expuesto surge la siguiente ley: el coeficiente de

dilatación a volumen constante, es igual al coeficiente de dilatación a presión constante.

La ecuación general de estado de los gases: Cuando se conoce la temperatura, la presión y el volumen que ocupa una determinada masa de gas, se puede calcular qué valor tomará una de esas tres magnitudes, cuando varían arbitrariamente las otras dos, mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{P V}{T} = \frac{P' V'}{T'}$$

III. MATEMÁTICAS

En este punto veremos los principios matemáticos necesarios para el apoyo del estudio balístico. Ello comprende la trigonometría, la geometría y la aritmética.

El tratamiento será más general que el realizado en el punto anterior, ya que la física nos da más elementos útiles y leyes necesarias para el desarrollo de la balística.

1. ÁNGULOS

Ángulos planos: La notación, de acuerdo con el gráfico, es:

$$\hat{A}BC \text{ o } A\hat{B}C$$

La BISECTRIZ de un ángulo lo divide en dos ángulos iguales.

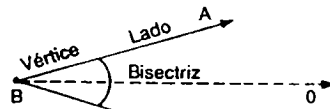


Fig. 81

Los lados de los ángulos y la bisectriz, son semirrectas.

Clases de ángulos según sus medidas:

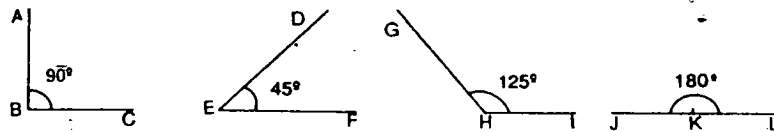


Fig. 82

$\hat{A}BC$ es recto, $\hat{D}EF$ es agudo, $\hat{G}HI$ es obtuso, $\hat{J}KL$ es llano,
 mide 90° mide menos de 90° más de 90° $180^\circ = 2$ rectos

Ángulos complementarios y suplementarios: Dos ángulos son COMPLEMENTARIOS cuando su suma vale un recto, es decir 90° ; y dos ángulos son SUPLEMENTARIOS, cuando su suma vale 2 rectos, es decir 180° .

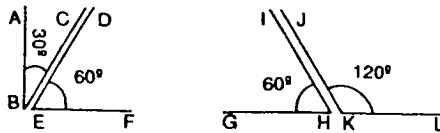


Fig. 83

$\hat{A}BC + \hat{D}EF = 90^\circ$
 son complementarios

$\hat{G}HI + \hat{J}KL = 180^\circ$
 son suplementarios

Ángulos opuestos por el vértice y ángulos adyacentes:

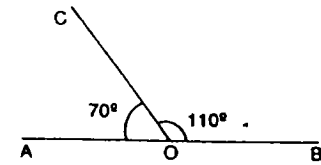
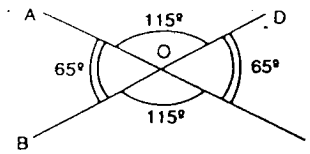


Fig. 84

Los ángulos $\hat{A}OB$ y $\hat{D}OC$ son opuestos por el vértice.

Los ángulos $\hat{A}OD$ y $\hat{B}OC$ también son opuestos por el vértice.

LOS ÁNGULOS OPUESTOS POR EL VÉRTICE SON IGUALES

Los ángulos $\hat{COA}$ y $\hat{COB}$ son adyacentes, son suplementarios, sumados dan 180° . En los ángulos adyacentes, un lado es común y los otros dos forman una recta.

Ángulos consecutivos: Los ángulos consecutivos, si están contruidos a un mismo lado de una recta, sumados valen 180° ; si están a ambos lados, valen 360° .

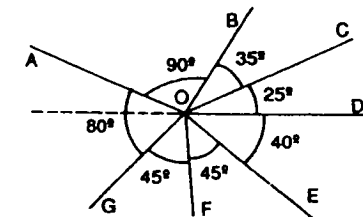
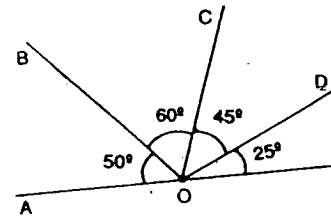


Fig. 85

ÁNGULOS CONSECUTIVOS

$$\text{Ang. } \hat{A}OB + \hat{B}OC + \hat{C}OD + \hat{D}OE = \text{áng. llano } \hat{AOE} = 180^\circ$$

ÁNGULOS CONSECUTIVOS

$$\begin{aligned} \text{áng. } \hat{A}OB + \hat{B}OC + \hat{C}OD + \hat{D}OE + \hat{E}OF + \hat{F}OG + \hat{G}OA &= \\ &= \text{áng. llano} = 360^\circ \end{aligned}$$

Ángulos formados por dos rectas paralelas cortadas por una transversal

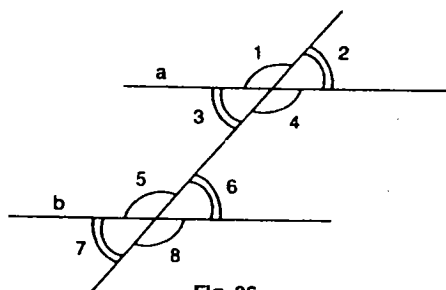
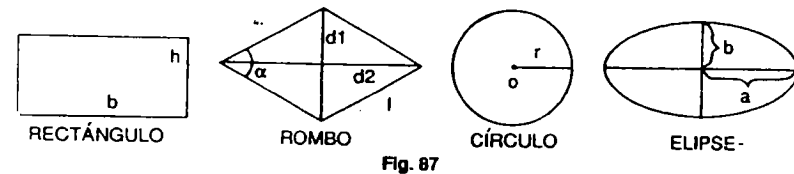


Fig. 86

ángulos alternos	$\left\{ \begin{array}{l} \text{internos: } \hat{3} \text{ y } \hat{6}; \hat{4} \text{ y } \hat{5} \\ \text{externos: } \hat{1} \text{ y } \hat{8}; \hat{2} \text{ y } \hat{7} \end{array} \right\}$	son iguales
ángulos correspondientes	$\left\{ \begin{array}{l} \hat{1} \text{ y } \hat{5}; \hat{3} \text{ y } \hat{7} \\ \hat{2} \text{ y } \hat{6}; \hat{4} \text{ y } \hat{8} \end{array} \right\}$	son iguales
ángulos conjugados	$\left\{ \begin{array}{l} \text{internos: } \hat{3} \text{ y } \hat{5}; \hat{4} \text{ y } \hat{6} \\ \text{externos: } \hat{1} \text{ y } \hat{7}; \hat{2} \text{ y } \hat{8} \end{array} \right\}$	son suplementarios
ángulos opuestos por el vértice	$\left\{ \begin{array}{l} \hat{1} \text{ y } \hat{4}; \hat{2} \text{ y } \hat{3} \\ \hat{5} \text{ y } \hat{8}; \hat{6} \text{ y } \hat{7} \end{array} \right\}$	son iguales

2. FÓRMULAS GEOMÉTRICAS

figura	perímetro	superficie
RECTÁNGULO	$p = 2 (b + h)$	$S = b \cdot h$
ROMBO	$p = 4 \cdot l$	$S = 1/2 (d1 + d2)$
CIRCUNFERENCIA	$p = 2\pi r$ o $p = \pi d$	
CÍRCULO		$S = \pi r^2$ o $S = \frac{\pi d^2}{4}$
ELIPSE	$p = 2 \pi \sqrt{1/2 (a^2 + b^2)}$	$S = \pi \cdot a \cdot b$



3. SISTEMAS DE MEDICIÓN

Sistema sexagesimal: El sistema de medición más usado es el sexagesimal. La medida angular en este sistema, es el ángulo igual a la noventa ava parte del ángulo recto; se llama “grado sexagesimal”, y se lo abrevia 1° . Es decir:

$$\frac{1 \text{ ángulo recto}}{90} = 1^\circ$$

Los grados sexagesimales admiten como submúltiplos el minuto y el segundo sexagesimal:

$$\frac{1^\circ}{60} = 1' \text{ y } \frac{1'}{60} = 1''$$

Sistema centesimal: En este sistema, la unidad de medida es el ángulo igual a la centésima parte del ángulo recto: se llama “grado centesimal” y se lo abrevia 1^G , es decir:

$$\frac{1 \text{ ángulo recto}}{100} = 1^G$$

El grado centesimal admite como submúltiplo el “minuto y el segundo centesimal”. El minuto centesimal, es la centésima parte del grado centesimal, y el segundo centesimal, es la centésima parte del minuto centesimal.

Sistema circular o radial: En este sistema de medición de arcos, se adopta como unidad el “radián”, que es el arco cuya longitud es igual al radio de la circunferencia a que pertenece.

Longitud de la circunferencia = 2π radianes

4. FUNCIONES GONIOMÉTRICAS Y TRIGONOMÉTRICAS

Toda función que dependa de un ángulo, es decir cuya variable independiente es un ángulo, se llama función goniométrica.

Las funciones trigonométricas, constituyen un caso particular de funciones goniométricas, y se pueden expresar mediante razones entre el radio vector, la ordenada y la abscisa.

Dado un ángulo α , si se determina un punto cualquiera en uno de sus lados, el punto P, por ejemplo, y por ese punto se

traza la perpendicular PM, al otro lado, el vértice del ángulo, el punto elegido y el pie de la perpendicular, determinan los tres segmentos siguientes:

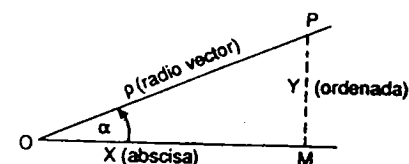


Fig. 88

$\overline{OP}$, que tiene por extremos el vértice del ángulo y el punto P elegido; se llama RADIO VECTOR, y se designa con la letra griega ρ .

$\overline{PM}$, que tiene por extremos el punto elegido y el pie de la perpendicular; se llama ORDENADA, y se designa con la letra y.

$\overline{OM}$, que tiene por extremos el vértice del ángulo y el pie de la perpendicular; se llama ABSCISA, y se designa con la letra x.

Mediante cocientes entre estos tres segmentos, quedan definidas funciones que dependen del ángulo y que se llaman FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS. Ellas son: seno, coseno, tangente, cosecante, secante, y cotangente.

El SENO de un ángulo, es el cociente entre la ordenada y el radio vector correspondiente.

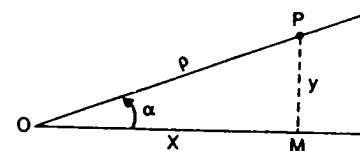


Fig. 89

El SENO del ángulo α , que se abrevia $\text{sen } \alpha$, es el cociente entre la ordenada $PM = y$, y el radio vector $OP = \rho$, es decir:

$$\text{sen } \alpha = \frac{\overline{PM}}{\overline{OP}} = \frac{\text{ordenada}}{\text{radio vector}} = \frac{y}{\rho}$$

El COSENO de un ángulo, es el cociente entre la abscisa y el radio vector correspondiente.

El coseno del ángulo α , que abreviamos $\cos \alpha$, es el cociente entre la abscisa $\overline{OM} = x$, y el radio vector $\overline{OP} = \rho$, es decir:

$$\cos \alpha = \frac{\overline{OM}}{\overline{OP}} = \frac{\text{abscisa}}{\text{radio vector}} = \frac{x}{\rho}$$

La TANGENTE de un ángulo α , es el cociente entre la ordenada y la abscisa correspondiente.

La tangente del ángulo α , que se abrevia $\text{tg } \alpha$, es el cociente entre la ordenada $\overline{PM} = y$, y la abscisa $\overline{OM} = x$, es decir:

$$\text{tg } \alpha = \frac{\overline{PM}}{\overline{OM}} = \frac{\text{ordenada}}{\text{abscisa}} = \frac{y}{x}$$

Al trazar en un ángulo α , el radio vector, la ordenada y la abscisa correspondiente, queda determinado un triángulo rectángulo en el cual

radio vector:	$\rho = \text{hipotenusa}$
ordenada:	$y = \text{cateto opuesto al}$
abscisa:	$x = \text{cateto adyacente al}$

Luego, de acuerdo con las definiciones anteriores, resultan estas otras expresiones:

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{y}{\rho} = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{hipotenusa}}$$

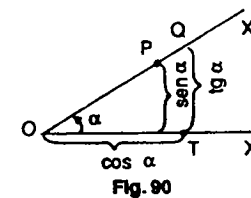
$$\cos \alpha = \frac{x}{\rho} = \frac{\text{cateto adyacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x} = \frac{\text{cateto opuesto}}{\text{cateto adyacente}}$$

5. CIRCUNFERENCIA TRIGONOMÉTRICA

Se considera una circunferencia de centro O , cuyo radio r se adopta como unidad de medida y la semirrecta generadora de ángulos con origen en el centro O de la circunferencia, en su posición inicial $\overline{OX}$.

Si dicha semirrecta se hace girar en el sentido positivo, hasta una posición arbitraria cualquiera, la $\overline{OX'}$, por ejemplo, queda determinado un ángulo central α . Si se adopta como radio vector ρ , el radio $\overline{OP}$ de dicha circunferencia, es decir:



$\rho = \overline{OP} = 1$ unidad de medida, se tiene que:

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{\overline{PM}}{\overline{OP}} \quad \text{y como: } \overline{OP} = 1 \text{ unidad de medida es}$$

$$\operatorname{sen} \alpha = \operatorname{med} \overline{PM} \quad (1)$$

$$\cos \alpha = \frac{\overline{OM}}{\overline{OP}} \quad \text{y como: } \overline{OP} = 1 \text{ unidad de medida es:}$$

$$\cos \alpha = \operatorname{med} \overline{OM} \quad (2)$$

Además, si por el punto T en que la semirrecta origen corta a la circunferencia se levanta la perpendicular a $\overrightarrow{OX}$, ésta corta a $\overrightarrow{OX}$ en el punto Q y quedan determinados así los triángulos rectángulos semejantes $\triangle OMP$ y $\triangle OTQ$; en consecuencia, sus lados homólogos son proporcionales, es decir:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\overline{PM}}{\overline{OM}} = \frac{\overline{QT}}{\overline{OT}} \\ \text{pero: } \frac{\overline{PM}}{\overline{OM}} = \operatorname{tg} \alpha \end{array} \right\} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\overline{QT}}{\overline{OT}}$$

y como: $\overline{OT} = r = 1$ unidad de medida, es:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{med} \overline{OT} \quad (3)$$

Signos del seno, del coseno y de la tangente en los cuatro cuadrantes:

- 1) El radio vector se considera siempre positivo.
- 2) La abscisa y la ordenada se consideran positivas, cuando tienen el sentido correspondiente a los ángulos agudos, es decir, del primer cuadrante. Negativas cuando tienen el sentido opuesto.

El primer cuadrante corresponde a los ángulos que van desde los 0° a los 90° ; segundo cuadrante, para los ángulos desde 90° a 180° ; tercer cuadrante desde 180° a 270° y cuarto cuadrante, desde 270° a 360° .

De acuerdo con lo enunciado precedentemente, graficamos los signos en cada cuadrante:

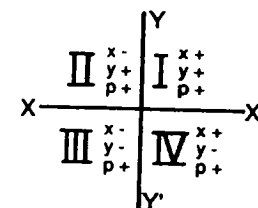


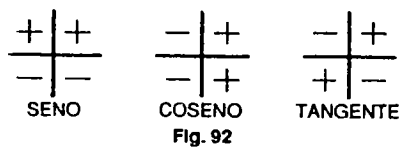
Fig. 91

Como por definición, la función seno es igual al cociente entre la ordenada y el radio vector, y a este último se lo considera siempre positivo, el signo del seno está dado por el de la ordenada; luego, el seno es positivo para ángulos del primero y del segundo cuadrante, y negativo en los otros dos.

La función coseno resulta del cociente entre la abscisa y el radio vector, y como éste se considera siempre positivo, el signo del coseno está dado por el de la abscisa; luego, el coseno es positivo para los ángulos del primero y del cuarto cuadrante, y negativo para ángulos del segundo y del tercer cuadrante.

Como la tangente es el cociente entre la ordenada y la abscisa, el signo de la tangente es positivo o negativo, según que la abscisa y la ordenada, tengan respectivamente iguales o distin-

tos signos; luego, la tangente es positiva para ángulos del primero o del tercer cuadrante, y negativa para ángulos del segundo y del cuarto cuadrante.

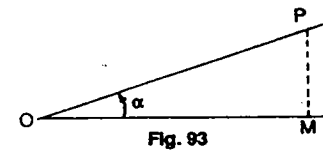


6. VALORES DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS DE LOS ÁNGULOS DE 0° , 30° , 45° , 60° Y 90°

ángulo 0°	seno 0	coseno 1	tangente 0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	no esta definido

7. RELACIONES ENTRE LOS VALORES DE LAS FUNCIONES TRIGONOMÉTRICAS DE LOS ÁNGULOS

a) *De un mismo ángulo:* Entre las funciones trigonométricas de un mismo ángulo, se verifican algunas relaciones fundamentales que se estudian a continuación:



1) Sea un ángulo cualquiera, el α por ejemplo, y $\overline{OP}$; $\overline{PM}$ y $\overline{OM}$, el radio vector, la ordenada y la abscisa, respectivamente. De acuerdo con la definición correspondiente, se tiene:

$$\operatorname{sen} \alpha = \frac{\overline{PM}}{\overline{OP}} \quad \operatorname{sen}^2 \alpha = \frac{\overline{PM}^2}{\overline{OP}^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{\overline{OM}}{\overline{OP}} \quad \cos^2 \alpha = \frac{\overline{OM}^2}{\overline{OP}^2}$$

$$\text{sumando m. a m.: } \operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{\overline{PM}^2}{\overline{OP}^2} + \frac{\overline{OM}^2}{\overline{OP}^2}$$

$$\text{o sea: } \operatorname{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{\overline{PM}^2 + \overline{OM}^2}{\overline{OP}^2} \quad (1)$$

El numerador del segundo miembro, es la suma de los cuadrados de los catetos $\overline{PM}$ y $\overline{OM}$, del triángulo rectángulo $\triangle OMP$; por lo tanto y de acuerdo con el teorema de Pitágoras, es igual al cuadrado de la hipotenusa $\overline{OP}$, es decir:

$$\overline{PM}^2 + \overline{OM}^2 = \overline{OP}^2$$

Reemplazando en la igualdad (1), se tiene:

$$\text{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = \frac{\overline{OP}^2}{\overline{OP}^2}$$

pero: $\frac{\overline{OP}^2}{\overline{OP}^2} = 1$, luego:

$$\boxed{\text{sen}^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1}$$

Ésta es una relación fundamental, que expresa que el seno al cuadrado de un ángulo, más el coseno al cuadrado del mismo ángulo, es igual a 1.

2) Ésta es otra relación fundamental, que expresa que la tangente de un ángulo es igual al cociente entre el seno y el coseno de dicho ángulo.

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{sen } \alpha}{\cos \alpha}$$

3) La relación fundamental de la cotangente dice: la cotangente de un ángulo es igual al cociente entre el coseno y el seno de dicho ángulo.

$$\cotg \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

b) De ángulos complementarios:

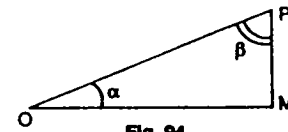


Fig. 94

Si se considera el triángulo rectángulo $\triangle OPM$, donde los ángulos agudos son α y β respectivamente, y donde el ángulo complementario lo designaremos como $90^\circ - \alpha$, o en forma general como

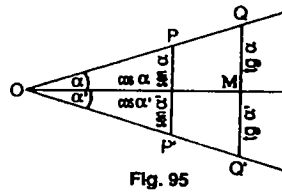
$$\frac{\pi}{2} - \alpha, \text{ tendremos:}$$

1) el seno de un ángulo es igual al coseno del complementario: $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$;

2) el coseno de un ángulo es igual al seno del complementario: $\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$;

3) la tangente de un ángulo es igual a la cotangente del complementario: $\tg(90^\circ - \alpha) = \cotg \alpha$.

c) De dos ángulos opuestos:

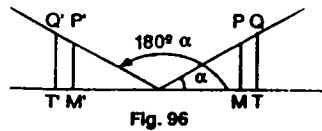


Designamos al ángulo opuesto como α' .

Las funciones trigonométricas de dos ángulos opuestos tienen igual valor absoluto, pero signos contrarios, a excepción del coseno y de la secante, que también conservan el signo.

- 1) $\cos \alpha' = \cos \alpha$
- 2) $\sin \alpha' = -\sin \alpha$
- 3) $\operatorname{tg} \alpha' = -\operatorname{tg} \alpha$

d) De dos ángulos suplementarios:



Al ángulo suplementario, lo designaremos como: $180^\circ - \alpha$; en términos generales, se lo suele designar como: $\pi - \alpha$.

Las funciones trigonométricas de dos ángulos suplementarios tienen igual valor absoluto, pero distinto signo, excepto el seno y la cosecante, que conservan el signo.

- 1) $\sin (180^\circ - \alpha) = \sin \alpha$
- 2) $\cos (180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$
- 3) $\operatorname{tg} (180^\circ - \alpha) = -\operatorname{tg} \alpha$

8. REDUCCIÓN AL PRIMER CUADRANTE

Dado un ángulo, que en valor absoluto es mayor que un recto, reducirlo al primer cuadrante significa encontrar un ángulo del primer cuadrante cuyas funciones trigonométricas estén vinculadas con las del ángulo dado, por alguna relación conocida. Como en las tablas figuran las funciones trigonométricas de los ángulos del primer cuadrante, una vez conocida la reducción al primer cuadrante, se está en condiciones de determinar las funciones correspondientes a un ángulo cualquiera.

Considerando ángulos positivos, los casos que se pueden presentar son los siguientes:

Primer caso: El ángulo considerado α , es del segundo cuadrante, es decir que es mayor de 90° y menor de 180° .

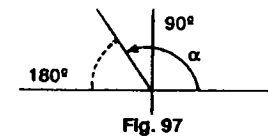


Fig. 97

En este caso, se determina el ángulo suplementario $(180^\circ - \alpha)$.

Tomemos como ejemplo, $\alpha = 120^\circ$; su suplementario es igual a: $180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$, y teniendo en cuenta las funciones trigonométricas de ángulos suplementarios, se tiene:

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} 120^\circ &= \operatorname{sen} (180^\circ - 120^\circ) = \operatorname{sen} 60^\circ \\ \cos 120^\circ &= -\cos (180^\circ - 120^\circ) = -\cos 60^\circ \\ \operatorname{tg} 120^\circ &= -\operatorname{tg} (180^\circ - 120^\circ) = -\operatorname{tg} 60^\circ\end{aligned}$$

Recordando los valores de las funciones trigonométricas de 60° , resulta:

$$\operatorname{sen} 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos 120^\circ = -\frac{1}{2}$$

$$\operatorname{tg} 120^\circ = -\sqrt{3}$$

Segundo caso: El ángulo considerado α , es del tercer cuadrante, es decir, es mayor de 180° y menor de 270° .

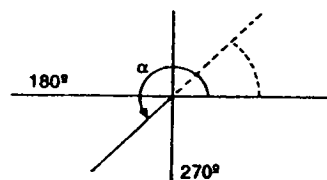


Fig. 98

Se determina el ángulo $(\alpha - 180^\circ)$ o sea $(\alpha - \pi)$, que resulta del primer cuadrante, y cuyas funciones trigonométricas están vinculadas con las del ángulo dado α , por las relaciones entre los ángulos que difieren de π .

Se calculan las funciones trigonométricas del ángulo $\alpha = 212^\circ$.

El ángulo correspondiente del primer cuadrante es:

$$212^\circ - 180^\circ = 32^\circ$$

Teniendo en cuenta las relaciones entre las funciones trigonométricas de los ángulos que difieren en π , se puede establecer que:

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} 212^\circ &= -\operatorname{sen} (212^\circ - 180^\circ) = -\operatorname{sen} 32^\circ \\ \cos 212^\circ &= -\cos (212^\circ - 180^\circ) = -\cos 32^\circ \\ \operatorname{tg} 212^\circ &= \operatorname{tg} (212^\circ - 180^\circ) = \operatorname{tg} 32^\circ\end{aligned}$$

Buscando en las tablas de valores naturales de las funciones trigonométricas, se pueden leer directamente los valores del seno, coseno, y tangente de 32° , que resultan ser:

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} 32^\circ &= 0,52992, \text{ por lo tanto: } \operatorname{sen} 212^\circ = -0,52992 \\ \cos 32^\circ &= 0,84805, \text{ por lo tanto: } \cos 212^\circ = -0,84805 \\ \operatorname{tg} 32^\circ &= 0,62487, \text{ por lo tanto: } \operatorname{tg} 32^\circ = 0,62487\end{aligned}$$

Tercer caso: El ángulo considerado α , es del cuarto cuadrante, es decir que es mayor de 270° y menor de 360° .

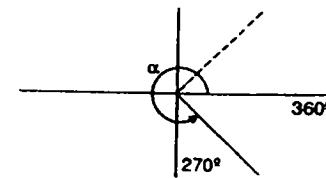


Fig. 99

En este caso, se determina el ángulo diferencia entre el ángulo dado y 360° , obteniéndose así un ángulo negativo, cuyo valor absoluto es menor que 90° , y cuyas funciones trigonométricas son iguales a las del ángulo dado α , por diferencia en 2π .

Pero las funciones trigonométricas de este ángulo negativo, están vinculadas directamente con las del ángulo positivo de igual valor absoluto del primer cuadrante, por ser ángulos opuestos; luego tenemos:

$$\alpha = 315^\circ$$

$$\text{Se determina el ángulo } (\alpha - 360^\circ) = (315^\circ - 360^\circ) = -45^\circ$$

Luego, las funciones trigonométricas de 315° , son iguales a las funciones trigonométricas de -45° ; pero a su vez, las funciones de este ángulo están vinculadas con las de 45° , de acuerdo con el principio de ángulos opuestos, por las relaciones:

$$\text{sen } (-45^\circ) = -\text{sen } 45^\circ$$

$$\cos (-45^\circ) = \cos 45^\circ$$

$$\text{tg } (-45^\circ) = -\text{tg } 45^\circ$$

luego:

$$\text{sen } 315^\circ = \text{sen } (-45^\circ) = -\text{sen } 45^\circ = -\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos 315^\circ = \cos (-45^\circ) = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{tg } 315^\circ = \text{tg } (-45^\circ) = -\text{tg } 45^\circ = -1$$

9. TEOREMA DEL COSENO

En todo triángulo, el cuadrado de uno cualquiera de sus lados, es igual a la suma de los cuadrados de los otros dos lados, menos el doble producto de los mismos, por el coseno del ángulo comprendido entre ellos.

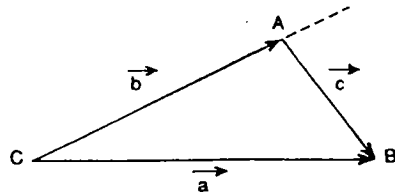


Fig. 100

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A} \\ b^2 &= a^2 + c^2 - 2ac \cos \hat{B} \\ c^2 &= a^2 + b^2 - 2ab \cos \hat{C} \end{aligned}$$

10. TEOREMA DEL SENO

En todo triángulo, los lados son proporcionales a los senos de los ángulos opuestos.

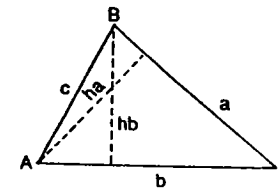


Fig. 101

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}}$$

11. RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS RECTÁNGULOS

Primer caso: Resolver un triángulo rectángulo conociendo la hipotenusa y un ángulo agudo.

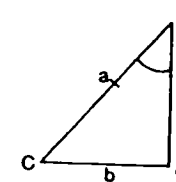


Fig. 102

Datos: lado a , y ángulo $\hat{B}$

Incógnitas: lados b y c , y ángulo $\hat{C}$

$$\hat{C} = 90^\circ - \hat{B}$$

$$\text{sen } \hat{B} = \frac{b}{a}, \text{ por lo tanto, } b = a \cdot \text{sen } \hat{B}$$

$$\cos \hat{B} = \frac{c}{a}, \text{ por lo tanto, } c = a \cdot \cos \hat{B}$$

Segundo caso: Resolver un triángulo rectángulo, conociendo un cateto y un ángulo agudo.

a) Dado un cateto y el ángulo agudo opuesto.

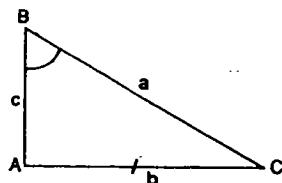


Fig. 103

Datos: lado b y ángulo $\hat{B}$

Incógnitas: lados a y c , y ángulo $\hat{C}$

$$\hat{C} = 90^\circ - \hat{B}$$

$$\text{sen } \hat{B} = \frac{b}{a}, \text{ por lo tanto, } a = \frac{b}{\text{sen } \hat{B}}$$

$$\operatorname{tg} \hat{B} = \frac{b}{c}, \text{ por lo tanto, } c = \frac{b}{\operatorname{tg} \hat{B}}$$

b) Dado un cateto y el ángulo adyacente.

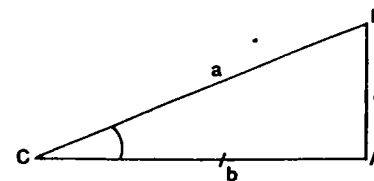


Fig. 104

Datos: lado b y ángulo $\hat{C}$

Incógnitas: lados a y c, y ángulo $\hat{B}$

$$\hat{B} = 90^\circ - \hat{C}$$

$$\cos \hat{C} = \frac{b}{a}, \text{ por lo tanto, } a = \frac{b}{\cos \hat{C}}$$

$$\operatorname{tg} \hat{C} = \frac{c}{b}, \text{ por lo tanto, } c = b \cdot \operatorname{tg} \hat{C}$$

Tercer caso: Resolver un triángulo rectángulo, conociendo la hipotenusa y un cateto.

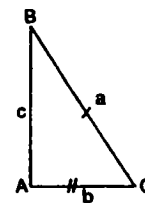


Fig. 105

Datos: hipotenusa a y el lado b

Incógnitas: lado c y ángulos $\hat{B}$ y $\hat{C}$.

Se calcula c de acuerdo con el corolario del teorema de Pitágoras:

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

$$\text{sen } \hat{B} = \frac{b}{a},$$

obteniendo el seno por medio de las tablas de funciones trigonométricas se saca el ángulo;

$$\cos \hat{C} = \frac{b}{a},$$

de igual modo que el anterior.

Cuarto caso: Resolver un triángulo rectángulo, conociendo los dos catetos.

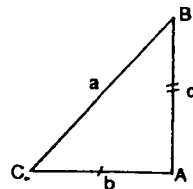


Fig. 106

Datos: lados b y c

Incógnitas: lado a y ángulos $\hat{B}$ y $\hat{C}$

Cálculo de a , utilizando el corolario del teorema de Pitágoras:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

$$\operatorname{tg} \hat{B} = \frac{b}{c}$$

$$\operatorname{tg} \hat{C} = \frac{c}{b}$$

12. RESOLUCIÓN DE TRIÁNGULOS OBLICUÁNGULOS

Primer caso: Resolver un triángulo oblicuángulo, conociendo un lado y dos ángulos.

a) un lado y los dos ángulos adyacentes:

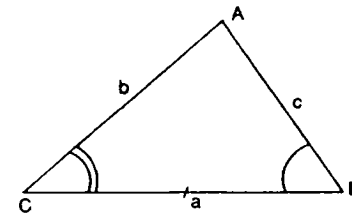


Fig. 107

Datos: lado a y ángulos $\hat{B}$ y $\hat{C}$

Incógnitas: lados b y c , y ángulo $\hat{A}$

$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ, \text{ por lo tanto, } \hat{A} = 180^\circ - (\hat{B} + \hat{C})$$

Cálculo de b :

$$\frac{b}{\text{sen } \hat{B}} = \frac{a}{\text{sen } \hat{A}}, \text{ por lo tanto, } b = \frac{a \cdot \text{sen } \hat{B}}{\text{sen } \hat{A}}$$

Cálculo de c:

$$\frac{c}{\text{sen } \hat{C}} = \frac{a}{\text{sen } \hat{A}}, \text{ por lo tanto, } c = \frac{a \cdot \text{sen } \hat{C}}{\text{sen } \hat{A}}$$

b) un lado, un ángulo adyacente y el ángulo opuesto:

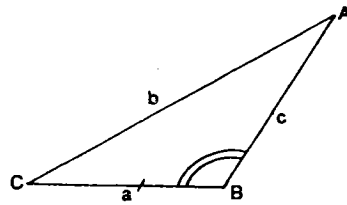


Fig. 108

Datos: lado a y ángulos $\hat{A}$ y $\hat{B}$

Incógnitas: lados b y c, y ángulo $\hat{C}$

$$\hat{C} = 180^\circ = (\hat{A} + \hat{B})$$

Cálculo de b:

$$\frac{b}{\text{sen } \hat{B}} = \frac{a}{\text{sen } \hat{A}}, \text{ por lo tanto, } b = \frac{a \cdot \text{sen } \hat{B}}{\text{sen } \hat{A}}$$

Cálculo de c:

$$c = \frac{a \cdot \text{sen } \hat{C}}{\text{sen } \hat{A}}$$

Segundo caso: Resolver un triángulo oblicuángulo, conociendo dos lados y el ángulo correspondiente.

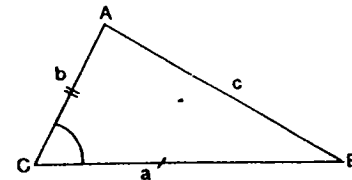


Fig. 109

Datos: lados a y b , y ángulo $\hat{C}$
 Incógnitas: lado c , y ángulos $\hat{A}$ y $\hat{B}$
 Cálculo de $\hat{C}$:

$$\hat{A} + \hat{B} = 180^\circ - \hat{C}$$

Para determinar cada una de estas dos incógnitas $\hat{A}$ y $\hat{B}$, es preciso establecer otra relación que las vincule.

Sería conveniente conocer la diferencia de las mismas; el teorema que vincula la suma con la diferencia de los ángulos es el teorema de las tangentes, que aplicado a los ángulos $\hat{A}$ y $\hat{B}$ es:

$$\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\hat{A} + \hat{B}}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\hat{A} - \hat{B}}{2}}$$

por lo tanto: $\operatorname{tg} \frac{\hat{A} - \hat{B}}{2} = \frac{a-b}{a+b} \cdot \operatorname{tg} \frac{\hat{A} + \hat{B}}{2}$

donde se elige la que hace corresponder el lado a , como minuendo, dado que el lado a , es mayor que el lado b :

Damos valores para el ejemplo: $a = 4530$ m, $b = 2614$ m.

$\hat{C} = 62^\circ 38'$, por lo tanto: $\hat{A} + \hat{B} = 180^\circ - 62^\circ 38'$, $\hat{A} + \hat{B} = 117^\circ 22'$

$$\operatorname{tg} \frac{\hat{A} - \hat{B}}{2} = \frac{4530 \text{ m} - 2614 \text{ m}}{4530 \text{ m} + 2614 \text{ m}} \cdot \operatorname{tg} \frac{117^\circ 22'}{2}$$

$$\hat{A} - \hat{B} = 47^\circ 34' 42''$$

$$\hat{A} + \hat{B} = 117^\circ 22'$$

$$\hat{A} - \hat{B} = 47^\circ 34' 42''$$

Sum. m. a m.

rest. m. a m.

$$2\hat{A} = 164^\circ 56' 42''$$

$$2\hat{B} = 69^\circ 47' 18''$$

$$\hat{A} = 82^\circ 28' 21''$$

$$\hat{B} = 34^\circ 53' 39''$$

Cálculo de c :

$$\frac{c}{\operatorname{sen} \hat{C}} = \frac{a}{\operatorname{sen} \hat{A}}, \text{ por lo tanto, } c = \frac{a \cdot \operatorname{sen} \hat{C}}{\operatorname{sen} \hat{A}}$$

Tercer caso: Resolver un triángulo oblicuángulo, conociendo los tres lados:

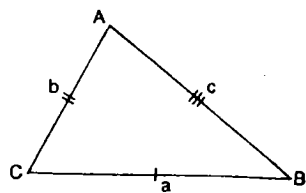


Fig. 110

Datos: lados a , b y c

Incógnitas: los ángulos $\hat{A}$, $\hat{B}$, $\hat{C}$

La fórmula base a aplicar es:

$$\operatorname{tg} \frac{\hat{A}}{2} = \frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\hat{B}}{2} = \frac{(p-a)(p-c)}{p(p-b)}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\hat{C}}{2} = \frac{(p-a)(p-b)}{p(p-c)}$$

Para averiguar $\hat{A}$, $\hat{B}$ y $\hat{C}$, al resultado obtenido aplicando las fórmulas desarrolladas, se lo multiplica por 2, ya que lo que realmente calculamos es el semi-ángulo.

Cuarto caso: Resolver un triángulo oblicuángulo, conocidos dos de los lados y el ángulo opuesto a uno de ellos.

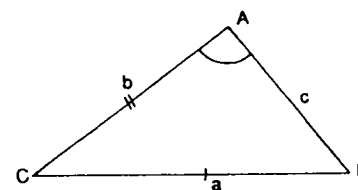


Fig. 111

Datos: lados a y b ; ángulo $\hat{A}$
Incógnitas: lado c ; ángulos $\hat{B}$ y $\hat{C}$
Cálculo de $\hat{B}$

$$\frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{a}{\sin \hat{A}}, \text{ por lo tanto, } \sin \hat{B} = \frac{b \cdot \sin \hat{A}}{a}$$

Cálculo de $\hat{C}$

$$\hat{C} = 180^\circ - (\hat{A} + \hat{B})$$

Cálculo de c

$$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{c}{\sin \hat{C}}, \text{ por lo tanto, } c = \frac{a \cdot \sin \hat{C}}{\sin \hat{A}}$$

GLOSARIO BALÍSTICO-PERICIAL

En el presente anexo se incluyen términos técnicos de carácter balístico o pericial empleados en el texto de la obra, o bien de uso frecuente en cualquiera de estas dos disciplinas. En muchos casos aparecerán definiciones ya expuestas como tales en el texto, contribuyendo con dicha reiteración a que el lector pueda identificar los vocablos en cuestión cuando los mismos sean utilizados en otra parte de la obra que en aquella donde se definen. En otros, se tratará de la de términos utilizados en la exposición, sin que se hayan definido con exactitud en el contexto en que se citan. En ambos casos, los significados expuestos hacen alusión directa a los fines del trabajo realizado para posibilitar una mejor comprensión por parte del lector de la semántica técnica empleada, dejando de lado de manera intencional otras significaciones que pudieran caber a los vocablos utilizados.

A

- AGUJA PERCUTORA:** Parte anterior del percutor (en forma de púa) que golpea el fulminante del proyectil cuando éste es empujado por el martillo.
- AHUMAMIENTO:** Llamado también falso tatuaje, desaparece con el lavado. Acaecidos juntamente la salida del proyectil, la del grano de pólvora y el fogonazo, se denomina ahumamiento la disposición alrededor del orificio de entrada del humo producido por la pólvora al deflagrar.
- ALMACÉN CARGADOR:** Lugar del arma donde se aloja el cargador (peine o proyectiles), previamente a su penetración en la recámara, donde ya se encuentra listo para ser disparado.
- ALVÉOLO:** Orificio del tambor del revólver donde se aloja el proyectil listo para ser disparado.
- ANASTOMOSARSE:** Comunicarse entre sí dos vasos o nervios.
- ÁNGULO DE CHOQUE O DE PENETRACIÓN:** Es el ángulo formado por la horizontal del orificio de entrada (en este caso el cuerpo se considera siempre en posición vertical al suelo) y la trayectoria del proyectil.
- ÁNGULO DE DESPLAZAMIENTO:** Es igual al ángulo de inclinación (*ver* ángulo de inclinación).
- ÁNGULO DE INCIDENCIA:** Es el ángulo formado por la horizontal del orificio de entrada —teniendo en cuenta la posición del cuerpo en el momento de recibir el impacto— y la trayectoria del proyectil.
- ÁNGULO DE INCLINACIÓN:** Es el ángulo formado entre la vertical al piso en el orificio de entrada, y la recta que representa la misma vertical

—en el momento de recibir el impacto— y que pasa por el mismo orificio de entrada.

ÁNGULO DE OSCILACIÓN: Es el ángulo formado por la horizontal en el punto que representa el centro de gravedad del proyectil y la recta que une ese punto con el punto medio de la ojiva.

ÁNGULO DE TIRO: Es el ángulo formado por la horizontal al suelo en la boca de fuego, y la trayectoria del proyectil.

ANILLO DE CONTUSIÓN: Llamado también halo de contusión, consiste en las marcas o señales producidas por el impacto en la piel alrededor del orificio de entrada; es una lesión contusa producida por la destrucción de los vasos que circundan la herida.

ANILLO DE CHAVIGNY: Es el denominado halo de enjugamiento, llamado de esta manera por ser el apellido del científico que lo observó por primera vez.

ANILLO DE ENJUGAMIENTO: Son los restos de residuos (aceite, suciedad, grasa, etc.) que quedan circundando el orificio de entrada cuando el proyectil ha penetrado.

ANILLO DE FISCH: Es un fenómeno que se produce en el orificio de entrada, y está compuesto por el halo de contusión y el halo de enjugamiento.

ANILLO DE THOINOT: Es el denominado halo de contusión, llamado de esta manera por ser el apellido del científico que lo observó por primera vez.

ÁNIMA: Es la parte interna del cañón del arma de fuego.

ARMA CORTA O DE PUÑO: Es el arma que puede ser disparada accionándola con una sola mano, como la pistola, el revólver, el pistolón, etcétera.

ARMA DE REPETICIÓN: Es un arma de multicarga. Los varios proyectiles almacenados son disparados uno tras otro, mediante la acción sucesiva en la cola del disparador.

B

BAGUETA: Algunas armas tienen debajo del cañón una pieza denominada de esta manera, que suele estar al mismo nivel, y que sirve para ajustar el tambor (en el caso de los revólveres), o bien como guía de la corredera en algunas pistolas.

BALA SANGUÍNEA: Es un término muy utilizado en la semántica técnica centroamericana, y está referido a aquellas balas que producen en la

víctima un gran desgarró, con la consecuente abundante hemorragia (balas DUM-DUM o similares).

BALÍSTICA: Es el estudio de las causas que producen los efectos que se originan al ser disparado un proyectil, desde la boca de carga del arma de fuego hasta el final de su trayectoria o recorrido.

BALÍSTICA APLICADA: Consiste en el análisis e investigación de manera exhaustiva para cada caso, tomando como base para ello los conceptos que en tal sentido emanan de las ciencias exactas; es decir las mediciones, complementadas por el razonamiento y la experiencia.

BALÍSTICA DE EFECTO: Se entiende de esta manera el estudio del daño producido por el proyectil dentro del cuerpo de la víctima.

BALÍSTICA MAGISTRAL: Se entiende por tal el estudio y la investigación de los fenómenos balísticos, partiendo de principios generales. Es amplia y no determinante; es abarcativa, y los márgenes de posibilidades comprenden un espectro muy amplio.

BALÍSTICA MILITAR DE ARRIBO O DE EFECTO: (Ver balística). En este caso se incluyen armas largas, pesadas, teledirigidas, etc., y todo aquello que sea de uso militar. Las trayectorias generalmente son curvas por cuanto abarcan distancias muy largas.

BALÍSTICA SECULAR: Que ocurrió en el siglo pasado o anteriores. Es la balística que estudia la trayectoria médico-legal.

BAR: Es una unidad de presión de origen inglés, y equivale a la presión de un millón de dinas/cm² o megabarias.

BOCA DE CARGA: Se denominan de esta manera la parte anterior del cañón y la parte posterior de la recámara. Constituye el punto de origen de la trayectoria del proyectil.

BOCA DE FUEGO: Está constituida por la parte posterior del cañón. En ella convergen el punto final de la trayectoria interna y el punto de origen de la trayectoria externa.

BOCA DE MINA: Como consecuencia de que un disparo haya sido efectuado desde muy corta distancia y sobre un plano cutáneo situado sobre otro óseo, los gases de la pólvora, que salen juntamente con el proyectil, al encontrar resistencia para expandirse vuelven hacia atrás, desgarrando la piel por estallido. El orificio adopta entonces una forma estrellada, con los tejidos subcutáneos ennegrecidos y todos los elementos que constituyen el tatuaje depositados en el interior, configurándose el llamado *golpe de mina* de Hofmann, denominado por algunos autores como *boca de mina*.

BOLSA SANGUÍNEA: Se denomina de esta manera a los hematomas de gran tamaño.

C

- CABECEO:** Consiste en el movimiento de un barco de proa a popa y viceversa.
- CALIBRE:** Del árabe *calib*: es el equivalente a molde. Consiste en la distancia entre dos macizos opuestos dentro del cañón del arma de fuego.
- CALIBRE CORTO:** Se aplica a las municiones y significa que el proyectil es más chico que el largo, y por consiguiente la bala tiene el mismo diámetro pero más corto.
- CALIBRE ESPECIAL:** Se aplica a las municiones más potentes, con mayor carga de propulsión, y por consiguiente con mayor velocidad inicial.
- CALIBRE LARGO:** Por contraposición al calibre corto, en este caso la bala posee el mismo diámetro aunque el largo es mayor, por lo tanto tiene mayor masa, y aumenta su energía cinética.
- CAMPO CIRCUNDANTE:** Es la superficie que rodea un campo determinado, como puede ser el orificio de entrada.
- CAMPO DE MACIZO:** Consiste en la superficie del macizo existente entre dos estrías. Es de suma importancia para la identificación del proyectil.
- CAÑÓN:** Es un componente del arma, también denominada tubo. Está construida de un material sumamente resistente, que en algunos casos es de acero-vanadio. Es el lugar que recorre el proyectil durante toda su trayectoria interna.
- CÁPSULA DETONANTE:** Es el recipiente donde se encuentra alojado el detonante.
- CÁPSULA FULMINANTE DEL CARTUCHO:** En este caso, fulminante es sinónimo de detonante (*ver* cápsula detonante).
- CARGA DE PROPULSIÓN:** Es la pólvora que se encuentra alojada en la vaina de la munición, y que al encenderse libera una gran cantidad de gases que impulsan la bala.
- CARGADOR:** Instrumento para cargar los cañones y otras armas de fuego. Chapa de hoja rectangular de lata, con los bordes longitudinales doblados hacia adentro para colocar en ellos las balas.
- CARTUCHO:** Está compuesto por una vaina y un fulminante.
- CILINDRO:** Tubo; cuerpo cilíndrico.
- CLIVAJE:** Planos de distintos niveles.
- COEFICIENTE BALÍSTICO:** Es la relación entre el peso, el diámetro y el coeficiente, de acuerdo con la forma del proyectil: $C_b = D_s (1/K)$; K es un aditamento que depende de la forma del proyectil; su valor será mayor para las balas esféricas y menor para las ojivales.

CONTUSIÓN PROFUNDA: Herida profunda.

CORTO RECORRIDO O RETROCESO DEL CAÑÓN: En las armas automáticas y semiautomáticas, una vez efectuado el disparo se presenta una porción de gases empujando hacia atrás, con lo cual desplazan hacia ese lugar el cañón y la corredera, a fin de expeler la vaina servida y cargar nuevamente.

CORREDERA: Es un componente de la mayor parte de las armas automáticas y semiautomáticas —como por ejemplo la pistola— que en su interior guardan el cañón.

CULOTE: Se denomina de esta manera la parte posterior de las balas y de las vainas.

D

DENSIDAD SECCIONAL: Es la relación entre el peso y el diámetro del proyectil, y su fórmula es: $Ds = (P/d^2)$, donde Ds = densidad seccional, P = peso, y d = diámetro.

DESCARGA: Fuego que se realiza de una sola vez.

DIÁMETRO: Es la línea recta que pasando por el centro de la circunferencia la divide en dos partes iguales.

DISPARADOR: Es la parte del arma donde se presiona con el dedo para efectuar el disparo.

DISPARO A BOCA DE JARRO: Es el disparo efectuado con la boca del arma aplicada contra el cuerpo de la víctima, en contacto con la piel de la misma.

DISPARO A QUEMARROPA: Es el disparo efectuado dentro de la distancia que para cada tipo de arma y carga del proyectil ocasiona quemaduras del plano de ropa o corporal, aproximadamente 5 cm para pistola (munición cargada con pólvora blanca, y un poco más si se trata de carga con pólvora negra).

DISPARO TESTIGO: Es el disparo que se efectúa con un arma sospechosa y que sirve para comparar con los proyectiles secuestrados en el hecho.

E

EFEECTO: Es el resultado de la acción de una causa. Configura el daño y los fenómenos producidos por un proyectil sobre el cuerpo de la víctima o sobre cualquier otro cuerpo.

EFEECTO DE CAMPANA: En los proyectiles supersónicos constituye un fenó-

meno que se produce en todo su volumen cuando los mismos atraviesan las capas de aire y pierden su equilibrio los átomos que componen dichas capas.

EFFECTO DE REBOTE: Son los daños y fenómenos que produce un proyectil sobre un cuerpo determinado, cuando previamente a impactar sobre el mismo rebotó en otro cuerpo.

EJE: Es la línea que divide por mitades la anchura de una cosa.

EJE LONGITUDINAL: Es la línea que divide por mitades el largo de una cosa.

EMBOCADURA: Consiste en la acción y el efecto producido por ella al embocar algo por un sitio estrecho (por ej., la parte anterior de una vaina).

EMPUÑADURA: Es el puño del arma.

ENERGÍA CINÉTICA: Es la energía que posee un cuerpo debido a su movimiento.

ENERGÍA CINÉTICA RESIDUAL: Los proyectiles tienen su mayor energía cinética en la boca del arma de fuego. A medida que se van alejando de la misma dicho valor comienza a disminuir. En un punto cualquiera de su trayectoria en el que se quiera conocer su valor, el mismo se denominará energía cinética residual.

EQUIMOSIS: Consiste en la rotura de vasos sanguíneos con infiltración de sangre en los tejidos circundantes.

ESPALDAR O MURALLA DE CONTENCIÓN: Es la parte posterior de la recámara.

ESPASMO CADAVERÍCO: Es la actitud que habiendo sido adoptada por el sujeto de manera voluntaria, queda fijada instantáneamente al sobrevenir la muerte bruscamente, ya que no existe en este caso paso por la etapa de relajación muscular.

ESTAMPIDO: Ruido fuerte y seco.

ESTRÍA: Acanaladura o media caña en hueco labrado verticalmente. En general cualquiera de las acanaladuras o rayas que tienen algunos cuerpos. Acanaladura dentro del cañón del arma de fuego, que sirve para dar estabilidad y dirección al proyectil.

ESTRIADO: Cuerpo con estrías.

ESTRIADO HELICOIDAL: Acanaladura en forma de hélice que va rotando hacia la derecha o hacia la izquierda.

EXTRACTOR: Mecanismo que tienen las armas de fuego con el objeto de sacar de la recámara las vainas servidas.

EYECTOR: Pieza plana fijada en el armazón, que luego de producido el disparo y al desplazarse la corredera hacia atrás, golpea el culote del cartucho arrojándolo hacia el exterior.

F

FIADOR: Palanca del mecanismo de un arma de fuego que transmite el movimiento de la cola del disparador al martillo.

FORMA DE ESTRELLA: Herida que produce un proyectil y que al desgarrar la piel produce un formato punteado parecido a una estrella.

FUENTE DE FUEGO: Es el arma que produce disparos de proyectiles.

FUERZA DE APRETADO: Es la fuerza ejercida sobre la vaina para apretar la bala.

FUERZA VIVA: Es la fuerza o energía cinética que tiene un proyectil al impactar.

FRENO DE BOCA: Dispositivo que llevan algunas armas automáticas, y que capitalizando los gases que salen por la boca del arma los utiliza para evitar en parte el retroceso de la misma.

FULMINANTE: Explosivo que estalla al ser golpeado por la aguja o el martillo del arma, y que al alcanzar una temperatura de 2000 grados centígrados, pasa por los oídos de la vaina encendiendo la pólvora que provoca la propulsión del proyectil. Se encuentra instalado en la parte posterior de la vaina.

G

GOLPE DE MINA DE HOFMANN: *Ver* boca de mina.

GOLLETE: Es la unión del proyectil con el cartucho.

GONIÓN: Vértice del ángulo del maxilar inferior.

GRADO DE VASCULACIÓN: Producción de vasos; aumento del número de vasos; vascularización.

GRAINS: Unidad de peso del proyectil. Un grains equivale a 0,0647 gramos.

GRANOS DE PÓLVORA: Son los granos de pólvora no deflagrados, que al salir juntamente con el proyectil conforman el tatuaje.

H

HALO DE CONTUSIÓN: *Ver* anillo de contusión.

HALO DE ENJUGAMIENTO: *Ver* anillo de enjugamiento.

HALO DE ENJUGAMIENTO O INTERNO: Se lo suele denominar de esta manera por presentarse alrededor del orificio de entrada, en la parte interna del llamado anillo de Fisch.

HALO EQUIMÓTICO: *Ver* equimosis.

HALO EXTERNO DE CONTUSIÓN O CONTUSO EROSIVO: Se lo suele denominar de esta manera por presentarse alrededor del orificio de entrada, en la parte externa del llamado anillo de Fisch.

HALO HEMORRÁGICO VISCERAL: A nivel de los órganos viscerales, es un anillo contuso dispuesto excéntricamente al orificio de entrada, observándose en disparos efectuados desde corta distancia.

HERIDA CONTUSA: Es la que se produce cuando un cuerpo contundente ejerce sobre la persona golpeada una presión tal que desgarra la piel.

J

JOULE: Unidad de energía equivalente al trabajo que se debe efectuar para levantar un peso de 98 gramos hasta una altura de un metro ($1 \text{ joule} = 1 \text{ Kgm/9,8}$).

L

LECHUCERO: Modismo popular para identificar los revólveres que para efectuar la carga de proyectiles se abren desde arriba, permaneciendo el tambor en su lugar. También se lo denomina *de desgañotar*.

LEYES DE FILHOS-LANGER: Estos dos científicos determinaron que las fibras elásticas de la epidermis y de la dermis tratan de volver a su posición inicial, aun cuando sean agredidas por el paso de un proyectil; ello determina el hecho de que los orificios de entrada en algunos lugares del cuerpo de la víctima no presenten forma circular sino ovoidal.

LÍNEA DE IMPACTO: Es la línea imaginaria que partiendo de la boca del arma de fuego llega al blanco, donde produce el punto de impacto. En los disparos efectuados desde corta distancia es una línea recta, mientras que en los realizados desde larga distancia su forma es curva.

LÍNEA DE MIRA: Es la línea recta imaginaria que une la abertura o ranura media del alza con la cúspide del guión del arma.

- LÍNEA DE TIRO:** Es la línea recta imaginaria que partiendo del ojo del tirador, pasa por la abertura o ranura media del alza, se prolonga por la cúspide del guión y finaliza en el punto a apuntar, es decir el blanco.
- LÍNEAS DE LANGER Y DE KRAISSL:** Las fibras elásticas de la dermis se disponen en líneas cuyo esquema trazó Langer en 1861. En 1892 T. Kocher indicó que para obtener una buena cicatriz la incisión se debe emplazar paralelamente a las líneas de Langer.

M

- MACIZO:** En los cañones estriados la superficie sobrerrelieve de esas estrías se denomina macizo.
- MARTILLO:** Es la parte del arma de fuego que golpea contra el percutor para efectuar el disparo.
- MARTILLO EXTERIOR:** Es el que se encuentra a la vista.
- MARTILLO INTERIOR:** Es el que no se puede ver por estar dentro del chasis.
- MASA:** Es la cantidad de materia que forma un cuerpo.
- MÉTODO POR DESCARTE:** Es un sistema utilizado por el autor de esta obra para disminuir las múltiples variedades de los hechos y poder analizar las más probables.
- MUNICIÓN:** Está conformada por el conjunto de fulminante, carga de propulsión, cartucho o vaina, y proyectil o bala.

O

- OÍDOS:** Son los orificios que comunican el fulminante con la carga de propulsión.
- OJIVA:** Figura formada por dos arcos de círculo de igual radio y magnitud, que se cortan volviendo la concavidad el uno hacia el otro. Forma de la bala que termina en punta.
- ORIFICIO DE ENTRADA:** Es el orificio por el cual penetra el proyectil.
- ORIFICIO DE ENTRADA SECUNDARIO:** Es el orificio por el cual penetra el proyectil en la víctima por segunda vez, luego de haberlo atravesado.
- ORIFICIO DE SALIDA:** Es el orificio por el cual sale el proyectil que había penetrado en un cuerpo.

P

PALANCA DEL DISPARADOR: Más conocido como cola del disparador, es la parte del arma de fuego sobre la cual ejerce presión el dedo del tirador para efectuar el disparo.

PALANCA DEL FIADOR: Es la parte interna del arma de fuego que forma parte del mecanismo de disparo, y que cuando se acciona la cola del disparador, libera el martillo, actuando como un balancín.

PERCUTOR: *Ver* aguja percutora.

PESTAÑA DEL CULOTE: La parte inferior de las vainas presenta un hundimiento y a continuación una superficie saliente denominada pestaña del culote, cuya función consiste en que la uña extractora saque las vainas servidas de las armas automáticas y semiautomáticas.

PISTOLA: Antiguamente se utilizaba esta denominación como sinónimo de *arma corta*. Ellas pueden ser: *ordinarias*, utilizadas en la actualidad sólo para duelos; *de repetición*; *automáticas*, son las armas de repetición en las que la fuerza de retroceso de los gases producidos con cada disparo determina el pasaje de un nuevo proyectil del cargador a la recámara, ya listo para producir un nuevo disparo.

PRIMER DESCANSO: Es un seguro con el que cuenta la mayor parte de las pistolas, denominado seguro de medio martillo o de primer descanso.

PROYECTIL: Se denomina de esta manera a todo cuerpo arrojadizo, como por ejemplo saeta, dardo, lanza, piedra, granada, bala, etcétera.

PROYECTIL ENCAMISADO: Son proyectiles mayormente de uso militar; constan de un núcleo generalmente de plomo, y se encuentran envueltos en otro material, como la aleación de cobre al 90% y zinc al 10%, llamado latón militar.

PROYECTILES SUBSÓNICOS: Son los proyectiles cuya velocidad inicial es menor que la velocidad del sonido (340 m/s).

PROYECTILES SUPERSÓNICOS: Son los proyectiles cuya velocidad inicial es mayor que la velocidad del sonido (340 m/s).

PÚA PERCUTORA: *Ver* aguja percutora.

PUNTERÍA: Acción de apuntar un arma; dirección del arma apuntada; destreza del tirador para dar en el blanco.

PUNTO A APUNTAR: Es el lugar al que se dirige la línea de tiro.

PUNTO APUNTADO: Es el lugar al que se hallaba efectivamente dirigida la línea de mira al momento de producirse el disparo.

PUNTO DE IMPACTO: Es el sitio en que el proyectil hace impacto al finalizar su trayectoria.

Q

QUEMADURA: Es el efecto que producen los disparos a boca de jarro, o a quemarropa; es una lesión de primer grado.

R

RÁFAGA: Es el cúmulo de disparos ininterrumpidos que se efectúan con las armas automáticas, sin dejar de presionar la cola del disparador.

RAMPA DE CARGA: Es la parte interna de un arma de fuego —generalmente de las automáticas o semiautomáticas— que se encuentra en la parte inferior de la recámara y se utiliza para encastrar el proyectil dejándolo preparado para ser disparado.

RAYA DE PASO CON ESTRÍA: Es la distancia medida sobre una generatriz entre dos puntos en los cuales el rayado encuentra la generatriz misma. Recorriendo un paso, el proyectil efectúa una vuelta entera sobre sí mismo.

REBOTE: Cuenta con la característica muy particular de que el punto de impacto se encuentra a una gran distancia del punto apuntado, producido generalmente por interposición de otro cuerpo animado o inanimado.

REBOTE DIRECTO: Se produce cuando la trayectoria se *quiebra*, por haber impactado en un cuerpo generalmente duro.

REBOTE INDIRECTO: Se produce cuando la trayectoria continúa previo paso a través de un cuerpo opaco a través del cual no se puede ver.

RECÁMARA: Lugar del arma donde se aloja el proyectil listo para ser disparado.

REGLAJE: Acción de encuadrar el disparo corrigiendo las desviaciones producidas por factores humanos o mecánicos.

RESALTE: Parte que sobresale de la superficie de una cosa. Parte interna del arma de fuego que se encuentra en el extremo inferior del martillo y que por la acción del fiador suelta el martillo.

RESISTENCIA DE ENCASTRE: Es la acción opuesta a la fuerza que se hizo para encastrar el proyectil dentro de la vaina.

RESORTE RECUPERADOR: Parte interna del arma de fuego que se encuentra dentro de la corredera y que sirve para recuperar el cañón después de efectuado el disparo.

REVÓLVER: Es un arma corta, por lo general de un solo caño, que posee un almacén (tambor) cilíndrico giratorio, dividido en compartimientos que alojan un proyectil cada uno, los cuales pueden ser disparados mediante el accionar sucesivo de la cola del disparador. No es un arma automática sino de repetición.

RIGIDEZ MUSCULAR: Estado de dureza, retracción y tiesura que sobreviene en los músculos una vez producida la muerte.

ROLIDO: Es el movimiento de un barco de babor a estribor y viceversa.

ROSA DE DISPERSIÓN: Es el dibujo que se forma alrededor del punto de impacto como consecuencia de los proyectiles que han llegado a destino, aun cuando los mismos tengan un desplazamiento en relación con el centro del blanco, producto de algún defecto mecánico, y que como consecuencia de la dispersión producida no coinciden todos en el mismo orificio.

ROSA DE TIRO: Es el dibujo formado alrededor del centro del blanco (punto apuntado) por los proyectiles disparados y que no coinciden exactamente en el mismo punto a causa de la dispersión producida.

S

SEGURO DE EMPUÑADURA: Es un seguro que poseen ciertas armas cortas (generalmente complementario) en la parte posterior de la empuñadura, y que se destraba con la sola presión de la mano.

SEMI-REBOTE: Es un fenómeno que se produce con los proyectiles encañados cuando golpean contra un cuerpo duro, dejando en ese lugar la camisa, mientras el núcleo sale disparado en otra dirección impactando en la víctima.

SIGNO DE BENASSI: Consiste en el anillo de ahumamiento producido alrededor del orificio de entrada, en el plano óseo, cuando el disparo ha sido hecho con el arma aplicada contra el plano cutáneo. Es por ello que en estudios microscópicos se pueden observar partículas de pólvora que son parte del tatuaje.

SIGNO DE LA ESCARAPELA DE SIMONÍN: Ocurre en los casos en que el disparo ha sido realizado a boca de jarro, y se encuentra representado por una serie de círculos concéntricos producidos por el ahumamiento, ubicados sobre la cara del plano de ropa que contacta directamente con la piel, semejando una escarapela. Partiendo del orificio de ropa y hacia afuera, se observan sucesivamente: un primer anillo de ahumamiento; un segundo no ahumado y un tercero nuevamente ahumado.

- SIGNO DE PUPPE-WERKGARTNER:** Se denomina de esta manera el fenómeno que se produce cuando se aplica el arma sobre el plano cutáneo (disparo a boca de jarro), pudiéndose observar por fuera del orificio de entrada una ligera contusión circular producida por la acción quemante del cañón (calentado por la combustión de la pólvora), o por la bagueta que poseen algunos revólveres debajo del cañón.
- SIGNO DEL CALCO:** Se produce en los disparos realizados a boca de jarro cuando debajo de un plano de ropa existe otro de color blanco. El humo producido por el disparo, al depositarse sobre el plano blanco, reproduce la trama del que se halla por encima de él, de la misma manera que si hubiera sido *calcado*.
- SIGNO DEL DESHILACHAMIENTO CRUCIAL DE ROJAS:** Cuando el disparo se efectúa a boca de jarro o a quemarropa, el orificio de entrada que produce el proyectil resulta ser irregular, presentando a menudo la forma de cruz, pudiendo observarse quemaduras, granos de pólvora y ahumamiento. De todo ello surge el nombre que se le ha puesto.
- SIGNO DEL EMBUDO:** Llamado de esta manera por señalar la dirección de un proyectil al atravesar la calota craneana de lado a lado.
- SIGNO DEL HALO HEMORRÁGICO VISCERAL:** Ver halo hemorrágico visceral.
- SILENCIADOR:** Aparato que se coloca en la boca de fuego de las armas y sirve para apagar el ruido que produce el disparo.
- SUPERFICIE DE PENETRACIÓN:** Espacio recorrido por el proyectil dentro del cuerpo de la víctima.

T

- TAMBOR:** Almacén cargador del revólver. Ver revólver.
- TATUAJE:** Es el efecto producido por la deflagración completa o incompleta de pólvora.
- TATUAJE FALSO, PSEUDO TATUAJE O AHUMAMIENTO:** Es la impresión que deja el humo producido por la deflagración de la pólvora alrededor del orificio de entrada, siendo expulsado por el arma juntamente con el proyectil, los granos de pólvora y el fogonazo. Se elimina con la higiene de la zona.
- TATUAJE PROPIAMENTE DICHO:** Ver tatuaje.
- TRABÉCULA:** Prolongación que sale de una pared para introducirse en una cavidad y que se puede anastomosar con las prolongaciones análogas adyacentes.

- TRAYECTORIA CIEGA O INCOMPLETA: Es la que no tiene orificio de salida, es decir que el proyectil queda dentro del cuerpo de la víctima.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL COMPLETA: Está constituida por el segmento de trayectoria que cubre el recorrido entre el orificio de entrada y el orificio de salida. Es llamada de esta manera porque mediante ella se estudia la balística de efecto dentro del cuerpo humano, tratada por los médicos legistas.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL COMPLETA LIMPIA: Es la que se produce cuando la bala atraviesa el cuerpo de la víctima conservando su trayectoria en forma recta, sin desviarse de su recorrido por haber chocado con algún cuerpo óseo o duro.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL COMPLETA QUEBRADA: Se denomina de esta manera cuando el segmento de trayectoria médico-legal no mantiene la misma línea recta (total o parcialmente) que los dos segmentos anteriores (interna y externa).
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL COMPLETA CIRCUNGIRANTE: Es la trayectoria descrita por aquellos proyectiles que luego de penetrar en el organismo, al chocar contra un plano cutáneo u óseo curvo, no mantienen su propia dirección, sino que la modifican en función del plano curvo contra el cual hayan impactado, como la calota craneana, costillas, pelvis, etc., de igual modo que cuando chocan contra músculos cutáneos, intercostales, cuero cabelludo, cuello, abdomen, para luego abandonar el cuerpo.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL COMPLETA RECTA: *Ver* trayectoria médico-legal completa limpia.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL INCOMPLETA: Es aquella trayectoria en la que el proyectil queda dentro del cuerpo de la víctima.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL INCOMPLETA CIRCUNGIRANTE: Se aplica la misma definición que en el caso de la trayectoria médico-legal completa circungirante, con la diferencia de que en este caso el proyectil no sale del cuerpo de la víctima.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL INCOMPLETA MIGRADORA: Se denomina de esta manera aquella trayectoria en que una vez ingresado el proyectil en el organismo, alcanza la cavidad cardíaca o bien uno de los segmentos aórticos, siendo arrastrado por el torrente sanguíneo hasta una zona más o menos alejada del punto de ingreso.
- TRAYECTORIA MÉDICO-LEGAL INCOMPLETA RECTA: Es la trayectoria normal que sigue el proyectil una vez ingresado en el cuerpo, debido a que en la mayor parte de los casos en que ello ocurre la bala ha hecho irrupción con poca fuerza viva.
- TRAYECTORIA O BALÍSTICA EXTERNA: Está constituida por el segmento de

trayectoria que va desde la boca de salida del arma de fuego hasta el orificio de entrada en el cuerpo de la víctima.

TRAYECTORIA O BALÍSTICA INTERNA: Es el segmento de trayectoria que cubre el espacio desde la boca de carga hasta la boca de fuego del arma.

TRAYECTORIA O BALÍSTICA FINAL: Es el segmento de trayectoria que media entre el orificio de salida y el lugar donde se produce el impacto contra algún objeto donde el proyectil detiene su marcha. Este tramo sólo se da cuando estamos ante una trayectoria médico-legal completa.

TRAYECTORIA O BALÍSTICA MÉDICO-LEGAL: Ver trayectoria médico-legal completa.

TUBO: Es sinónimo de cañón. En los experimentos físicos es el instrumento dentro del cual se realizan los ensayos.

U

UÑA DEL EXTRACTOR O UÑA EXTRACTORA: Saliente que tiene la parte anterior del extractor para poder tomar la pestaña del culote.

V

VAINA: Es la denominación que generalmente se le da al cartucho cuando ya ha sido disparado; se le llama vaina servida.

VELOCIDAD: Es el valor del cociente entre la distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrer dicha distancia ($V = d/t$).

VELOCIDAD REMANENTE: Cuando un objeto es lanzado con una determinada velocidad inicial, y a lo largo de su trayectoria la misma va disminuyendo a medida que se aleja del punto de partida, de manera uniformemente desaceelerada, el cálculo de la velocidad de dicho objeto en cualquier punto de la trayectoria que no sea el de origen, nos dará el valor de la velocidad remanente.

VENTANA DE EXPULSIÓN: Es la parte de un arma automática o semiautomática por la cual se produce la expulsión de la vaina servida una vez efectuado el disparo.

VENTANA DE EYECCIÓN: Ver ventana de expulsión.

BIBLIOGRAFÍA

- Achával, A., *Manual de medicina legal*, Editorial Policial, Buenos Aires, 1979.
- Albarracín, Roberto, *Manual de criminalística*, Editorial Policial, Buenos Aires, 1971.
- Anales del Primer Congreso de Peritos en Criminalística*, Gendarmería Nacional, Buenos Aires, 1985.
- Balthazard, V., *Medicina legal*, Salvat, Barcelona, 1926.
- Belaunde, Ernesto, *Identificación de proyectiles de armas de fuego. Aparato fotográfico*, Revista de Policía y Criminalística, Policía Federal, Buenos Aires, 1935.
- Bonnet, E. F. P., *El halo hemorrágico visceral, probable nuevo signo de orificio de entrada en lesiones por armas de fuego cortas*, Archivo de Medicina Legal, Buenos Aires, 1946.
- *Estudio analítico de los estudios efectuados con pistola Colt calibre 45*, Archivo de Medicina Legal, Buenos Aires, 1933.
- *Lesiones por armas de fuego*, Boletín de la Academia Nacional de Medicina, 2ª ed., Buenos Aires, 1980.
- *Signo de Nenassi. Ratificación histopatológica de su importancia medicolegal*, Boletín de la Academia Nacional de Medicina, Buenos Aires, 1970.
- Cardozo, Ulises; Miguel, Juan C.; Capdepon, Elsie, y Milauski, Juan, *Probable determinación de calibre y dirección de balas a partir del orificio de entrada*, trabajo presentado en la "II Reunión Preparatoria de la Asociación Latinoamericana de Criminalística", Santa Fe, 1987.
- Carrara, M.; Romanese, R.; Canuto, G. y Tovo, C., *Manuale di medicina legale*, Torino, 1937.
- Código Penal y leyes complementarias, A-Z*, Buenos Aires, 1992.
- Comas, Margarita, *Metodología de la aritmética y la geometría*, Losada, Buenos Aires, 1957.
- Derobert, L., *Médecine légale*, Flamérion, París, 1974.

- Fernández, José, y Galloni, Ernesto, *Física elemental*, Cándido Fernández, Buenos Aires, 1949.
- Galli, Enrique, y de Armas, José, *Desarrollo de la munición para uso policial*, trabajo presentado en la "IV Jornada Nacional de Criminalística", Salta, 1990.
- Galloni, Horacio, y Munilla, Manuel, *Compendio de tablas y fórmulas de matemáticas, física y química*, Hispano Americana, Buenos Aires, 1977.
- Gisbert Calabuig, *Medicina legal y práctica forense*, Valencia, 1960.
- Gisbert Calabuig, y López Gómez, *Tratado de medicina legal*, Valencia, 1962.
- Lascurian, Antonio; Lambiase, José, y Roca, Raúl J., *Tablas usuales*, El Ateneo, Buenos Aires, 1970.
- Larrea, Juan C., *Manual de armas y de tiro*, Universidad, Buenos Aires, 1988.
- Locard, E., *Manual de técnica policíaca*, Barcelona, 1935.
- Locles, Roberto J., *Importancia de las pericias balísticas en los juicios orales y la necesidad de determinar premisas ciertas como base de hipótesis*, trabajo presentado en la "IV Jornada Nacional de Criminalística", Salta, 1990.
- Maiztegui, Alberto, y Sábato, Jorge, *Introducción a la física*, Kapelusz, Buenos Aires, 1951.
- Piga, A., *Medicina legal de urgencia*, Mercurio, Madrid, 1928.
- Raffo, Osvaldo H., *La muerte violenta*, Universidad, Buenos Aires, 1980.
- Repetto, Celina, y Fesquet, Hilda, *Temas de matemática moderna*, Kapelusz, Buenos Aires, 1966.
- *Trigonometría y elementos de análisis matemático*, Kapelusz, Buenos Aires, 1969.
- Repetto, Celina; Linskens, Marcela, y Fesquet, Hilda, *Geometría 2*, Kapelusz, Buenos Aires, 1970.
- Rojas, N., *Medicina legal*, El Ateneo, Buenos Aires, 1971.
- Simonín, C., *Medicina legal judicial*, trad. 3ª ed. francesa, Jims, Barcelona, 1962.
- Smith, W., *Basic manual of Military Small Arms*, Harrisburg, 1945.
- Soderman H., y O'Connell J., *Métodos modernos de investigación policíaca*, México, 1969.
- Vélez, Ángel, *Investigación criminal*, Temis, Bogotá, 1982.

