

CAPÍTULO VI

EXÁMENES SEROLÓGICOS

La serología forense consiste en la identificación y caracterización de la sangre y otros fluidos del cuerpo, en los laboratorios criminalísticos específicos. Este tipo de evidencia se recepta, principalmente, cuando guarda vinculación con la comisión de delitos con violencia tales como el homicidio, el estupro, la violación, el robo, etcétera. Dichos elementos pueden llegar a suministrar importantes informaciones respecto del número de protagonistas intervinientes, de sus desplazamientos, de las circunstancias causantes de la muerte o heridas, de la relación entre diversos objetos y el hecho criminal y, fundamentalmente, permitir la identificación del homicida.

1. **LA SANGRE**

La sangre es una de las evidencias más frecuentes e importantes encontradas en la investigación criminal. Ha sido el sueño del químico forense estar capacitado para asociar una mancha de sangre con una persona en particular.

La existencia de sangre nos permitirá:

a) *Ubicar la escena del crimen*: la identificación de sangre humana perteneciente a un grupo similar al de la víctima, puede apuntar con precisión al área de búsqueda en el escenario del hecho.

b) *Determinar la posible comisión de un crimen*: ocasionalmente, la detección de sangre humana en una ruta, en una vereda, un porche o en un automóvil es la primera indicación de la comisión de un crimen.

c) *Identificar el arma empleada*: el grupo de sangre humana detectado en un martillo, un cuchillo o en un elemento contundente, puede resultar de considerable valor investigativo.

d) *Probar o refutar la coartada de un sospechoso*: el hallazgo de sangre humana en un elemento que pertenezca a un sospechoso que argumenta el origen animal de la misma. La detección de sangre animal puede desvincular de un hecho a una persona inocente.

e) *Eliminar sospechosos*: el hecho de demostrar mediante los ensayos correspondientes que las muestras de sangre levantadas de distintos elementos es diferente a la de objetos secuestrados, puede facilitar la liberación de un detenido.

Información que pueden brindar los ensayos con sangre:

a) *Identificación de manchas como correspondientes a sangre*: los análisis químicos y microscópicos se hacen necesarios para identificar positivamente la sangre. La apariencia o aspecto de este elemento puede variar enormemente con la antigüedad de las manchas y otros factores.

b) *Determinación de si se trata de sangre de origen humano o animal*: si es animal, puede especificarse la familia correspondiente.

c) *Determinación del grupo de sangre*: si es humana.

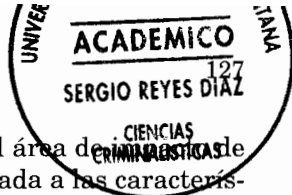
1) La sangre seca puede clasificarse dentro de los cuatro grupos del sistema internacional "ABO".

2) La sangre seca en suficiente cantidad y condiciones, puede posteriormente ser caracterizada por otros sistemas de tipificación, así como también enzimas y proteínas que pueden ser ensayadas por electroforesis.

La raza de una persona o la antigüedad de una mancha seca, no pueden averiguarse en forma concluyente a través del estudio de la sangre.

2. *INTERPRETACIÓN GEOMÉTRICA DE LAS MANCHAS DE SANGRE*

Ante la comisión de un delito en el que surjan huellas o manchas de sangre, debe tenerse mucho cuidado en el registro de la ubi-



cación, forma, dirección, medida y superficie del área de impacto de tal elemento. Cuando esta información es aplicada a las características físicas conocidas de la sangre, el investigador podrá descubrir:

- a) El origen de la sangre.
- b) La distancia entre el área de impacto y el origen al momento de ocurrencia.
- c) Tipo y dirección del impacto.
- d) Posición de la víctima durante el ataque.
- e) Movimiento y dirección del sospechoso y de la víctima durante y después de la efusión de sangre.

a) *Leyes de la física respecto de los fluidos.*— Debido a una atracción molecular llamada fuerza de cohesión, una gota de sangre conserva su forma como si tuviera una cobertura similar a la de un globo. En realidad esa cobertura está dada por la tensión superficial, principio éste que puede apreciarse en otros líquidos, como el agua, cuando apoyamos suavemente una hoja de afeitar y no se sumerge. Sin embargo, si esa hoja de afeitar se coloca sobre la superficie aludida con su filo hacia abajo, se corta o anula la tensión superficial y la misma se hunde.

Estos elementos son los que originan la forma circular de la gota de sangre en su caída libre y evitan además la ruptura en el momento del impacto sobre el piso o cualquier otra superficie. Sin importar la altura de la caída libre, una gota no se romperá cuando la superficie sea lisa o suave y limpia. Este principio no se mantiene cuando la superficie es rugosa o actúa alguna otra fuerza o energía.

Durante el estudio de un hecho, el investigador debería tener presentes las siguientes características conocidas de la sangre:

- 1) Es de carácter uniforme y puede reproducir patrones o modelos específicos.
- 2) Una gota de esta sustancia es de forma circular durante la caída libre.
- 3) No se rompe, salvo que actúe una fuerza o energía ajena.
- 4) Una gota de sangre posee un volumen de 0,05 mililitros, salvo que se vea influenciada por alguna fuerza o energía.
- 5) La velocidad terminal es de 7,65 metros por segundo ($\pm 0,15$) en caída libre.
- 6) La mayoría de las gotitas con alta velocidad tienen un diá-

metro menor de 1 mm y usualmente no se desplazan a más de 1,20 metros.

b) *Distancia y dirección.*— Para estimar con precisión la distancia desde la cual una gota de sangre ha caído, es necesario llevar a cabo una serie de experimentos sobre la superficie en cuestión y utilizar los resultados como patrones conocidos para comparar en forma directa con los que se desconocen.

Determinar la direccionalidad de las gotitas resulta posible, dado que el golpe contra una superficie en ángulo produce un patrón en forma de lágrima. Ello es provocado por la ley física de la inercia, vale decir, la resistencia que posee todo cuerpo en movimiento a toda fuerza que opere sobre él para cambiar su movimiento, dirección o velocidad. De tal manera, dado que la velocidad se disipa abruptamente debido a la superficie sobre la cual impacta, la gotita se desvanece poco a poco, con un final puntiagudo de diverso grado, que depende del ángulo de la superficie. A mayor ángulo, más elongado y angosto será el patrón de mancha producido. El extremo puntiagudo indica la dirección de su desplazamiento.

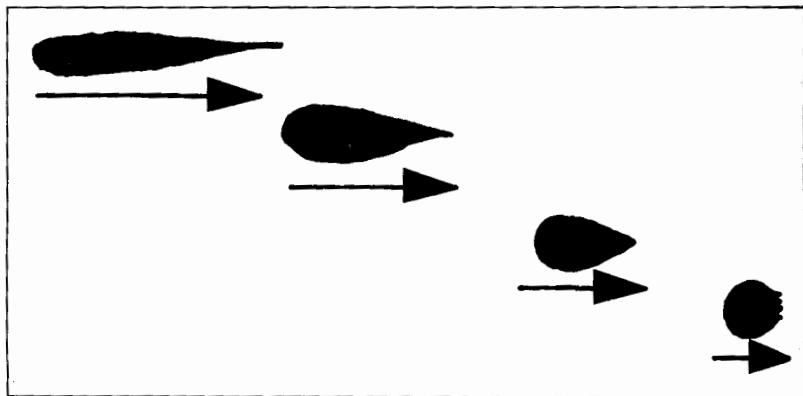


Figura 49

c) *Gotas secundarias y ángulo de impacto.*— Las gotitas primarias de sangre pueden producir salpicaduras de abandono más

pequeñas, que señalan por detrás a la fuente. Las gotas más pequeñas se separan de la principal u original debido a la inercia o resistencia a ser detenidas. Las mismas viajan próximas a la superficie hasta el impacto, produciendo marcas similares a signos de admiración, cuyas puntas señalan la gota madre.

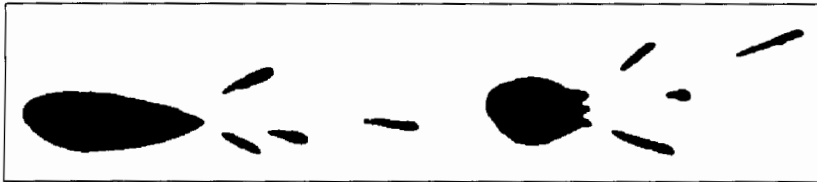


Figura 50

El goteo de sangre sobre una superficie plana y cercana a la horizontal, producirá manchas elípticas antes que circulares. A medida que el ángulo decrece, los patrones se hacen más elongados.

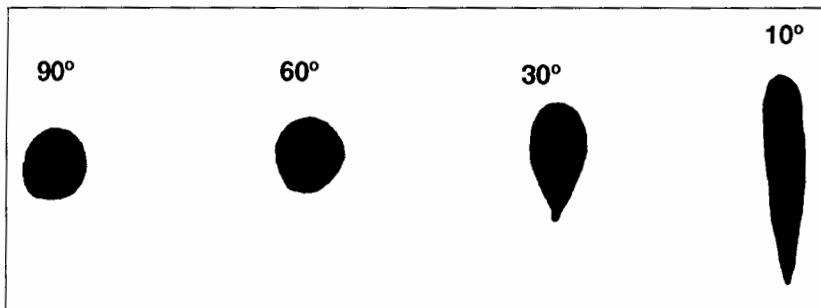


Figura 51

Hay ciertos puntos que recordar cuando se interpretan patrones de manchas de este tipo:

1) El grado de salpicadura lo determina la textura de la superficie y no la distancia de caída.

2) Las manchas en forma de lágrima (extremos puntiagudos) indican la dirección del recorrido. Las gotitas más pequeñas y más

largas exhiben sus extremos puntiagudos apuntando a las manchas más grandes de donde provienen.

3) Cuanto más pequeñas las gotas, mayor la energía de impacto.

4) El ángulo de impacto de una mancha de sangre puede ser estimado por la geometría de la mancha.

Cuando han intervenido armas de fuego y hay evidencia conformada por manchas de sangre, se aplican las siguientes reglas:

1) La salpicadura hacia atrás usualmente se produce en un área comprendida entre la boca del arma y el blanco, menor a los 7,70 cm, cuando se encuentra sangre en el interior del cañón.

2) Cuanto más grande es el calibre del arma mayor será la profundidad de penetración de la sangre en el interior del cañón.

3) En las armas con retroceso de corredera (o *block* de cierre), la penetración y concentración de las salpicaduras hacia aquéllas, será menor que en las que no poseen tal sistema (por ejemplo, revólveres).

4) Las armas munidas de cartuchos con elevada energía producirán mayor profundidad de penetración de las salpicaduras, que con la munición común.

5) Cuando se dispara una escopeta de doble caño, con su boca en contacto con el cuerpo o blanco, se produce una salpicadura considerable en el cañón que no ha disparado, que puede llegar hasta 12 centímetros.

6) La mayoría de estas salpicaduras de sangre tendrán 1 mm, o menos, de diámetro.

d) *Documentación.*— El propósito de la documentación es demostrar la localización, la dirección, el tamaño, la forma, la superficie de impacto, el ángulo, el número de manchas y/o el volumen y el tipo de sangre humana. Sin embargo, reconstruir la cadena de eventos ocurridos en un determinado escenario, donde se encuentran presentes manchas de sangre de diferente aspecto, guarda proporción directa con la habilidad y cuidado puestos de manifiesto mientras se concretan los exámenes correspondientes.

Consecuentemente, en primer lugar deberá buscarse la evidencia física oculta a la vista o destruida. Contrariamente a los pelos o fibras, las manchas de sangre pueden ser detectadas fácilmente.

te con luz apropiada y, una vez secas, permanecerán en su lugar en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden llegar a *infectarse* si no se toman los recaudos necesarios, haciendo a veces imposible el análisis respectivo (por ejemplo, cuando se contaminan con el polvo que procede del espolvoreado empleado para detectar huellas latentes). La evidencia debe ser convenientemente recogida, envasada o envuelta, señalizada y preservada.

Es de destacar la importancia de la fotografía para mostrar la localización y relación con el ambiente, de cada mancha; para ello se deberán obtener acercamientos fotográficos con referencia métrica, con la película de la cámara paralela a la superficie de que se trate, previa demarcación perimetral de la huella con cinta o cualquier elemento de color contrastante. A fin de mostrar la direccionalidad de las salpicaduras o manchas que evidencien un sendero, se pueden utilizar cintas u otros elementos demarcatorios apropiados. La convergencia de estas líneas indicará la existencia de un objeto que se balanceaba u oscilaba.

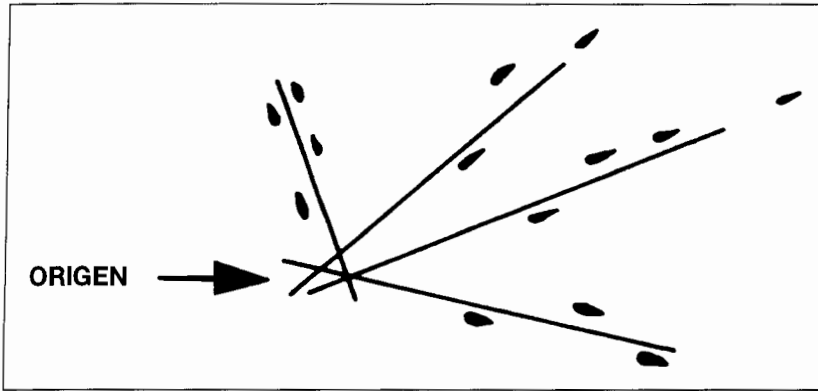


Figura 52

Si las manchas se encuentran sobre un elemento transportable se las podrá llevar al laboratorio, aunque, en la mayoría de los casos no será necesario si han sido debidamente documentadas. No deberá olvidarse señalar en cada caso la ubicación cardinal de cada espécimen para posibilitar su reconstrucción en caso de ser necesario.

e) *Examen de las ropas.*— De resultar factible, es importante la concreción de un estudio de las ropas que se supone vestía el sospechoso en el momento del hecho. Una vez más, la localización, tamaño y forma, puede, en conjunto, ayudar a probar o refutar la historia de lo que aconteció. Por ejemplo, si la víctima fue pateada repetidamente por el imputado, podrían encontrarse salpicaduras de sangre de mediana velocidad sobre la porción anteroinferior de la prenda que cubre el tobillo y la pierna, utilizada en el hecho. También habrá que asegurarse de observar los zapatos y medias.

De igual manera, lo mismo puede suceder con las prendas que cubran muñecas y brazos, cuando se han empleado instrumentos de mano.

3. *EL SEMEN*

a) Su identificación por medios químicos y microscópicos en muestras obtenidas de la vagina o ropa de la víctima, puede ser de valor para corroborar los dichos de aquélla.

b) Si el sujeto es un secretor, puede llegar a determinarse el grupo sanguíneo.

c) Es viable la tipificación de enzimas cuando las manchas de semen son suficientes en tamaño y calidad.

4. *LA SALIVA*

a) Cuando proviene de una fuente conocida puede ser utilizada en conjunción con sangre líquida de la misma fuente, para establecer la condición secretora del individuo.

b) Cuando proviene de una fuente desconocida, puede proveer información del tipo de sangre del depositador (se necesitan muestras conocidas apropiadas).

5. *LA ORINA*

Puede identificarse cualitativamente sobre la base de ensayos químicos, sin embargo, la identificación absoluta no es posible. Ninguna técnica forense de rutina, disponible, brindará información confiable sobre el tipo de sangre, a partir de la orina.

6. *CONDICIÓN DE SECRETORES Y NO SECRETORES*

a) Los secretores (alrededor del 80% de la población), son individuos que poseen en sus fluidos corporales (semen, saliva, líquidos vaginales) cantidades detectables de las mismas características de grupo (ABO) que en su sangre.

b) Los no secretores (el resto de la población), no exhiben tales características.

7. *LIMITACIONES EN LOS ENSAYOS DE AGRUPAMIENTO DE MANCHAS DE SEMEN Y SALIVA*

a) A veces, el semen está mezclado con la orina o las secreciones vaginales de la víctima, lo cual hace más difícil la interpretación de los ensayos.

b) La saliva en las colillas de cigarrillos suele estar contaminada con suciedad. La saliva en los extremos de los cigarros no es agrupable. Los ceniceros no deben simplemente vaciarse en un tacho de basura; antes deben separarse las colillas de cigarrillos teniendo cuidado de no contaminarlas con cenizas u otros desechos.

c) Las evaluaciones precisas en los resultados de ensayos de agrupamiento sobre manchas de semen y saliva cuestionados, requieren muestras líquidas conocidas de la víctima y del sospechoso.

d) Dadas las dificultades que involucra el agrupamiento de la saliva en cigarrillos, y la naturaleza circunstancial de cualquier resultado exitoso, resulta a menudo más conveniente determinar la

existencia de impresiones digitales latentes antes que la práctica de un examen serológico.

8. *ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL "ADN"*

La serología forense ha sido definida como la ciencia que abarca la identificación y caracterización de la sangre, el semen y otros fluidos del cuerpo, usualmente detectables en forma de manchas secas y a manera de evidencia física.

Dada su naturaleza sustentativa para el proceso, es absolutamente esencial que tanto los investigadores como quienes demandan o defienden, comprendan, por lo menos en términos generales, las capacidades y las limitaciones de la serología forense.

En términos convencionales, la evidencia física en los delitos sexuales está científicamente representada por la presencia de semen y sangre humanos. Al semen se lo identifica microscópicamente donde hay células de esperma, o bien cuando están presentes (hablando en ambos casos de manchas secas sometidas a estudio) proteínas específicas del semen asociadas con el semen humano, conocidas como p30 o antígeno prostático.

Una vez que la presencia de semen ha sido establecida, los extractos de manchas pueden analizarse para detectar la presencia o ausencia de sustancias que permitan determinar el grupo de sangre.

Constatada la presencia de sangre humana, se intentará establecer si es "A", "B", "AB" u "O". Luego de ello y dependiendo del tamaño de la mancha seca, mediante electroforesis se determinarán tantos tipos de proteínas de origen genético como sea posible. Para ello debe contarse con muestras de sangre y saliva de la víctima y del sospechoso.

Una vez reunida toda la información, el examinador estará en condiciones de hacer sus conclusiones. La serología forense es una ciencia de comparación; si toda la información recabada del análisis de las muestras cuestionadas es idéntica a la obtenida de las muestras de sangre y saliva del sospechoso, entonces el experto podrá definir que el sospechoso fue una posible fuente de la mancha de sangre o semen depositado.

Como se habrá observado, con el empleo de esta tecnología el perito está capacitado para decidir si el imputado es un posible de-

positante del fluido corporal. Ello es debido a que otros sospechosos potenciales de la población en general pueden compartir el mismo tipo de sangre (ABO), condición secretora y perfil enzimático. La implementación de los ensayos de ADN en las muestras forenses ha alterado dramáticamente este pensamiento.

El ácido desoxirribonucleico (ADN) es una sustancia orgánica que se encuentra principalmente en los cromosomas, dentro del núcleo de cada célula. Utilizando electroforesis y técnicas radiactivas, puede desarrollarse un perfil de ADN a partir de manchas secas de sangre y semen.

Una vez definido que se trata de semen o sangre humanos, las muestras obtenidas en el lugar del hecho se comparan en lo que hace al ADN, con las pertinentes de la víctima y el sospechoso. Los análisis de ADN pueden consumir más tiempo y ser más tediosos e intensivos que los métodos serológicos tradicionales; sin embargo, los resultados son más significantes e informativos.

Entre las especializaciones de la ciencia desarrolladas en los últimos años se encuentra la antropología forense, es decir la aplicación de la antropología biológica a problemas de la medicina legal. En la práctica está referida al estudio de restos esqueléticos por indicación de las autoridades judiciales, en aquellos casos en que no se conocen la identidad de la víctima ni la causa de su muerte. Tal tipo de investigación se torna relevante, por ejemplo, en caso de desastres masivos, accidentes o guerras.

Para lograr los objetivos de identificación y causal de muerte, la antropología forense utiliza los recursos que le brindan otras disciplinas. Las técnicas arqueológicas le permiten preservar las evidencias en la recuperación de los restos a someter a peritaje; una vez exhumados, puede investigarse la edad de la víctima estudiando la maduración ósea. Para la determinación del sexo se emplean criterios morfológicos y estadísticos, mientras que la raza puede ser revelada por el estudio de los detalles faciales.

En cuanto a la causa de la muerte, se puede arribar a dictámenes confiables para diferenciar el suicidio, la muerte natural o accidental y el homicidio. Por último, la identificación se realiza en un 80% de los casos a través del cotejo de fichas odontológicas *pre* y *post-mortem*. Cuando no se cuenta con la ficha *pre-mortem* se utilizan técnicas tales como las de reconstrucción facial, superposición cráneo-foto, el cotejo de patologías antiguas o la comparación radiológica de la trama ósea.

En nuestro país, por ejemplo, el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) realiza peritaciones en el área y a la vez investigaciones en arqueología, antropología biológica y antropología social, destinadas a perfeccionar las técnicas de identificación existentes y a desarrollar otras nuevas. En particular, existe la posibilidad teórica y práctica de emplear para tales fines la recuperación de material genético (*ADN mitocondrial*, ADN mt) de restos óseos y piezas dentarias. Trabajos recientes, concretados por C. Orrego en la Universidad de Berkeley (California), muestran que dicha posibilidad, hoy real en el laboratorio, genera la expectativa de aplicaciones directas en casos forenses en el mediano plazo.

El ADN mt es heredado única y exclusivamente a través de la madre. Secuencias de esta molécula, al no experimentar recombinación con la versión paterna (en contraste con genes en el ADN nuclear), definen con especial fidelidad linajes propios de cada familia. Además, el ADN mt evoluciona con tal rapidez que es muy probable, de acuerdo con los estudios de poblaciones de C. Orrego, A. C. Wilson y M. C. King, en Berkeley, que proporcione una verdadera huella digital a nivel molecular: sus características, en cada individuo, serían irrepetibles en otros no relacionados por línea materna.

Se cuenta ya con una serie de experiencias exitosas en utilización de esta huella evolutiva. En 1984, Higuchi y Wilson, en Berkeley, recuperaron ADN mt de una especie extinta de cebra datada en 140 años. En 1985 se desarrolló la técnica de replicación *in vitro* de ADN conocida como *reacción en cadena de polimerasa* (*Polymerase Chain Reaction*, PCR), la cual permite, a partir de unas pocas moléculas de ADN, incluso afectadas extremadamente por exposición ambiental, replicarlas fielmente en el tubo de ensayo, facilitando así la obtención de secuencias informativas. Con esta técnica, S. Pääbo, del grupo de Berkeley, pudo amplificar ADN mt a partir de tejidos encefálicos recuperados en los pantanos de Windover, Florida, donde se han encontrado restos humanos de 7500 años de antigüedad.

Este grupo también ha logrado la recuperación y amplificación de ADN mt en momias andinas y molares humanos de reciente data, donde el material genético ha sido degradado por incubaciones largas en ambientes acuosos.

Estos hallazgos han abierto nuevas oportunidades de interacción entre la biología molecular, la antropología, la arqueología y las ciencias forenses en la reconstrucción de la historia de las poblaciones, e incluso de familias a través de la historia. Podría ya pensar-

se en la creación de bancos de datos genéticos poblacionales, los que permitirán establecer identificaciones con alto grado de confiabilidad. En la Argentina existen estudios avanzados sobre el tema y se cuenta además con un banco nacional de datos genéticos (por ejemplo en el Hospital Durand de Buenos Aires) para determinar la filiación de niños desaparecidos.