

po no relaciona a aquellas fibras con un objeto en particular, para la exclusión de todos los otros objetos similares. Los elementos que contengan un tipo particular de fibra, coloreada de una manera determinada, pueden haber sido fabricados de a miles a un mismo o diferentes tiempos. Igualmente, ese mismo tipo de fibra podría estar presente en varias clases diferentes de objetos.

Consecuentemente, las fibras cuestionadas o de origen desconocido, pueden provenir de muchos objetos que normalmente no están ubicados en el mismo lugar. ¿Qué significado tiene entonces una tarea de comparación? Consideremos ahora qué es lo que le concierne a un perito examinador de fibras, cuando tiene a su cargo la conducción de dicha tarea en un laboratorio.

El experto debe determinar que una fibra incriminada es similar o igual en cuanto a su composición, con las que posee un objeto determinado. En tal sentido, puede que no se detecten diferencias significativas; para lograr su cometido debe comparar diversas características y propiedades que puedan ser observadas y/o determinadas. Las características visuales incluyen el color, la medida o tamaño, la forma que acuse el corte transversal, y el aspecto de la superficie. Las otras propiedades están referidas a su composición, las condiciones bajo las cuales fue fabricada o procesada y la fórmula de la tintura empleada para darle color. Asimismo, los efectos del medio y del uso, tales como el desteñido y la abrasión, pueden ser la causa de los cambios en estas características.

(ver figura 48 en p. 120)

Hay muchas técnicas disponibles para el examen y la comparación de estas propiedades. Sería irreal e innecesario para el científico forense utilizarlas todas, ya que hay procedimientos microscópicos discriminativos, relativamente simples, que deberían llevarse a cabo en primer lugar.

Una combinación de procedimientos microscópicos en la comparación de fibras coloreadas hechas por el hombre, es especialmente discriminante al respecto; podemos señalar el empleo de un microscopio de comparación, uno de luz polarizada, otro de luz fluorescente, y un microespectrofotómetro. Las propiedades y características de las fibras pueden ser estudiadas y comparadas con el empleo de tal equipo.

Una vez determinado que existe una concordancia, el significado de la asociación resultante depende considerablemente de si el tipo de fibra involucrada en tal cotejo positivo, es no común o inusual.

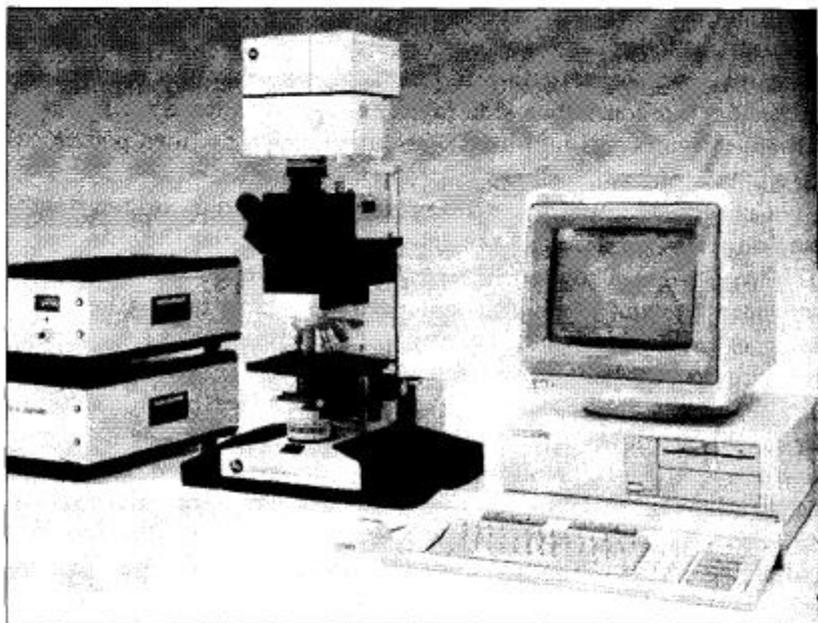


Figura 48

Microscopio para la observación y medición de fibras, cabellos y demás evidencias físicas de reducido tamaño, con fotómetro y demás accesorios de computación.

Cuanto más fuera de lo común sea el tipo de fibra, más pequeña será la posibilidad de encontrarla en un lugar específico (ya sea en la composición de un objeto fibroso específico o en los restos de fibras extraídos de un objeto en particular).

¿Cómo puede establecerse si una fibra es o no común? Un perito experimentado que ha examinado la composición de numerosos materiales, puede normalmente hacer una intuitiva y aun precisa determinación, resultando posible en algunos casos desarrollar información sobre un tipo. Obviamente, resulta de suma importancia contar en los laboratorios con información clasificada y muestras de los diferentes tipos de fibras y colores, ya que ello permitirá además brindar una información con base estadística (conforme la cantidad de objetos sobre los que se ha trabajado en los numerosos casos),

respecto de si se está en presencia de un tipo de fibra común o no. Mientras no se cuente con ello, el mejor criterio para determinarlo es el juicio de un perito experimentado.

a) *Las fibras y el medio.*— Muchos objetos de nuestro entorno —prendas de vestir, cuerdas o sogas, alfombras, mantas o frazadas, etc.— están compuestos por hilados hechos de fibras textiles. Una fibra textil, definida como la parte más pequeña de un material textil, puede clasificarse en una de cuatro categorías:

La *fibra animal* incluye la lana de la oveja; pelos de casimir o cachemir (procedente de la cabra), y fibras de seda (filamentos) provenientes del gusano de seda, por mencionar algunos.

De las muchas *fibras vegetales*, el algodón es el que ocupa el lugar de preferencia en la fabricación de prendas. Otras fibras tales como las de yute y cáñamo son empleadas con propósitos industriales y suele vérselas en cordajes y arpillera.

Las fibras de asbesto son las únicas, naturales, que pueden encontrarse en la categoría de *fibras minerales*. Rara vez son empleadas en la fabricación de prendas u objetos caseros. Dificilmente se las encuentra en la evidencia secuestrada en el lugar de un hecho.

Podría decirse que las *fibras artificiales o hechas por el hombre* ocupan un lugar muy importante en la fabricación textil. Entre otras podemos mencionar las de rayón, acetato, nylon, acrílico, poliéster, etcétera. Es importante enfatizar que si bien se han mencionado sólo algunas, existe un extremadamente importante número de tipos artificiales en todo el mundo. Podríamos definir las como fibras de composición química particular, que han sido fabricadas con una forma y un tamaño particulares, que contienen una cierta cantidad de diversos aditivos y que han sido procesadas en una forma también particular.

El agregado de color, junto con las diferentes fórmulas que se emplean para ello, hace que las fibras en general acusen una tremenda variedad.

¿Por qué reviste importancia la presencia de fibras en el escenario de un delito? Cuando Edmond Locard —en 1928— publicó por primera vez sus ideas concernientes a la transferencia de indicios materiales, resultante del contacto entre personas y objetos, sintéticamente transcriptas expresó las siguientes palabras: “Cuando dos objetos cualesquiera entran en contacto, siempre hay una trans-

ferencia de material de uno hacia el otro". Ciertamente, ello es válido con muchos tipos de materiales textiles, dada la facilidad con que las fibras pueden desprenderse y levantarse o adherirse.

Dado que toda la gente está íntimamente asociada con elementos que contienen materiales fibrosos, ya sea en sus hogares, automóviles y en su propio cuerpo, la transferencia aludida se pone en juego en diferentes actividades delictuales, especialmente donde exista violencia. Cuando resulte importante demostrar que el contacto ha existido, esta evidencia puede ser invaluable.

b) *Propiedades ópticas de las fibras textiles.*

- 1) Índice refractivo isotrópico.
- 2) Índice refractivo donde la fibra está paralela al plano de la luz polarizada.
- 3) Índice refractivo (de refracción) donde la fibra está perpendicular al plano de la luz polarizada.
- 4) Birrefringencia.
 - A) Interferencia de colores.
 - B) Birrefringencia cuantitativa.
- 5) Signo de birrefringencia.
- 6) Dicroísmo.
- 7) Fluorescencia.
- 8) Espectroscopia de absorción.

c) *Características microscópicas que pueden exhibir las fibras textiles.*

- 1) Color.
- 2) Medida (diámetro, grosor).
- 3) Forma (corte transversal).
- 4) Procedimiento de hilado.
- 5) Inclusiones en la fibra.
 - A) Vacíos o huecos.
 - B) Agentes desgastantes.
- a) Medida.
- b) Forma.
- c) Concentración.
- d) Distribución.
- 6) Características de la superficie.

7) Alteraciones en la superficie.

8) Daños.

9) Variaciones de las características mencionadas, dentro de una fibra.

d) *Valor del examen de las fibras.*

1) Establecer una sucesión de acontecimientos.

2) Vincular un arma con una víctima o sospechoso.

3) Ayudar a corroborar el informe de la víctima respecto de las circunstancias que rodearon un hecho.

4) Proveer al investigador una guía acerca del ambiente circundante a la víctima en el momento del homicidio.

5) Vincular un determinado número de actividades de las víctimas o del homicida, que a veces aparentan no estar relacionadas.

6) Establecer que ha habido entre la gente y/o los objetos, una alta probabilidad de contacto o algún tipo de asociación.

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 receipta, principalmente, cuando guarda vinculación con la comisión de delitos con violencia tales como el homicidio, el estupro, la violación, el robo, et-
cétera. 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.

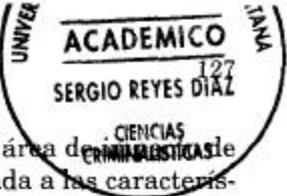
1) La sangre seca puede clasificarse dentro de los cuatro grupos del sistema internacional "ABO".

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 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.

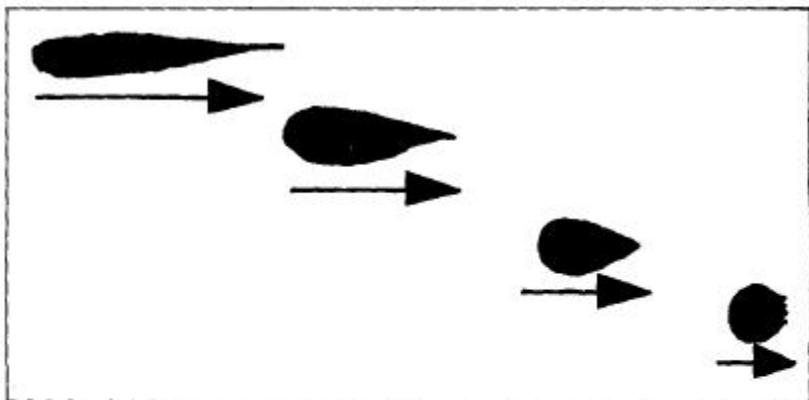


Figura 49

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.

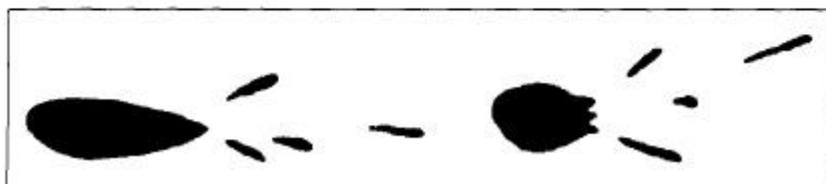


Figura 50

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.

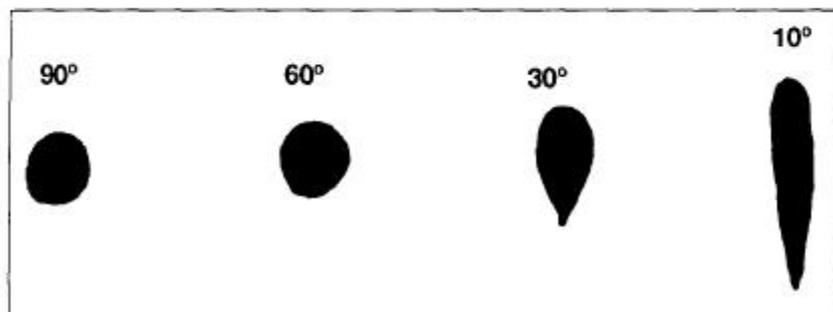


Figura 51

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.

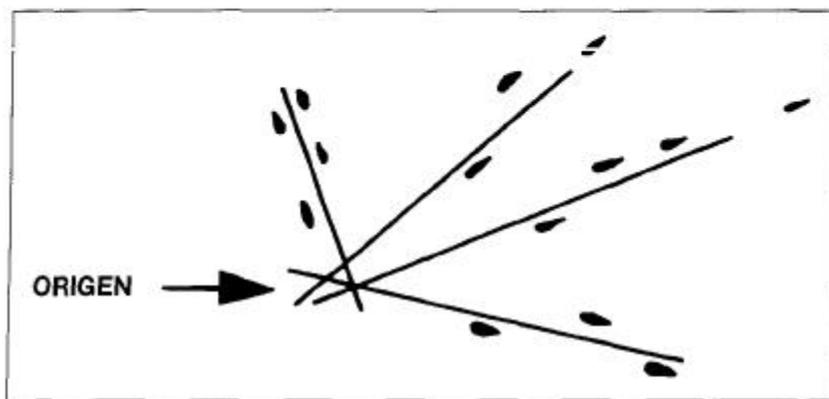


Figura 52

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 cebrá 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.

CAPÍTULO VII

HUELLAS DE CALZADOS Y NEUMÁTICOS

1. INTRODUCCIÓN

No obstante el hecho de que en la actualidad las suelas y tacos de diferente calzado se produzcan en serie, sus huellas han conservado todo su valor en las investigaciones delictivas.

El examen de las huellas de calzado o de neumáticos se hace en tres etapas: *a)* revelado de la huella a examinar; *b)* revelado de la huella de comparación, y *c)* comparación de las dos huellas. La etapa decisiva es la primera, puesto que la más pequeña y errónea maniobra puede comprometer totalmente la operación.

La literatura dedicada a este tema demuestra que en los últimos decenios se han hecho pocos progresos en el revelado y la conservación de huellas de calzado, en particular sobre superficies blandas. Se continúa recomendando el fotografiado de la huella y la confección de un molde en yeso París. Para las huellas sobre nieve, otro método tradicional es el moldeado con azufre fundido, que fue sugerido por primera vez por el físico sueco Karlmark. Un artículo de Hamilton que data de 1949, describe las diferentes mejoras técnicas que pueden incorporarse a este moldeado.

La policía nacional japonesa ha utilizado un método electrostático para revelar huellas dejadas sobre superficies duras. Tras la Segunda Guerra Mundial se asistió a una multiplicación de nuevos materiales químicos, tales como los elastómeros, plásticos endurecidos

por catálisis, polímeros, fibras textiles, sintéticas, etcétera. Se ha modernizado rápidamente los modos de aplicación de estos productos, especialmente por medio de aerosoles, probándose algunos en obtención de moldes de huellas de pies o de neumáticos de mejor calidad y de mayor precisión. Los primeros resultados obtenidos por Carlsson fueron publicados en una revista de la policía sueca.

Antes de sacar un molde de la huella, es necesario fotografiarla, y para que tales fotografías sean útiles, han de ser muy claras y poseer una escala para facilitar las comparaciones. Dado que a menudo las tomas están mal iluminadas o mal contrastadas, es preferible una iluminación de una intensidad relativamente débil. A la luz del día, en especial con una luz difusa, un *flash* puede ser muy útil para aumentar el contraste. Pero hay casos en que, aun habiéndose tomado todas las precauciones necesarias, no se pueden obtener buenos resultados. No obstante, se ha comprobado que vaporizando una capa muy fina de pintura sobre la huella, se puede mejorar considerablemente el contraste.

Es necesario tener cuidado para no *cubrir* los detalles poniendo demasiada pintura. Hay que escoger una pintura mate cuyo color variará según los casos. Se puede aumentar el contraste de huellas en la nieve vaporizándolas con aerosoles de parafina (nieve artificial utilizada para las decoraciones de Navidad). El contraste es menos pronunciado que con pintura negra, pero se obtiene una mayor nitidez en los detalles pequeños.

2. *HUELLAS EN ARCILLA O EN TIERRA ARCILLOSA*

El vaciado tradicional de huellas de calzado en arcilla se efectúa con yeso París y a menudo da resultados muy buenos. Uno de los inconvenientes de este método es que pueden desprenderse partículas y quedarse pegadas al molde, lo que da por resultado el que se echen a perder algunos detalles. El yeso tiene también, frecuentemente, una consistencia bastante porosa y pueden quedar aprisionadas burbujas de aire.

Estos inconvenientes pueden ser evitados haciendo los vaciados de las huellas con el elastómero. Hay multitud de productos de este tipo en el comercio. Una vez preparado, se vierte la mezcla sobre la huella, sin ser necesario, generalmente, reforzar el molde.

Una vez tomado éste, se retira y aclara con agua corriente, con ayuda de un cepillo suave.

3. HUELLAS EN LA ARENA O SUPERFICIES POLVORIENTAS

Las huellas de calzado, neumáticos, etc., en la arena, en tierra muy seca, en el polvo de las carreteras, en el relleno de las cajas fuertes, en la harina y en otros materiales de este tipo, requieren en general un tratamiento preliminar antes del moldeado, a fin de que ciertas partes del soporte no se encuentren adheridas en el molde, lo que daría como resultado estropear un cúmulo de pequeños detalles. Este tratamiento, que tiene por objeto tapar todas las cavidades y todas las pequeñas hendiduras, consiste en vaporizar la huella con una película muy fina de un material apropiado.

Para las huellas en arena gruesa, lo mejor es vaporizar con un aerosol de laca para lustrar automóviles; para las huellas en arena fina, en el polvo de carretera o en el fino relleno de cajas fuertes, hay que vaporizar tres a cinco capas de laca para el cabello (dejando secar entre cada aplicación). Después de esta preparación, puede procederse al vaciado con el elastómero, como ya se ha indicado. Las pequeñas partículas adheridas a la parte inferior del molde pueden eliminarse lavándolo con ayuda de una solución ligeramente jabonosa.

No obstante, en ciertos casos este método hará desaparecer detalles muy pequeños y eventualmente importantes. Es posible entonces, utilizar otro método, como en el caso de que la huella haya sido dejada en una arena relativamente blanda o en un material del mismo tipo. Se vierte sobre la huella una mezcla de plástico y endurecedor y se deja que la impregne. Después de haberse endurecido se retira todo el producto.

Se ha comprobado que esta preparación de poliéster es la que mejor se adecua a los fines perseguidos. Es necesario adaptar la viscosidad de la mezcla a las condiciones particulares (3 a 4% de endurecedor y 10 a 25% de disolvente).

El tiempo necesario para que la mezcla pueda fraguar oscila entre 30 y 40 minutos a temperatura ambiente. Cuanto más baja sea la temperatura y más disolvente contenga la mezcla, más prolongado será el tiempo de fraguado. Para obtener los mejores resul-

tados, se aconseja realizar una impresión de prueba en el mismo material que la huella a revelar y tratar, por tanteo, de hallar las proporciones ideales para la mezcla. Las manos deberán estar protegidas con guantes, puesto que este tipo de materiales irrita la piel.

Para obtener resultados satisfactorios con esta técnica, es necesario contar con un espesor suficiente de arena o de material polvoriento (por lo menos 3 o 4 centímetros). Si no se tiene este espesor, el plástico corre el riesgo de adherirse a la superficie que se encuentra debajo (por ejemplo: asfalto, cemento, piedra, etc.) y no se podrá retirar el aglomerado sin estropearlo.

4. *HUELLAS EN LA NIEVE*

Actualmente, el procedimiento recomendado para lograr huellas en la nieve, consiste en tomar un molde con azufre. Es necesario proceder a una temperatura ligeramente superior al punto de fusión del azufre (113 grados centígrados), y la operación es bastante delicada. Si la temperatura es demasiado elevada, la nieve se funde y se destruyen detalles importantes. Incluso en condiciones perfectas, se produce una ligera fusión y el molde tiene una superficie algo porosa y falta de relieve.

Con la nieve en polvo y poco compacta sucede lo mismo: el azufre atraviesa la huella y reaparece debajo de ella.

Para evitar los inconvenientes aludidos ha surgido una nueva técnica que al mismo tiempo proporciona un molde más neto y de mejor calidad.

Se trata de una operación en dos tiempos. Primero se vaporiza una capa de parafina sobre toda la huella y se deja secar, y luego se vierte parafina fundida en la huella. El procedimiento sería el siguiente:

a) Se retira la nieve que corre el riesgo de caer sobre la huella.

b) Se vaporiza parafina (por ejemplo, aerosol de nieve artificial para decoraciones de Navidad) sobre toda la huella, a una distancia de alrededor de 10 cm y desde diferentes ángulos. Durante la operación se produce una disminución progresiva de la presión y un enfriamiento como consecuencia de la evaporación. Por ello se aconseja tener a mano dos o tres aerosoles, preferentemente en un lugar relativamente templado (bolsillos, coches). La operación de vapori-

zación se repite tres veces, dejando secar tres minutos entre cada operación (si se hace en una sola vez, pueden aparecer resquebrajaduras sobre la capa vaporizada). Las capas de parafina deben tener un espesor total de 1 mm, aproximadamente.

c) Después de haber dejado secar otros 10 o 15 minutos, se vierte lentamente y con precaución parafina fundida (es decir calentada justamente hasta por debajo del punto de fusión) sobre la capa de parafina.

d) A fin de no estropear el molde durante su transporte, se aconseja reforzarlo colocando varillas de madera sobre las capas de parafina que han sido vaporizadas y después recubrirlo todo con parafina fundida. Hay que cuidar que la parafina no se derrame y se deslice bajo la huella.

e) Una vez terminado el vaciado se enfría con la nieve y se retira cuando está completamente frío.

En lugar de reforzar el molde, como se ha descrito precedentemente, se puede colocar en una caja de madera, una caja de zapatos, etc., y verter parafina a su alrededor.

Es de hacer notar que estos procedimientos sufren y seguirán sufriendo modificaciones para optimizar resultados.

5. MOLDES CONFECCIONADOS CON YESO

Así como los antes enunciados, muchos son los productos que han sido recomendados para la elaboración de moldes de huellas de pie calzado y neumáticos. Los mismos, adecuadamente empleados, han demostrado ser totalmente satisfactorios. Sin embargo, considerando la disponibilidad de materiales, facilidad de preparación y costo, el yeso ha demostrado ser una de las sustancias más prácticas para estos fines.

Si la persona que va a hacer moldes de yeso ha tenido poca o ninguna experiencia en este terreno, es recomendable que lleve a cabo algunas prácticas con su propio calzado, antes de hacerlo con huellas que eventualmente puedan servir de evidencia.

Sin la práctica apropiada, el moldeado de huellas puede llegar a ser la experiencia más frustrante y, consecuentemente, se perderán las posibilidades de obtención en hechos reales, ya sea por imperfecciones o roturas. Por otro lado, un trabajo perfectamente con-

cretado brindará detalles diminutos que facilitarán una identificación.

a) *Cómo llevar a cabo el molde.*— Para hacer un molde de yeso, quien esté a cargo de ello deberá poseer un elemento contenedor limpio, una espátula o cucharón para mezclar, agua, yeso (preferentemente París) y palillos o trozos de alambre para refuerzo. Antes de mezclar el yeso y el agua, el área donde se va a obtener la huella puede limitarse mediante la construcción de una pared contenedora que abarque el perímetro de la impresión. Si hay agua presente en la huella, se la hará drenar mediante la confección de una canaleta construida en uno de los laterales. No se hará ningún esfuerzo para extraer ramas, palillos o cualquier otro elemento contenido en la superficie de la huella, ya que ello la desvirtuaría.

Una vez preparada la superficie a revelar, se coloca agua en el recipiente y luego yeso, para posteriormente revolver la mezcla, la cual estará lista cuando alcance una consistencia cremosa y espesa; si es demasiado espesa tenderá a *arrugarse* y no levantará (o captará) los detalles de la huella de pie calzado o neumático; por el contrario, si es muy ligera o delgada, los detalles pueden eliminarse por lavado.

La mezcla deberá ser vertida directamente sobre una paleta o cucharón próximo a la impresión (pero que no la toque); ello permitirá que fluya suavemente del elemento mencionado hacia la huella. Durante esta operación, la paleta o cucharón deberán ser movidos circularmente para cubrir la superficie completa.

El verter la mezcla directamente sobre la impresión puede provocar un empastamiento que afecte los detalles. Cuando el yeso alcance una profundidad de 2 cm se le deberán agregar los palillos o alambres de refuerzo en forma cruzada, como se observa en la ilustración, para evitar posteriores fracturas del material al ser transportado. La segunda capa de yeso debe ser tal que el molde total tenga una profundidad o altura de 4 centímetros.

(ver figura 53 en p. 145)

El endurecimiento de la sustancia se producirá en 20 o 30 minutos; luego de ello el molde puede ser removido. Es conveniente colocar en el reverso del molde la fecha, lugar y hora de la tarea de revelado, al igual que la numeración pertinente del mismo, siendo aconsejable obtener, en lo posible, más de un molde de una misma

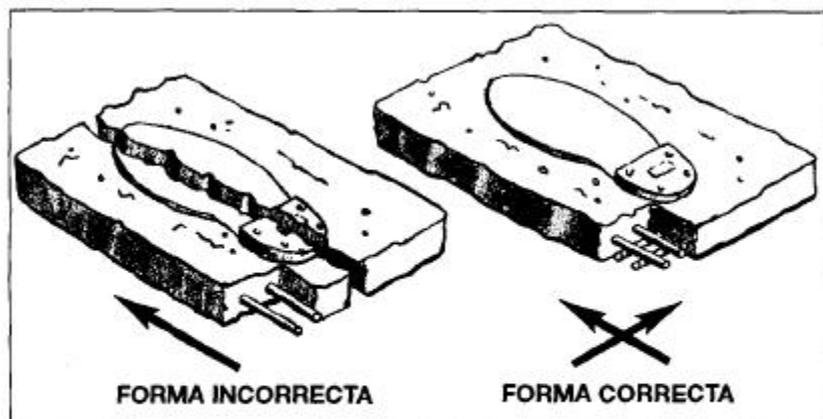


Figura 53

Colocación de varillas, palillos o alambres en el molde.

huella. Esto último obedece al hecho de que, muy a menudo, las características de identificación que pudieran estar presentes en uno, pueden no estarlo en el otro, y viceversa.

b) *Huellas de neumáticos*.— Dada la considerable longitud de la circunferencia de una cubierta o neumático, la posibilidad de identificar una huella del mismo con aquél, se incrementa con la longitud del o los moldes obtenidos. De ser factible, deben llevarse a cabo moldes sectorizados y consecutivos de la impresión, de manera tal que pueda cubrirse la longitud total de la circunferencia aludida.

Si bien no ocurre en todos los casos, es importante además poder contar con los moldes de las huellas de los cuatro neumáticos, para lo cual deberá señalarse la posición de cada rueda.

Si bien existen otras técnicas de revelado de huellas de neumáticos, acordes con la superficie donde se encuentran insertas, no debe olvidarse que la fotografía acompañada con una buena fuente de iluminación a diferentes ángulos, cumple acabadamente con dicho propósito, siempre y cuando se utilicen referencias métricas apropiadas y la película se encuentre paralela a la superficie a documentar.

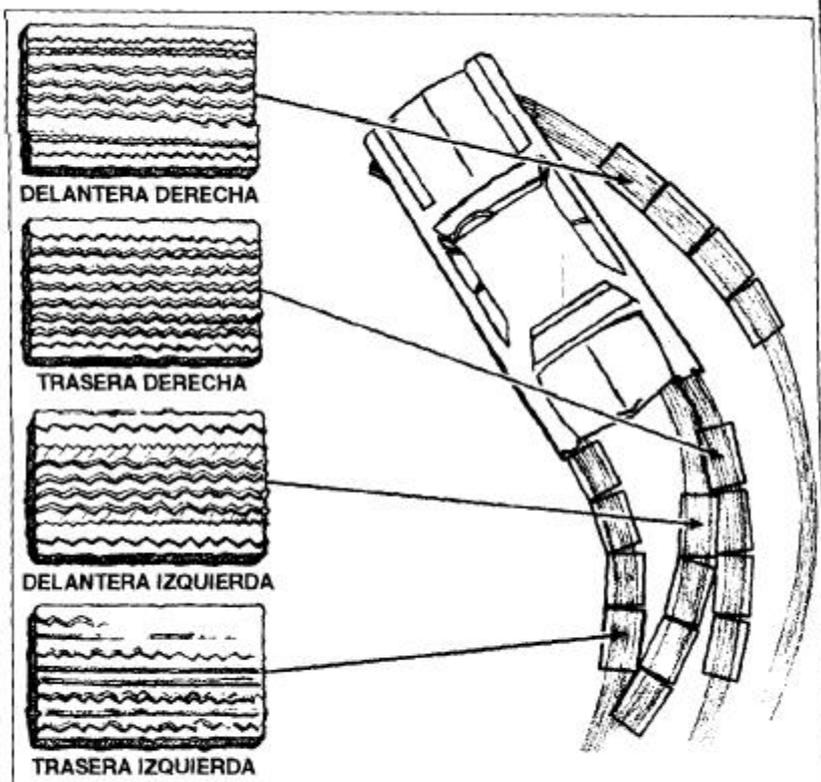


Figura 54

Impresiones o huellas dejadas por los cuatro neumáticos en una curva.

CAPÍTULO VIII

LA PRUEBA DOCUMENTAL

1. *ASPECTOS TEÓRICOS DEL EXAMEN E IDENTIFICACIÓN DE MANUSCRITOS*

Quien tiene a su cargo el examen de un documento desde el punto de vista pericial, cuando se enfrenta con el problema de determinar quién escribió uno en particular usualmente sabe poco o nada de la historia de su autor. Sus resultados se basan en un estudio científico de la escritura y su comparación con ejemplares indubitados.

La individualidad se inyecta en la escritura juntamente con el proceso de aprendizaje y se hace más pronunciada a medida que el escritor la pone en uso diaria o esporádicamente. Es el producto de un esfuerzo combinado entre el cerebro, los nervios y los músculos; la habilidad de estas partes para trabajar juntas influye en las características generales así como también en los detalles individuales de la escritura. Una vez que un adulto establece un sistema de escritura, rara vez realiza cambios radicales en ella, salvo que sufra algún deterioro físico.

La identificación de manuscritos se basa en el hecho de que cada persona desarrolla peculiaridades individuales en su escritura, resultantes de cientos de miles de movimientos repetidos del brazo y los dedos. De tal manera, la escritura es el producto del hábito. A medida que una persona la practica, finalmente se hace tan auto-

mática que ni siquiera advierte las muchas formas y trazos de enlace que realiza. Cada escritura individual puede ser identificada con la condición de que sea la verdadera representación de los hábitos normales.

Las características personales que soportan mayor peso son los trazos iniciales y finales, los enlaces y las alturas relativas.

La evaluación de hechos obtenida de la comparación de dos muestras de escritura, de una de las cuales se desconoce su origen y la otra perteneciente a un sospechoso, está sometida a un proceso de evaluación cuantitativa y cualitativa. El experto formula una conclusión basada en estas valoraciones y da su opinión respecto de la autoría de la escritura en cuestión. Los grados de certeza son problemáticos o categóricos.

Las conclusiones categóricas son positivas o negativas, lo cual depende de si se ha establecido una identificación o una no identificación. Las conclusiones probables resultan cuando el perito encuentra imposible identificar con precisión o eliminar al escritor sospechado de un documento cuestionado.

Cuando un perito arriba a una conclusión categórica, significa que tiene sentada una profunda convicción y que la identificación de las características gráficas en su totalidad, es suficiente para excluir cualquier coincidencia accidental. Está seguro de que las cualidades comunes evidentes en las dos escrituras comparadas, no se dan en la escritura de ningún otro. Consecuentemente, las escrituras analizadas deben haber sido preparadas por un autor; inversamente, las diferencias entre dos muestras que no se deban a una modificación consciente y deliberada (desfiguraciones, simulaciones o copias), ni a una variación natural, evidencian que dos especímenes escriturarios pertenecen a diferentes individuos.

2. *EXAMEN DE ESCRITURAS: ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS*

I. Escritura = la unión inconsciente o subconsciente de la mente y el músculo para expresar físicamente el pensamiento.

II. Orígenes.

A. Primeras formas = dibujos. Históricamente el lenguaje escrito ha emanado de los dibujos (hombre de las cavernas, etc.). Luego, las escrituras pictóricas, hasta llegar a las sofisticadas formas de

hoy que abrazan el lenguaje y la pronunciación más que las pinturas.

1. Dibujos (ejemplo: al niño se le da papel y lápiz o crayón).

a. Relajación.

b. Tensión.

c. Ira.

2. Impresión = primer tipo formal de escritura enseñado al niño.

= movimiento ascendente y descendente del infante, también utilizado para el entrenamiento inicial formal (movimiento del dedo).

3. Caligrafía = segundo tipo formal de escritura.

= hacia afuera y alejándose (movimiento de brazo y muñeca).

= frustración de las tendencias normales.

= imagen mental de un estilo de escritura transmitido por músculos (expansión contracción, presión y liberación).

B. Formas desarrolladas = usualmente se estabilizan después de completado el entrenamiento formal.

= desarrollo intelectual y muscular estabilizado.

1. Conocimiento de sistemas de escritura, necesarios para discernir las variaciones de estilo del escritor según los patrones caligráficos.

2. Progresos en el desenvolvimiento de la mano = pueden permanecer muy próximos a los estilos caligráficos, en cuyo caso se hace difícil diferenciar a los escritores; pueden regresar a movimientos de dedo más innatos, reflejados por la angularidad más que por la redondez; a medida que el proceso mental crece, el control muscular no puede mantener su marcha y aparece la ilegibilidad. (Estas observaciones pueden no siempre ser verdad, dado que el proceso mental y la habilidad muscular difieren con cada individuo. Además obsérvese que el semianalfabeto o pobremente educado —entrenado— puede acusar angulosidades antes que redondeces, pero siempre esta escritura es lenta y laboriosa.)

III. Herramientas básicas = vista y magnificación.

IV. Definiciones básicas:

A. Examen de manuscritos: comparación lado a lado de un documento cuestionado con un ejemplar conocido, para determinar identidad o no identidad.

B. Términos elementales:

1. Semejante: es una escritura o característica que indica iden-

tividad posible o probable. La combinación de semejanzas conduce a una conclusión de identificación.

2. Diferencia: es una peculiaridad o característica de la escritura que indica posible o probable no identificación.

3. Variaciones: desviaciones de lo esperado, formación normalmente peculiar de una letra.

a. Variaciones inexplicables: no puede darse una explicación atribuible. Podría deberse al tipo de papel, instrumento escritor, distorsión no intencional o no controlable.

b. Distorsión: Puede ser intencional y también no intencional, por ejemplo: nerviosismo, tensión, alcohol, drogas, irritación, etcétera.

C. Deformación/desfiguración.

1. Escritura con la mano opuesta: forma común de desfiguración intencional.

2. Escritura deformada: escritura vacilante, trémula; letras hechas con plantillas (pueden deberse a desfiguración intencional, nerviosismo, etcétera).

3. Escritura débil.

4. Otras = edad, enfermedad, lesión, etcétera.

V. ¿Es el examen de un documento un arte o una ciencia?

A. Arte = desarrollo de habilidades (innatas, educación, entrenamiento).

B. Ciencia = conocimiento; conjunto de hechos o información sobre una materia en particular. (Es sistematizada y basada en principios observables, científicos y reconocidos.)

C. Experto o perito = es quien posee un conocimiento especializado sobre una materia en particular (especialista).

1. El testimonio del experto es un testimonio de opinión. El experto puede testificar y dar conclusiones. El testigo ordinario puede sólo testificar sobre hechos; su opinión sobre los mismos, sin embargo, será excluida como opinión testimonial.

VI. Principios científicos básicos.

A. Las diferencias de todas las cosas en la naturaleza (aun el hecho de que no haya dos personas que escriban exactamente igual).

B. Cada individuo, de diferente capacidad mental y física (muscular), desarrolla peculiaridades o características en la escritura.

1. Aunque algunas de estas peculiaridades pueden ser características de *clase*, la combinación de peculiaridades es característica de una sola persona.

C. Cuando los escritos son examinados por un experto competente (por ejemplo, uno que tenga conocimiento especializado, adquirido a través de la educación, el entrenamiento y la experiencia —un perito—, puede demostrarse la identidad o la no identidad.

VII. Lo siguiente no puede determinarse con certeza:

- A. Edad.
- B. Sexo.
- C. Raza.
- D. Capacidad o incapacidad física.
- E. Carácter.
- F. Educación.

3. *EXAMEN DE ESCRITURAS. PRINCIPIOS DE LA NO IDENTIFICACIÓN*

- 1. Desviación de los sistemas.
- 2. Desviación de las características en la comparación de escrituras.
 - a. Diferencias en la formación de las letras de un documento, cuando se las compara con las mismas letras de otro documento.
 - b. Diferencias en el ritmo, presionado del elemento escritor, espaciado, trazos, etcétera.
- 3. Una similitud excluye la no identificación positiva.
- 4. Si hay suficientes diferencias; si las variaciones observadas pueden ser explicadas, y si no se detectan similitudes, puede obtenerse una conclusión de no identidad.

Nota: Las no identificaciones usualmente son más difíciles de establecer que las identificaciones.

5. Debe estudiarse cuidadosamente la escritura dubitada respecto de la significación de las características que sean adecuadas para una no identificación determinada. En muchas ocasiones el material cuestionado exhibe una calidad tan pobre que no es viable identificar o no identificar el mismo.

Es importante comprender que las diferencias en la configuración en general (impresiones gráficas), no son la única consideración a tener en cuenta para establecer una no identificación. La escritura cuestionada debe estar naturalmente preparada y poseer un determinado número de diferencias significantes. Sólo así puede darse una opinión de no identidad sobre base realista.

4. EXÁMENES DE FALSIFICACIONES

I. Calcados = un calcado es un dibujo de una escritura.

A. Tipos.

1. Carbónico (mediante el empleo de papel carbónico debajo del original). Grafito (mediante el empleo de un lápiz).

2. Luz transmitida (por transparencia).

B. Factores de detección:

1. Vestigios de carbón depositados en el papel o depósitos de grafito.

2. Indentaciones (hendiduras o depresiones) debajo de la firma.

3. Pobre calidad de las líneas.

4. Rasgos de ataque y finales romos.

5. Borraduras.

6. Levantamientos del elemento escritor y retoques.

7. Firma original.

C. Identificación

1. Como falsificación = usualmente es de fácil determinación, especialmente si se localiza la firma original (*master*), tomada como modelo.

2. Para determinar autoría = es prácticamente imposible lograrlo ya que el calcado consiste en dibujar la escritura de otra persona.

D. Modelos de escrituras indubitadas.

1. Dado que un calco es un dibujo de la escritura de otro, se superpondrá al original empleado para su preparación. Dos firmas, si son genuinas, no se superponen, dado que la variación natural que surge en las escrituras normales, evita que ello ocurra. Los esfuerzos de un investigador deberían estar dirigidos hacia la obtención de firmas genuinas que hayan podido ser utilizadas para la maniobra de calcado, antes que lograr muestras indubitadas de sospechosos y víctimas (ya sea mediante cuerpos de escritura o no).

II. Imitaciones = la imitación es la copia de un escrito.

A. Generalmente se realiza tomando una firma como modelo y copiándola.

1. Un semidibujo.

2. Un intento de hacer aparecer la escritura propia como la de otra persona.

3. Práctica de la escritura de otra persona (asimilación de los hábitos de otro).

B. Factores de detección.

1. Calidad de las líneas y ritmo.

2. Rasgos de ataque y finales.

3. Levantamientos del elemento escritor y retoque.

4. Variaciones en la formación de las letras.

5. Temblores.

6. Escritos indubitados.

C. Identificación:

1. Como falsificación = puede ser dificultosa.

= depende de la habilidad para escribir del autor y la víctima.

2. Para determinar autoría = extremadamente difícil dado que las características normales del escritor están generalmente ocultas; sin embargo resulta extremadamente complicado para un escritor ocultar *todas* sus propias características escriturales.

D. Muestras o modelos de escritos auténticos

1. Necesidad de escritos de la víctima o damnificado = para ver cuán buena es la imitación y si están presentes características extrañas.

2. Necesidad de escritos de sospechosos para ver si algunas de las características propias y normales se han insinuado en la imitación.

III. Falsificaciones a mano libre = el escritor no conoce cómo escribe la víctima.

A. Permite identificar fácilmente a su autor, siempre que se cumplan estas tres condiciones:

1. Que se obtengan escritos auténticos, de comparación.

2. Que tales escritos sean normales, sin desfiguraciones ni distorsiones.

3. Que contengan suficientes y significativas características identificativas.

IV. Métodos variados de falsificación/técnicas de desfiguración.

A. Firmas *levantadas*.

1. Cinta adhesiva.

2. Otras técnicas de levantamiento.

B. Autofalsificación = calcos o imitaciones concretados por la pretendida víctima, con la intención posterior de negar la escritura.

FALSIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	HALLAZGOS POSIBLES	LIMITACIONES	POSIBILIDADES DE INVESTIGACIÓN
Calcado	Las curvas grandes son vacilantes (aspecto mecánico). Lentitud. Comienzos y finales romos. Roturas y conexiones inadecuadas. Superposición.	Prueba de que es un calco. Identificar de qué original fue obtenido.	No se puede identificar al escritor.	Se debe obtener el original.
Imitación	Todas las anteriores excepto la superposición. Compromiso entre velocidad y precisión.	Calidad pobre. Ausencia de características de la firma normal de la víctima. Rara vez puede identificarse una falsificación.	Depende de la calidad.	Debe contarse con numerosas firmas de la víctima. Deben obtenerse numerosos escritos del sospechoso, con el nombre de la víctima.
A mano libre (el falsario desconoce cómo es la firma de la víctima)	Todo luce mal.	Se puede establecer que no es genuina. Se puede identificar al autor.	A menudo contiene desfiguraciones.	Lo mismo que en el casillero inmediato superior.

Es más difícil de detectar, particularmente en los casos de imitaciones, dado que los factores de detección ya mencionados estarán presentes. El problema de la autofalsificación sólo sirve para ilustrar el meticuloso cuidado y la experiencia que se necesita para examinar escritos en que se sospecha una falsificación.

(ver cuadro en p. 154)

5. TÉCNICAS COMUNES DE DESFIGURACIÓN

Las soluciones que seguidamente se ofrecen para resolver formas de desfiguración, presuponen que se pueden obtener cuerpos de escrituras de los sospechosos.

I. Escritura con la mano opuesta

A. Esta muy común técnica de desfiguración puede a veces vencerse a través de la observación de la posición y manipulación que del papel hace el sospechoso al momento de escribir, al igual que su ubicación corporal.

1. Utilizar papel rayado.

2. Colocar el papel en posiciones oblicuas extremas.

3. Hacer sentar al escritor en posición normal y hacerlo escribir con codo y antebrazo apoyados o próximos a la superficie de escritura (escritorio, mesa, etc). El codo debe estar próximo al cuerpo.

4. Pedirle que escriba sobre las líneas del papel.

II. Escritura distorsionada o falseada

A. Generalmente es difícil de identificar pero puede resultar de una excelente ayuda la siguiente regla:

Reproducir tan aproximadamente como sea posible las condiciones originales del escrito.

B. Explicación de la regla:

1. Utilizar la misma medida y tipo de papel.

a. Rayado o no rayado.

b. Si posee algún tipo de formato en especial, utilice otros similares en blanco para la toma de muestras.

c. Si son cheques, utilizar otros similares en blanco.

2. Utilizar el mismo tipo de elemento escritor.

a. Crayon, lápiz, esferográfica, pluma, etcétera.

3. No permitir que el escritor vea el documento cuestionado.

4. Utilizar palabras o textos similares a los cuestionados, aun tratándose de palabras obscenas.

5. Los dibujos y símbolos también deben ser obtenidos.

6. No dar información sobre signos de puntuación, acentos, de-
letreo, márgenes, etcétera.

7. Obtener muestras de escritura de la mano más débil (por lo
menos el alfabeto).

8. Tomar varias muestras y quitar cada página de la vista de
quien escribe, una vez que está terminada.

9. Desarrollar una buena técnica de dictado.

a. Quien dicta debe observar al que escribe. ¿Escribe despacio?
¿Trata de desfigurar o disfrazar su personalidad? ¿Escribe muy li-
gero como para distorsionar su escritura?

b. Observe su cabeza. ¿Se dirige hacia abajo cuando escribe y
se levanta si quien dicta lo hace muy despacio o muy ligero?

c. El objeto de las reglas mencionadas es obtener algunas simi-
litudes de forma, por ejemplo: puntuación, faltas de ortografía, ubi-
cación de la escritura en el renglón, etcétera.

III. Escrituras con la mano más débil.

IV. Falsificación.

A. Calcos.

B. Imitaciones.

C. Autofalsificación.

6. *FUENTES PARA ACOPIO DE ESCRITURAS O FIRMAS INDUBITADAS*

1. Libros de contabilidad.

2. Declaraciones juradas.

3. Escrituras de bienes.

4. Autógrafos.

5. Formularios para aseguramiento de automotores o inmue-
bles.

6. Tarjetas de crédito.

7. Registro de firmas para aperturas de cuentas corrientes
bancarias.

8. Registro de firmas para aperturas de cuentas de ahorro ban-
carias.

9. Legajos de identidad o prontuarios policiales.

10. Constancias en el Registro Nacional de las Personas.
11. Documentos de identidad (CI, LE, DNI, etcétera).
12. Solicitudes de empleo y legajos personales en empresas.
13. Cheques y endosos de los mismos.
14. Pagars.
15. Escrituras de cesión o traspaso.
16. Diarios íntimos.
17. Formularios para contratación de servicios.
18. Registro de hotel.
19. Solicitudes de patentamiento de inventos.
20. Cartas.
21. Telegramas.
22. Formularios para seguros de vida.
23. Manuscritos.
24. Memorandos de todo tipo.
25. Tarjetas postales.
26. Recibos de alquiler.
27. Otros.

7. FALSIFICACIÓN MEDIANTE CALCADO

Constituye uno de los métodos tradicionalmente utilizados en la imitación de textos manuscritos. El que ahora nos ocupa consiste en calcar un escrito original sobre un documento falsificado. En la mayoría de los casos sólo se calcan las firmas, pero también hay ocasiones en que ocurre lo propio con gran parte del texto.

Muchas veces el procedimiento consiste en lo que podríamos llamar falsificación mediante unión de letras o palabras; el falsificador escoge algunas palabras o letras de una comunicación escrita u otro documento, las arregla en el orden en que estén y las calca en otro papel. Tal método debe estudiarse con auxilio de instrumental óptico.

En el escrito original, la altura de las letras y las distancias entre palabras serán más o menos uniformes, pero cuando un falsario escoge letras de diferentes partes del documento y las acomoda donde le conviene, habrá ligeras variaciones en alturas y otras diferencias que no podrán observarse en la falsificación, a menos que el documento esté muy ampliado.

Se emplean diferentes métodos para calcar; el más sencillo consiste en utilizar papel calco y llenar con tinta las líneas calcadas. Tal procedimiento puede descubrirse inmediatamente mediante un examen microscópico, pues debajo de la tinta se verán partes de las líneas calcadas. Otro método consiste en colocar el papel donde está la firma original, contra el vidrio de una ventana, poner sobre él el documento que se va a falsificar y seguir la firma por transparencia. Un calcado de esta índole se puede reconocer por los trazos un tanto forzados que se obtienen.

Un falsificador experimentado emplea el aparato que utilizan los fotógrafos para retocar negativos, vale decir, un vidrio despulido, inclinado, con una lámpara eléctrica por detrás. De esta forma la mano queda en la posición natural de escribir, y si el calcado se hace varias veces, para adquirir práctica, puede llegar a ser muy semejante al original. Sin embargo, un examen minucioso y detenido podrá revelar la maniobra.

El falsificador levantará a menudo el elemento escritor del papel y se detendrá un momento a mirar su trabajo y pensar cómo habrá de continuar. Estas interrupciones en la escritura se ocultan mediante un retroceso, de tal manera que el nuevo trazo comienza sobre el anterior. Tal retroceso difiere de las interrupciones normales de las escrituras, no sólo porque no es natural, ya que a veces se encuentra en medio de una letra, sino también en que una interrupción natural no trata de ocultarse.

El falsificador retocará a menudo su trabajo, especialmente cuando el trazo no ha seguido los lineamientos exactos del original. Estos retoques no deben confundirse con los que muchas personas hacen en su propia escritura; los mismos pueden originarse en el exagerado cuidado o una afección nerviosa. Sin embargo, es frecuente que la escritura de quien retoca en la forma mencionada en último término, no sea muy legible, es entonces cuando dicha persona trata de perfeccionar las partes que no le parecen claras. Aquí vemos también la diferencia entre el falsificador y el retocador normal: el primero retoca aun partes de letras que son claras y perfectamente legibles, a fin de lograr mayor semejanza con el original, mientras que los retocadores normales sólo actúan sobre las letras ilegibles.

Elementos de delación.— Los rasgos insertos no muestran la rapidez, espontaneidad y soltura de la escritura normal y, en conse-

cuencia, las letras revelan a menudo que han sido escritas por una mano más o menos temblorosa. Sin embargo, el temblor puede ser natural y, por tanto, es necesario distinguir entre el temblor del falsificador y el que es debido a la edad, al frío o alguna enfermedad. El del falsificador se notará especialmente en los trazos ascendentes y en los lugares donde el elemento escritor, al copiar, cubre la escritura original. El temblor debido a edad avanzada se observa principalmente en los trazos iniciales, mientras que el frío y la rigidez de los dedos a menudo producen una escritura angular.

El temblor patológico de diversas enfermedades tales como la parálisis y el mal de Parkinson, suele ser muy característico.

Se observa con bastante frecuencia en el falsificador, el hecho de comenzar a calcar una letra en un punto que no es normal o no condice con la forma en que lo hizo su verdadero autor. Por ejemplo, comenzar indistintamente el calcado de una *o* cerrada, ya sea desde arriba o desde abajo.

A veces es factible obtener el original del cual se concretó el calcado, especialmente cuando se trata de documentos vencidos o de cheques. En tal caso resulta muy fácil descubrir la falsificación, dado que dos firmas nunca pueden ser exactamente iguales en todas sus proporciones; por tanto, si se encuentran dos firmas absolutamente iguales, una de las dos tiene que ser falsificada.

Si se compara el original y la copia o calco, se suele encontrar que la forma de los trazos iniciales y la puntuación varían, ya que el falsificador a menudo los dibujará después de haber completado su trabajo; también suelen diferir los rasgos finales, pero las distancias entre letras y entre las partes importantes se encontrarán completamente iguales.

8. *EL MATERIAL IMPRESO COMO EVIDENCIA*

Resulta extremadamente importante tanto para el investigador como para el perito que examina documentos, estar al corriente del rol del proceso de impresión y de los documentos impresos, en el área del fraude. Con la rápida arremetida de la tecnología el falsificador ha sido provisto de un arsenal de *armas* en el terreno de las artes gráficas. Las variadas formas de impresión cubren los terrenos de la computación, la fotografía, la impresión mecánica, la fotomecánica y los procesos electrostáticos.

Utilizando una variedad de métodos gráficos posibles, deviene relativamente fácil confeccionar un documento fraudulento partiendo de un modelo auténtico. Su finalidad es sorprender al desprevenido con un efecto visual de autenticidad muy simple de producir; sin embargo, las características de un documento legítimo están, muchas veces, más allá de la capacidad de reproducción del falsario, pese a que muchos no deseen crear un elemento perfecto sino uno que pase el escrutinio preliminar.

Para poder adquirir una comprensión fundamental del potencial probatorio reflejado en los documentos impresos de origen fraudulento, es de suma importancia poseer un conocimiento general de los procedimientos de impresión.

a) *Tipografía*.— Sin entrar en detalles históricos diremos simplemente que es la impresión de motivos en relieve. Las partes impresas son prominentes y entintadas por rodillos cuya tinta grasa se transmite al papel bajo el efecto de la prensa. El impresor realiza así impresos por medio de formas compuestas de caracteres, de filetes y de clisés, cuya altura normal es de 23,56 mm. El siglo **xi** aportó una importante evolución en los caracteres: grabadores de renombre crearon los caracteres modernos como, por ejemplo, el antiguo *lito*, el *times*, la *carabela*, etcétera.

b) *Talla dulce*.— El nacimiento de la talla dulce se remonta a 1452. Un orfebre italiano, Thomas Finiguera, grabó en hueco, sobre una plancha de plata, un motivo que representaba a la Virgen y de la cual hizo tiradas en papel. Esta técnica aplicada a metales menos nobles (cobre) fue luego utilizada por los más célebres grabadores.

El procedimiento consiste en grabar con un buril o cualquier otro instrumento muy afilado y sobre una plancha de cobre, surcos, letras o un dibujo. Se recubre de tinta la superficie total de la plancha con ayuda de un pincel, por ejemplo, y se seca esta superficie dejando subsistir únicamente la tinta contenida en los huecos. Se aplica luego sobre la plancha preparada un papel secante o esponjoso, ejerciendo una fuerte presión sobre el soporte elegido; la tinta contenida en los huecos será absorbida por el papel, reproduciendo así la imagen trazada sobre la plancha.

Este procedimiento se utiliza ahora en gran escala con máquinas modernas (los sellos postales se imprimen así). El trabajo artesano tiende a desaparecer poco a poco por ser muy oneroso. La talla dulce se emplea para la impresión de ciertos trabajos lujosos, como por ejemplo las tarjetas de visita, las invitaciones de boda, los encabezamientos de cartas, los sobres, etc. Este procedimiento se reconoce por el ligero relieve que aparece en el emplazamiento del grabado, pero no hay que confundirlo con la impresión en termograbado.

c) *Heliograbado*.— Es un procedimiento derivado de la talla dulce, inventado y puesto a punto por el alemán Klietch hacia 1895, e industrializado hacia 1910. El grabado se obtiene por vía fotográfica, de ahí el término de heliograbado, y la impresión se realiza a partir de un grabado sobre un cilindro, de donde proviene el nombre de *rotograbado* dado a este procedimiento.

Los huecos impresos del cilindro recubierto de cobre están constituidos por una multitud de cubetas cuadradas de superficie idéntica. Las profundidades de estas cubetas grabadas son microscópicas y difieren según la intensidad del tinte a reproducir en el papel. Colocada sobre la máquina de imprimir, la forma cilíndrica está completamente recubierta de tinta líquida que penetra en los huecos impresores y se deposita igualmente en la superficie que los delimita. Antes de la impresión, esta superficie (que se ha vuelto clara por el secado automático) representa lo blanco del papel impreso, mientras que los huecos reproducen los elementos impresores. Este procedimiento se emplea generalmente para la impresión de publicaciones periódicas.

d) *Litografía*.— No se puede hablar de impresión *offset* sin hablar de la litografía, ya que este procedimiento es su precursor. Se pinta un dibujo o un texto invertido con un lápiz graso directamente sobre una piedra. Se fija la imagen a reproducir con ácido, la tinta sólo se fija entonces sobre las partes llamadas *grasas*. Luego, con la ayuda de una prensa litográfica, la hoja del papel se pone en contacto con la piedra, se ejerce una fuerte presión y se reproduce la imagen, derecha, sobre el soporte.

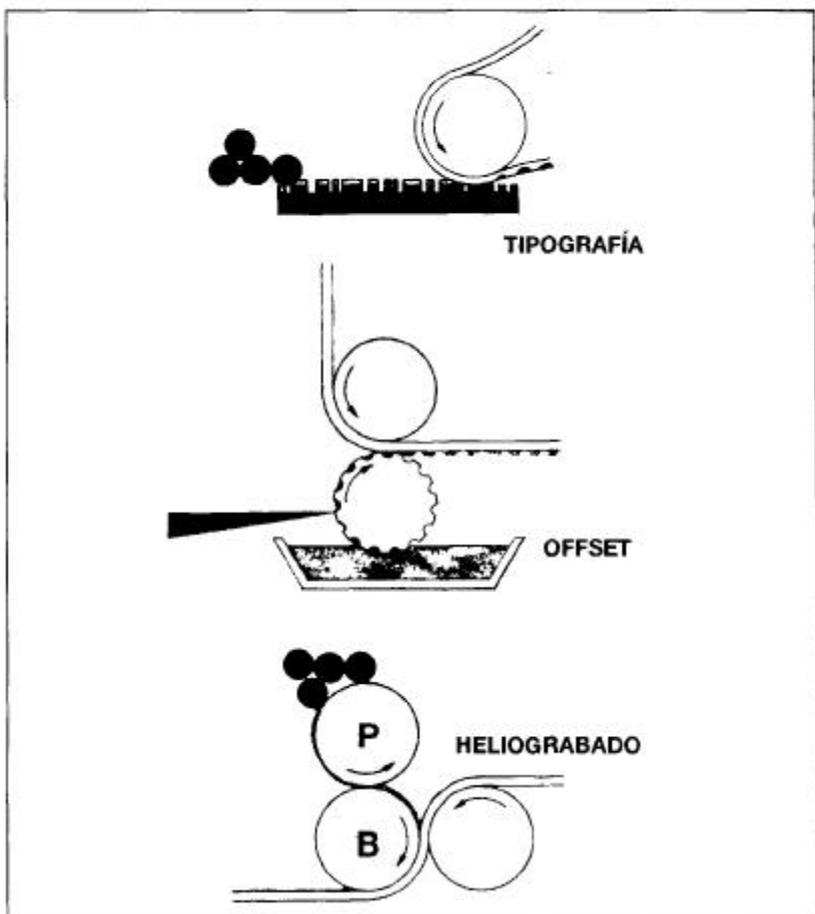


Figura 55

Representación esquemática de los tres principales procedimientos de impresión.

Tipografía: La hoja de papel es presionada contra los relieves entintados con ayuda de un cilindro.

Heliograbado: El cilindro, portador de minúsculas cubiertas grabadas, se sumerge en la tinta, cuyo exceso es enjugado por un raspado flexible. Las cubetas dejan un ligero relieve sobre el papel.

Offset: La plancha grabada (P) es ajustada sobre el cilindro y la imagen de la forma es reportada sobre la hoja de papel por medio de una mantilla (B) de caucho.

e) *"Offset"*.— Emplea el principio básico de la litografía. Sólo se imprimen en el papel las partes recubiertas de tinta grasa, mientras que las que están humedecidas permanecen neutras. Ya no se obtiene la impresión por contacto directo de la forma sobre el papel, sino por calcado sobre un cilindro intermediario.

En la práctica, la forma está constituida por una plancha metálica (zinc y aluminio) muy delgada, enrollada en un cilindro; esta plancha se obtiene mediante un tratamiento químico. La imagen de la forma se reporta sobre el cilindro intermediario, recubierto de una mantilla de caucho que la calca luego sobre el papel. El término *offset* evoca además la idea de calco-reporte. Se emplea actualmente en la prensa para los diarios y las publicaciones periódicas. Los textos son, la mayoría de las veces, fotocompuestos y reproducidos por fotograbado sobre las planchas *offset*. El *offset* produce una imagen lisa y uniforme y es usado frecuentemente en la manufactura de documentos falsos debido a su fácil uso y al bajo costo del equipo.

f) *Flexilografía*.— También conocida como pantalla de seda, este método usa una pantalla porosa como superficie de impresión. La imagen que se logra es producida sobre la pantalla por medios mecánicos o fotomecánicos. El área sobre la pantalla fuera de la imagen es sellada y la tinta es forzada a través de las aberturas en la zona de la imagen sobre la superficie impresa. Este método produce un efecto elevado similar a la impresión tipo plena (entallada) y ha sido empleado para imitarlo.

g) *Impresión tipo plena (entallada)*.— Este método utiliza una lámina de metal que está grabada al agua fuerte, a mano o químicamente. Dicha lámina y tinta especial son aplicadas a la superficie impresa bajo presión. El resultado es un efecto elevado con un leve plumaje alrededor del borde de la imagen impresa, como consecuencia de la presión. La impresión tipo plena permite detalles muy bellos en las imágenes que se obtienen. Este método de impresión es considerado muy seguro, dada su difícil producción, la belleza del posible detalle y su gran costo.

h) *Termografía*.— También produce una impresión elevada. Este método, junto con la flexilografía, es empleado para reproducir impresiones de tipo pleno en documentos falsos. Una imagen de *offset* es impresa usando una tinta especial que no se seca. La tinta que no se seca es entonces rociada con una sustancia plástica en polvo. El exceso de polvo es removido utilizando una aspiradora y la superficie impresa es entonces *horneada* para fijar el polvo. La termografía produce una imagen grabada sin el detalle fino de la impresión tipo plena, pero con bordes lisos y parejos. Las burbujas de aire o cristalizaciones son resultado del proceso de horneado y pueden ser vistas claramente bajo una inspección microscópica.

i) *Distinción de procedimientos de impresión*.— A menudo es difícil distinguir los procedimientos de impresión, salvo para un profesional conocedor de los mismos. Lo más frecuente es que el simple examen visual de la impresión y, si es preciso, el tacto del papel, sean suficientes para informarlo. Si duda, puede entonces observar más atentamente la hoja impresa con ayuda de un cuentahílos para detallar, en este orden, el texto, las ilustraciones y el papel. En la medida de lo posible, el perito debe tener siempre consigo un cuentahílos extremadamente preciso.

Para adquirir esta percepción de lo impreso y hacerla menos intuitiva, es necesario, primero, tomar como modelos, impresos cuyo procedimiento es ya conocido, para determinar lo que caracteriza a cada uno de ellos. A continuación, bastará con establecer comparaciones entre las características propias de cada uno de los procedimientos.

Para la serigrafía es suficiente observar un impreso publicitario del tipo autoadhesivo. Entre las muy numerosas características que pueden servir para la identificación de la impresión clásica por cada uno de los procedimientos, hay que considerar simplemente: 1) el seco y los filetes, que sirven para distinguir la tipografía del *offset*; estas dos marcas hay que examinarlas en los impresos realizados con esos dos procedimientos; 2) el texto y las ilustraciones hay que escrutarlos con ayuda de un cuentahílos en los periódicos y revistas; 3) el papel, que puede resultar una fuente de errores. En efecto, si existe un papel mejor adaptado a tal procedimiento o a un

trabajo determinado, cada procedimiento se acomoda, no obstante, con bastante facilidad a otros papeles.

1. *Examen del seco.* Se llama seco al relieve más o menos aparente en el reverso de la hoja; se produce en el curso de la impresión tipográfica por los elementos metálicos en relieve que, incluso en el caso de una colocación efectuada según las reglas del arte, dejan, no obstante, subsistir un ligero hueco en el anverso del papel.

2. *Examen de los filetes.* Los filetes son los trazos verticales y horizontales que se encuentran en ciertos impresos (facturas, presupuestos, cuadros, etc.). En tipografía, a veces están constituidos por diversos elementos, puestos uno tras otro y biselados para formar un cuadro; esos diferentes añadidos pueden producir ligeros blancos en la impresión.

En *offset* los filetes están trazados como se haría a pluma mediante trazos; de esta manera, no los interrumpe ningún blanco, incluso mínimo.

3. *Examen del texto.* En tipografía, sobre papel satinado, los caracteres vistos con ayuda de cuentahilos son muy netos y dan un negro más o menos intenso, según su superficie.

En *offset*, al ser indirecta la impresión, con ayuda de la mantilla, el texto es menos neto y a menudo más gris, a veces incluso irregular. En cambio, en similitrabado el punto es más fino y no está deformado.

En serigrafía no hay seco en el reverso de la impresión, sino que, por el contrario, se comprueba un cierto relieve de la tinta, provocado por su paso a través de las mallas, bajo la presión del raspador.

En heliograbado, el examen con el cuentahilos hace aparecer un texto rayado por la trama.

4. *Examen de las ilustraciones.* En tipografía, el examen de las reproducciones fotográficas en similitrabado se hace preferentemente sobre papel cuché, y en *offset*, sobre papel ligeramente granulado. Este estudio de la trama con el cuentahilos, idéntico para los dos procedimientos, no puede dar diferencias sensibles.

De todos modos, hay que señalar las características siguientes:

—Los blancos de la fotografía, en tipografía, tienden a virar hacia el gris, mientras que son puros en *offset* (es el blanco del papel).

—Los puntos de la trama, aureolados en tipografía, están mejor delimitados y generalmente son más finos en *offset*, especialmente cuando la impresión se hace sobre papel cuché.

En heliograbado, la trama cuadrada —especial de este procedimiento— es visible con el cuentahilos en las partes grises; además, la tinta, al extenderse en la salida de las marcas, cubre casi completamente la trama.

El examen a simple vista del rendimiento de una ilustración por cada uno de los procedimientos, es más instructivo, se observará:

—En tipografía, una fidelidad severa y contrastada; los tintes son netos.

—En heliograbado, una fidelidad menos acentuada pero con la sensación de ver una fotografía con un ligero relieve; los tintes son vivos.

—En *offset*, una fidelidad menos contrastada que en tipografía; los tintes son suaves, recordando el papel o la acuarela.

—En serigrafía, una sensación de pintura al óleo con colores intensos y puros.

Es bueno recordar, que si puede procurarse un grabado en color más o menos semejante para cada procedimiento, la yuxtaposición de esas diferentes reproducciones hará resaltar aun mejor las características de rendimiento de cada procedimiento.

En lo que se refiere a los peritajes de falsificaciones en materia judicial, conviene estudiar bien los impresos en cuestión a fin de determinar, en la medida de lo posible, el procedimiento de impresión. Pero hay que guardarse bien de definir el tipo de máquina utilizada, pues esas deducciones son aleatorias. Se sabe que la mayoría de las imitaciones fraudulentas se ejecutan en impresión *offset*, pero sucede que pueden estar implicadas dos disciplinas de trabajo; es el caso, especialmente, de las imitaciones fraudulentas de cheques impresos en *offset* mientras que la numeración y la perforación se realizan en tipografía.

j) *Reprografía*.— Se llama así al “conjunto de procedimientos que realizan la copia automática de documentos, por medio de técnicas que utilizan las propiedades de las radiaciones”.

Hay que distinguir la reprografía en blanco y negro de la que se realiza en colores, así como: los procedimientos argénticos basados esencialmente en los principios de la fotografía; la diazocopia; la termocopia, y la fotocopia electrostática.

1. *Reprografía en blanco y negro.* Los procedimientos argénticos se basan en la utilización de superficies sensibles esencialmente compuestas de sales de plata; por lo tanto, resulta necesario poseer papel para la fotocopia ordinaria en luz atenuada, así como los productos de tratamiento correspondientes. Este procedimiento de reproducción está ahora casi abandonado por ser muy anticuado y costoso.

2. *Diazocopia.* Es un procedimiento de reprografía que se aprovecha de las propiedades de los compuestos diazoicos. En general, el aparato se construye a lo largo, ya que utiliza papel de rollo. Está constituido por una rampa de iluminación de tubos fluorescentes y utiliza un baño de producto de revelado así como papel sensibilizado.

El principio de la copia es el siguiente: el papel (que en general es de color amarillo) se pone en contacto con el documento transparente (calco, kodatraya, película positiva, etc.), a continuación se introducen las dos partes en el aparato y pasan sobre un cilindro en cristal que gira alrededor de la fuente luminosa para efectuar la exposición. Las dos partes continúan su marcha y son dirigidas hacia un baño revelador. Al quedar terminada la operación el papel vuelve a ser blanco enseguida. La calidad de la copia es excelente y este sistema se utiliza muy ampliamente en los talleres de reprografía.

3. *Termocopia.* Este procedimiento de copia, que no hace mucho tiempo estuvo en boga, tiene tendencia a ser abandonado hoy día.

1. *Termocopia directa:* Está fundada en la utilización de papel recubierto de un baño cuya coloración es modificada por la acción de los rayos infrarrojos.

Para la obtención de la copia se efectúa la exposición por reflexión, al ser reemplazados los rayos luminosos por las radiaciones emitidas por un tubo de infrarrojos. El calor que atraviesa el papel

sensible no es suficiente para modificar su tinte, pero las partes oscuras del original absorben este calor y lo restituyen al papel sensible, el que en los lugares correspondientes, se colorea netamente. De esta manera se obtiene una copia en pocos segundos.

II. *Termocopia indirecta*: Este procedimiento utiliza un soporte intermedio que recuerda mucho a un papel químico cuya capa se vuelve inmediatamente pastosa bajo la acción del calor.

La obtención de la copia se efectúa sobre cualquier soporte (papel, calco, celofán, planchas *offset*, etc.); entre este soporte y el original se intercala el intermediario termosensible, capa contra soporte. Bajo la acción del calor, la capa del intermediario se vuelve pastosa en los lugares que corresponden al texto y una simple presión hace que se adhiera al soporte. La obtención de la copia es muy rápida (algunos segundos son suficientes).

Aunque todavía se utiliza, este procedimiento está condenado a una desaparición en plazo más o menos breve.

4. *Copia electrostática (o xerografía)*. Desde hace varios años este procedimiento ha conquistado el primer lugar en el mercado de la reprografía. La sociedad Rank-Xerox, inventora del principio y única poseedora durante largo tiempo de las patentes, fue la que dio origen al nombre de xerografía (escritura en seco), que frecuentemente se da a este procedimiento.

Existen dos clases de aparatos, los que permiten obtener:

- bien una copia por reporte;
- bien una copia directa.

1. *Copiadoras electrostáticas por reporte*: Estos aparatos proporcionan copias por vía seca. La imagen del original es proyectada, a través de un objetivo fotográfico, sobre un cilindro (tambor) metálico y dieléctrico cuyo revelado se cubre con una capa de selenio. Sobre esta capa se forma la imagen latente, invertida con respecto a la original. A continuación se espolvorea el cilindro con *tonificador*, compuesto por una mezcla de resina sintética, coloreada y pulverulenta y un vehículo, cuerpo inerte finamente molido (son minúsculas bolas de un cuerpo eléctrico neutro o magnético). El *tonificador* no se adhiere sobre las paredes del cilindro más que en los lugares cargados y transforma la imagen latente en visible.

La hoja de papel se aplica contra el cilindro y atrae el *tonifica-*

dor, entonces se corrige la imagen y a continuación la *cuece* sobre una rampa de rayos infrarrojos que la fija definitivamente.

En la copia, en el emplazamiento de las partes reveladas, se observa un ligero relieve constituido por la resina fundida.

II. *Copiadoras electrostáticas directas*: También estos aparatos proporcionan copias secas, pero utilizan un *tonificador* en suspensión en un líquido, o *dispersante* (generalmente un hidrocarburo cercano al petróleo que después de evaporarse no deja rastros sobre el papel).

Por medio del objetivo fotografico, la imagen original se proyecta en el lugar, sobre una hoja de papel cuya superficie lleva una capa sensible de óxido de zinc cargada electrostáticamente.

Durante la exposición, las cargas desaparecen de la superficie de la hoja, salvo en el emplazamiento de la imagen. La proyección del *tonificador* transforma la imagen latente en visible, fijada a continuación bajo una rampa de rayos infrarrojos, la que evapora el dispersante y seca la copia.

Este procedimiento se emplea en la mayoría de las fotocopiadoras de oficina; existen ciertos modelos que pueden proporcionar copias ampliadas o reducidas.

5. *Reprografía en color*. Recurre esencialmente al procedimiento electrostático. Se distinguen:

1. *Fotocopiadoras por transferencia*: Se recubre el tambor con una capa de selenio/arsénico. La exposición se efectúa en tres pasos sucesivos, correspondiendo cada uno a uno de los tres colores del original (amarillo, cian y magenta). El negro se obtiene por superposición de tres colores fundamentales.

Los modelos de la firma Rank-Xerox utilizan tres *tonificadores* coloreados en polvo, que se dispersan sobre la hoja.

Los modelos de la marca Cannon recurren a tres *tonificadores* coloreados sólidos que se fijan sobre la hoja por presión.

El resto del tratamiento es idéntico al de las copias en blanco y negro.

Con estos aparatos se emplea papel ordinario, que puede exponerse anverso-reverso.

II. *Fotocopiadoras directas*: Utilizan un papel especial cu-
ché al óxido de zinc; los cuatro *tonificadores* son líquidos.

Las fotocopiadoras en color son aparatos muy voluminosos, que no aceptan más que trabajos legales. En la hora actual estos aparatos constituyen un peligro real para los documentos de seguridad.

9. LA FOTOCOPIA COMO ELEMENTO DUBITADO O CUESTIONADO

Prácticamente todo lugar laboral moderno posee una fotocopiadora para obtener copias de documentos de diferente naturaleza. Dado que existe una necesidad evidente de que tales instrumentos tengan capacidad de reproducción rápida, la demanda pertinente dio paso a una industria en expansión. Esta industria utiliza tecnología altamente sofisticada en procura de fabricar fotocopiadoras confiables, de precio razonable y costo adecuado. En tal sentido, los fabricantes han tenido éxito en su tarea de inundar el mercado con una variedad de elementos que emplean variados procesos de copiado. Los distintos dispositivos comienzan con máquinas portátiles pequeñas y continúan con fotocopiadoras que posean poder de reducción y la posibilidad de, virtualmente, reproducir cualquier forma de espécimen original.

Dado que resulta fácil el acceso a máquinas de fotocopiado, tanto en oficinas públicas como privadas suelen ser utilizadas con frecuencia en la perpetración de maniobras delictivas; los casos de fraude incluyen numerosas fotocopias como evidencia importante. A medida que los temas delictivos en que aparecen fotocopias se hacen más evidentes, tanto el investigador como el perito especializado deben poseer una comprensión más amplia del potencial probatorio que exhibe una fotocopia.

Cuando se copia un documento generalmente se habrá utilizado uno de los siguientes procedimientos: 1) electrostático indirecto; 2) electrostático directo; 3) transferencia de tinte; 4) termal; 5) transferencia por difusión; 6) espectro dual; 7) diazo, y 8) estabilización. Estos procedimientos difieren en diversos aspectos técnicos, con la distinción primaria de ser *húmedos* o *secos*. Los primeros implican el uso de materiales de aluro de plata, sensibles a la luz. Existen algunos cientos de modelos diferentes de

máquinas en el mercado, que emplean los distintos procedimientos conocidos.

Los procesos más comunes, aparentemente de uso general, son el electrostático indirecto y su similar directo. El primero, a veces llamado xerografía, está destinado para el uso de papel puro, sin cobertura; en muchas fotocopadoras de esta categoría puede copiarse casi cualquier tipo de original; ha dominado el mercado debido a que, comparativamente, no es costoso y puede producir muchas copias en forma rápida. El segundo, emplea hojas de papel revestido (óxido de zinc), a los fines de la fotoconductividad.

El terreno del fotocopiado se ha expandido con la introducción de máquinas que producen copias en color. Las mismas pueden resultar suficientes para engañar al ojo desnudo cuando se imita un documento original, pero el perito puede diferenciar entre el original y la copia.

Lo mejor que cualquier fotocopadora puede hacer es concretar una imitación de un original. En este último el ojo puede detectar tres dimensiones; sin embargo, la fotocopadora sólo transforma vagamente dos dimensiones del original en la copia terminada. Efectivamente, las medidas del original no están verdaderamente reflejadas en la copia, dados la mecánica y el funcionamiento de la máquina. Para un examen comprensivo de un documento cuestionado, ninguna copia puede reemplazar adecuadamente al original.

Los exámenes del papel, tinta, escritos endentados y calcos, no son posibles mediante una fotocopia. Las razones por las cuales los estudios resultan inconcluyentes cuando se ofrecen fotocopias en lugar de originales, son: 1) el investigador no ha sido adecuadamente informado respecto de los requerimientos necesarios para un examen apropiado de documentos, y 2) hay un concepto erróneo en el sentido de que la fotocopadora producirá copias que son completamente representativas del documento original.

Cuando una fotocopia es por sí misma la única evidencia, el investigador debe estar atento a las características que deja una máquina de fotocopiado durante el procedimiento de transporte del papel (clasificación de la fotocopia) así como a la identificación de la fotocopia de acuerdo con la capacidad del laboratorio que se hará cargo.

Usualmente las correas, los rodillos o tambores y las mordazas o agarraderas, harán que el papel se mueva dentro de la fotocopadora. Estos mecanismos dejarán marcas en la copia terminada que, basándose en el tipo, medida y ubicación, podrán ayudar a estable-

cer la marca (y a veces el modelo) de la máquina. Asimismo, con el paso del tiempo y el uso y abuso de un instrumento, pueden depositarse polvo, hilachas, fibras, cabellos y otros desechos; estas partículas contaminantes aparecerán como *huellas de basura* que pueden ser vistas en las copias terminadas. Son marcas que aparecen de manera fortuita y única sobre las fotocopias y pueden ser utilizadas para mostrar que una copia específica fue producida en una máquina determinada.

El concepto anterior es, en esencia, la identificación de fotocopias.

Muchas veces se requerirá saber cuál de varias máquinas fue la utilizada para preparar una copia específica. Para que el perito pueda llevar a cabo tal cometido, el investigador (o el perito mismo) tendrá que obtener copias indubitadas de todas las fotocopadoras involucradas. En tal sentido, hay muchas variables que habrán de conocerse para asegurar un adecuado material de cotejo. La operación o el manipuleo de la máquina determinará el procedimiento correcto utilizado para la obtención del material; si una máquina posee una cubierta o superficie de goma (como muchas máquinas Xerox), se deberán obtener numerosas muestras con y sin ella, etiquetando posteriormente cada copia para su individualización al respecto.

Adicionalmente, cada copia tomada deberá ser marcada en orden numérico, ya que las características de la máquina pueden aparecer reproducidas en forma sucesiva o entrecortada. Por ejemplo, un tambor de selenio en una máquina Xerox, que se utiliza para transferir la imagen al papel, gira a medida que opera el procedimiento. La circunferencia del tambor puede, usualmente, acomodar al menos dos hojas de papel. Por lo tanto, diferentes *marcas de basura* y características adicionales únicas pueden aparecer en dos copias sucesivas. A veces, la *generación* de una fotocopia es importante en un tema criminal. Si esta circunstancia es relevante, el investigador deberá adoptar medidas para adquirir ejemplares en la secuencia *copia de una copia*. Pueden existir entre la segunda y quinta generación de fotocopias (por ejemplo), variaciones apreciables que incluyen medidas y características individuales.

La situación en cada caso indicará cómo deben obtenerse las muestras; de lo contrario, el investigador deberá tomarlas en todos los modos de operación de la fotocopadora en cuestión.

A pesar de la aparente sofisticación de los procedimientos de fotocopiado y de la maquinaria involucrada, debe recordarse que

una fotocopia es todavía una hoja de papel; por lo tanto, en una copia terminada *habrá características físicas observables. Al igual que otros papeles, las fotocopias deben ser adecuadamente preservadas y manipuladas, a fin de que no resulten destruidas o contaminadas. Nunca deben ser engrampadas, desgarradas, cortadas o perturbadas en su forma original; tampoco deben utilizarse bolsas o sobres plásticos como contenedores para empaque de tales elementos, dado que, por contacto, pueden desvirtuarse algunas características químicas. El tóner, por ejemplo, en contacto con el plástico produce una reacción química que hace que se adhiera a éste.*

El examen de un documento a través de su fotocopia.— El examen de una fotocopia en lugar del documento original (sin hacer caso de su calidad) puede poner varias limitaciones a los descubrimientos del perito. El mismo puede no ser capaz de determinar en una fotocopia si han estado presentes escrituras endentadas, borradadas, obliteraciones y marcas de agua, en el documento original. Las fotocopias rara vez revelan tales fenómenos con suficiente claridad, del mismo modo que otros tales como levantamientos del elemento escritor, retoques, matices, remanentes de líneas que puedan haber quedado en un trazado falso, la dirección del movimiento escriturario, la secuencia de trazos u otros detalles diminutos, cuya presencia podría indicar la falsedad de un escrito.

Los agregados a un escrito original confeccionado en tinta, pueden haber sido preparados con una tinta de matiz diferente. Mientras tal agregado resultaría obvio en un examen del elemento original, podría pasar inadvertido en una fotocopia si las diferentes tintas coloreadas fuesen reproducidas en el mismo tono de gris.

No obstante lo expresado, cuando no resulta viable obtener un documento original, se puede llegar a obtener conclusiones definidas sobre el estudio de su fotocopia. El hecho de que un original sea indisponible, no debería impedir la remisión de una fotocopia clara, de tamaño real, de detalles pronunciados, libre de distorsiones y de moderado contraste (ni poco ni mucho), ya que con ello el perito al menos podrá dar una información indiciaria, con reserva de derechos en todos los casos.

10. *EL PAPEL COMO EVIDENCIA*

Desde que el hombre ha procurado documentar sus pensamientos mediante símbolos escritos de expresión, ha sido importante la presencia de un medio sobre el cual pudiera colocar las notaciones simbólicas. En su búsqueda por encontrar una superficie sobre la cual grabar la experiencia humana, ha utilizado elementos tales como paredes de cavernas, placas de piedra, pieles de animales y cortezas de árboles. A medida que la capacidad de autoexpresión se desarrolló, necesariamente también lo hicieron nuevos y mejores medios de grabación de la palabra escrita.

Todo lo expresado condujo a la actual industria de fabricación del papel, extremadamente sofisticada por cierto y pendiente de las demandas del mercado moderno; ello incluye toda la línea de papeles para negocios y uso personal.

Sin que importe cuál sea su finalidad, podemos definirlo como un conjunto de fibras en forma de hoja, amalgamadas previamente en una suspensión de agua. Durante el proceso de fabricación, el agua drena a través de una malla para permitir que la hoja se vaya secando. En los sucesivos pasos de la producción, se le agregan aditivos y tratamientos especiales, todo lo cual varía de acuerdo con el tipo de producto que se desea obtener. Tanto el investigador como el perito están interesados en el valor probatorio inherente al papel, ya que frecuentemente su empleo está conectado con la actividad criminal. Un conjunto de papeles puede suministrar la evidencia física necesaria para el éxito de una investigación.

La mayor parte de la evidencia asociada con el papel es sutil y normalmente no puede ser rápidamente detectada con el ojo desnudo. El valor de esta evidencia cae generalmente dentro de tres categorías: 1) características físicas; 2) características químicas, y 3) características ópticas.

Las primeras son aquellas que pueden (usualmente) ser observadas por el ojo y descubiertas de una manera no destructiva, por ejemplo: dimensiones, espesor, márgenes, escritos endentados (calcos), etc. A veces, estas características no pueden ser determinadas mediante fotografía u otros métodos reproductivos.

En cuanto a las químicas, ellas están referidas a los aditivos

que en el proceso de fabricación se colocan en la hoja para crear un cierto efecto. Estos materiales pueden proveer de importante información concerniente a la datación de la hoja.

Las características ópticas, por su parte, incluyen ítems tales como opacidad, blancura y brillo. Las técnicas de fotografía especializada son, en este caso, esenciales.

Por ejemplo, dos hojas de papel que al ojo desnudo aparecen semejantes, pueden contener componentes químicamente diferentes; la fotografía puede exhibir estas diferencias concluyentemente. Por otro lado, algunas características ópticas del papel pueden ser visibles a simple vista, como la opacidad (cantidad de luz que puede atravesarlo cuando es expuesto a una fuente lumínica).

Las características físicas más significativas, que caen dentro de la escala de lo observable, son los calcos, las marcas de agua, las dimensiones y los bordes rasgados o cortados.

La presencia de calcos de escritura en hechos delictuosos es un hecho frecuente; es relativamente fácil para individuos involucrados con estos casos, olvidar que una firma, un número telefónico o una dirección puede aparecer en forma endentada en un papel. Cuando se los detecta con auxilio de una fuente lumínica que opere en forma oblicua o rasante, pueden suministrar la evidencia necesaria para asociar un documento cuestionado con una fuente sospechada y particular.

Las marcas de agua son inscripciones o impresiones ubicadas en una hoja de papel durante el proceso de fabricación. Por lo general aparecen en forma de *logo* y pueden observarse a ojo desnudo por aplicación de luz por transparencia; normalmente estas marcas las origina el fabricante como símbolo de una marca o para identificación, circunstancia ésta que puede resultar de utilidad para el investigador en la determinación de la procedencia del papel, y para ello resulta de interés contar con una nutrida base de datos o información.

Las dimensiones o medidas que pueda arrojar una hoja de papel, son también elementos importantes para examinar y comparar. En tal sentido son de destacar el espesor, el largo, el ancho, la distancia entre márgenes y líneas impresas, etc. Las mediciones precisas pueden suministrar la información necesaria para mostrar las diferencias entre dos hojas que, a simple vista, aparentan ser de la misma medida.

La tendencia general es la de pensar en el papel en términos

de *hoja de papel*; sin embargo, deben tenerse en cuenta materiales de papel tales como sobres, periódicos, revistas, panfletos, bolsas, cartón, estampillas, papel de embalaje, cheques, bonos, acciones, *tickets*, certificados, etcétera.

El papel como evidencia cubre una gama tan amplia que no puede predecirse su relevancia en diferentes situaciones. El investigador y el perito deben comprender que existe un sinnúmero de evidencias susceptibles de aparecer en tales elementos, que no son fáciles de detectar sin un examen comprensivo.

PROPIEDADES SIGNIFICATIVAS DEL PAPEL
(*físicas, ópticas y químicas*)

Espesor	Resistencia a la tracción
Longitud	Elasticidad
Ancho	Cortes o huellas de herramientas
Color	Fluorescencia
Tipo de papel, acabado o textura	Brillo
Marcas de agua	Composición de las fibras
Calcos	Material de apresto
Peso base	Textura del material
Bordes y esquinas	Coberturas
Márgenes	Materiales de relleno o recarga
Distancia entre líneas	Matices o pigmentos de color
Perforaciones	Adhesivos
Bordes rasgados o cortados	Patrones de uso o desgaste
Opacidad	Resistencia a la absorción de tinta y agua
Resistencia a la grasa	Resistencia a la perforación
Refractividad de la superficie	Suavidad o tersura
Fibra	Satinado
Planicidad	Rendimiento de la superficie del papel
Adornos	Otros

Papel inflamable.— Es aquel que ha sido tratado con una mezcla concentrada de ácidos sulfúrico y nítrico, para convertir a

los componentes de celulosa de aquél en nitrocelulosa. Normalmente, se enciende a una temperatura que oscila entre los 150 y 170 grados centígrados, arrojando una llama amarilla y poca o ninguna ceniza. Se tiene conocimiento de que enciende espontáneamente.

Generalmente este tipo de papel es empleado por magos o ilusionistas para la realización de diversos trucos.

11. LA TINTA

a) *Generalidades.*— La tinta es una materia compleja, más o menos consistente y diversamente coloreada, utilizada para escribir o imprimir.

Las primeras tintas estaban constituidas por negro de humo disuelto en goma arábiga; es la fórmula que todavía hoy sirve para fabricar la tinta china. Hasta la Segunda Guerra Mundial, la mayoría de las tintas contenían extractos naturales de origen vegetal o animal; desde esa época ya no se hallan más que tintas a base de componentes sacados de la síntesis química.

b) *Tintas a base de componentes naturales.*— Son esencialmente:

1) Las tintas de campeche: contienen madera de campeche, bicromato de potasio, ácido clorhídrico y agua. Son, en general, tintas negras, rojas o violetas, según los aditivos.

2) Las tintas gálicas: conocidas desde el siglo XIII, se obtienen mezclando la agalla (o agalla de roble) con soluciones de sales metálicas (sulfato de hierro y/o cobre); tienen el defecto de ser muy ácidas.

3) Las tintas de tanino: aparecidas después de 1700, contienen una solución de sulfato ferroso y de tanino; el sulfato ferroso se oxida con el aire y da sulfato férrico que reacciona, sólo entonces, con el tanino.

Todas estas tintas ya no se utilizan.

c) *Tintas a base de componentes sintéticos.*— Desde el descubrimiento de la anilina en 1856, se ha podido sintetizar una infini-

dad de colorantes que no existen, en la mayoría de los casos, en estado natural (colorantes diazoicos).

Fue hacia 1920 cuando se inició la comercialización de las primeras tintas de colorantes noiónicos, y a partir de 1927, la de las tintas alcalinas de secado rápido.

Actualmente, la mayoría de las tintas son soluciones que contienen uno o varios colorantes, cuya estructura química deriva de la anilina.

Si las tintas modernas presentan ciertas ventajas, tienen a veces tendencia a deteriorarse con el tiempo, mientras que las tintas gálicas y tánicas se oscurecen, dando aspecto envejecido.

En su fórmula actual, las tintas están constituidas:

—por *conductores*, es decir por el conjunto de sustancias que sirven para el transporte de las materias colorantes, así como para su solubilidad, su secado, su lustre, etc.; desde el punto de vista químico, estos *conductores* están constituidos por una materia grasa, un agente que moja, un disolvente del colorante, agentes que lusturan, diversos aditivos y líquidos volátiles;

—por pigmentos, negro animal o vegetal;

—por colorantes, bastante numerosos, a los que se da a veces el nombre de *tóner* (tintes); son ácidos o básicos.

d) *Diferentes tipos de tintas.*— Se distinguen las tintas fluidas de las pastosas. Las fluidas son las tintas líquidas comercializadas en botellas o en cartuchos intercambiables.

Las tintas pastosas contienen un disolvente, colorantes y un elemento que espesa o un plastificador.

1. *Tintas corrientes.* I. *Tintas para estilográficas:* Son simples soluciones de colorantes con poder tintóreo.

II. *Tintas para estilográficas con punta de fibra:* Contienen un conductor acuoso u orgánico (y muy volátil) así como colorantes relativamente ligeros (de los que se aumenta sensiblemente el número para compensar la debilidad) y empapan una mecha colocada en el depósito. La impregnación de la punta se hace por capilaridad entre las fibras.

III. *Tintas chinas:* Contrariamente a las anteriores, que son soluciones, las tintas chinas lo son de partículas de negro de humo

(negro coloidal) en una resina natural (goma vegetal). Estas tintas tienen un poder de compensación muy elevado porque dejan una capa espesa de materia sobre el papel.

IV. *Tintas para tampones*: Existen diversos tipos. Las reservadas al uso administrativo son insensibles a la acción de todos los disolventes conocidos, se dice que son indelebles. Algunas contienen anilina en solución dentro del agua glicerizada.

V. *Tintas para bolígrafos*: El bolígrafo se inventó en Europa en el año 1935; al año siguiente se fabricaron un millar de ejemplares en la Argentina, luego se olvidó el invento. Fue después de la Segunda Guerra Mundial cuando el bolígrafo conoció una gran popularidad.

La tinta para bolígrafos es pastosa (si no se correría inopinadamente, por gravedad); está constituida por colorantes transportados por un conductor más o menos viscoso.

El conductor, en las primeras tintas para bolígrafos (hasta 1951) era neutro y contenía oleína, o bien aceites minerales o animales. Desde esa fecha, el conductor contiene disolventes alcoholizados (butileno-glicol, polietileno-glicol, etc.). Son tintas ligeramente ácidas y de secado rápido.

Como plastificantes se emplean resinas sintéticas, tales como el cloruro de vinilo, acetato de polivinilo, etc., que se mezclan con *suavizantes*, tales como el fosfato de tricresil y el lautarato de diglicol.

Según la naturaleza química del conductor, se utilizan colorantes solubles en aceite o en alcohol, derivados de la anilina.

Desde 1954 se emplean colorantes a base de ftalocianina (ftalocianina-ácido tetrasulfónico de cobre) que tienen bonitos tintes y son muy estables a la luz.

Las tintas azules y negras para bolígrafos contienen a menudo también un pigmento (negro de humo).

VI. *Tintas para cintas de máquinas de escribir*: Están constituidas por un conductor, pigmentos y colorantes:

—el conductor contiene, en general, un aceite vegetal o animal, un agente que moja (ácido oleico), un agente que da brillo (cera natural o sintética) y éteres de glicol;

—los pigmentos están constituidos por negro de humo o de grafito;

—los colorantes (o *tóner*) son azules (azul de Prusia, azul victoria, etc.) o violetas (violeta cristal o violeta de metilo).

La mayoría de estas tintas son inactínicas, es decir insensibles a los efectos de la luz.

2. *Tintas especiales.* Clasificamos en este grupo dos categorías de tintas, en sentido amplio:

—Las que solamente son visibles tras la acción de un *revelador*. Son las tintas simpáticas. Aunque estas sustancias responden a la definición enunciada anteriormente, no puede hablarse propiamente de tintas, porque el colorante puede ser también zumo de limón o de naranja más que sulfato de quinina, de aspirina u otros. Como revelador se utiliza una fuente de calor o radiaciones ultravioletas, o incluso diversos productos químicos.

—Las que permiten corregir los errores, son las tintas borrables para bolígrafos (tipo Replay o Papermate), los cuales se venden con una goma prevista a tal efecto. El secreto de la fabricación obliga a no formularse más que hipótesis en cuanto a la naturaleza exacta de los productos utilizados: es probable que se incorpore un *retardador* a la tinta y que ésta no pueda sino depositarse sobre las fibras del papel sin penetrarlas, lo que en un primer momento permite el borrado por la acción de la goma.

Posteriormente, la tinta penetra en las fibras y las tiñe, quedando entonces fuera del alcance del efecto superficial de la goma.

e) *Reacciones tinta-papel.*— La tinta depositada en el papel debe teñir las fibras superficiales, pero no debe difundirse alrededor del trazo, porque el texto se volvería rápidamente ilegible; es la cola la que impide que se *embeba* el papel.

La cohesión del papel, en gran parte está asegurada por este engomado que refuerza los enlaces hidrógenos y cubre las fibras sin colmar los espacios interfibrilares, permitiendo así el paso del aire. Sólo los papeles cuché (sobre los que se deposita una película de gelatina y de barita o de caolín) están recubiertos de una especie de glacis que tapa los espacios interfibrilares.

En los papeles simplemente glaceados (la mayoría de los casos), la tinta no tiñe más que las fibras superficiales, sin difundir el teñido en profundidad; cuando se examina un trazo de tinta bajo el microscopio se observa que se ha teñido una proporción importante (pero no la totalidad) de las fibras superficiales.

Deben señalarse aquí dos casos particulares:

—la tinta china, que deja en el papel un verdadero charol espeso, con poder cubriente muy elevado (por eso, si dos trazos de tinta china de colores diferentes llegan a cruzarse, siempre se verá, a simple vista, el color del segundo en el lugar de la intersección);

—las tintas negras o de colores (aunque no se trate ya aquí de una tinta), cuyo comportamiento también es interesante, dejan en el papel un depósito que no penetra en las fibras y aparece, bajo el microscopio, formado por montoncitos (o laminillas) con una densidad bastante alta; el comportamiento del lápiz en el papel es, de alguna manera, intermedio entre el de la tinta china y el de una tinta fluida.

f) *Estudio físico-químico de las tintas.*— El estudio de las tintas en el peritaje de documentos falsos recurre a métodos ópticos y analíticos.

1. *Métodos ópticos.* Son esencialmente los que estudian el comportamiento de las tintas sometidas a la luz. No es inútil recordar aquí que la luz natural (es decir la luz solar, o incluso luz blanca) está constituida por tres tipos de rayos:

—las radiaciones infrarrojas, cuyo espectro está comprendido entre 10.000 nm (ondas radio: 1 nanómetro = 10^{-9} micras = 10^{-9} metros) y 723 nm;

—la luz visible, que se extiende entre 723 y 397 nm, está constituida por las bandas coloreadas siguientes:

roja: 650 nm;

anaranjada: 600 nm;

amarilla: 560 nm;

azul: 460 nm;

violeta: 420 nm;

—las radiaciones ultravioletas comprendidas entre 397 y 20 nm, estando esta última longitud en el límite de los rayos x.

Cuando un rayo de luz natural viene a tocar un trazo de tinta, éste absorbe una parte y rechaza el resto. Son las radiaciones así difundidas las que dan su color.

El color de una sustancia no es pues más que el resultado de su comportamiento con respecto a la luz; así:

—si difunde la totalidad de la luz, aparecerá blanca;

- si absorbe la totalidad de la luz, aparecerá negra;
- si absorbe de forma igual una parte de cada radiación del espectro, aparecerá gris;
- si absorbe todas las radiaciones salvo una (el azul, por ejemplo), aparecerá de este color (azul).

El color de un cuerpo varía de acuerdo con la calidad espectral de la luz que lo alumbra, a la cual se le da el nombre de *temperatura de color* (se mide en grados Kelvin). Así, la luz natural llega a 5500 grados Kelvin, mientras que las lámparas de incandescencia no alcanzan más que 2900 a 3200 grados Kelvin, conteniendo una fuerte proporción de amarillo. El ojo humano compensa sin esfuerzo esta distorsión, pero en fotografía es necesario corregirla por medio de filmes o de filtros especiales.

1. *Acción de las radiaciones ultravioletas:* Para el estudio de los documentos se utilizan sólo las radiaciones comprendidas entre 315 y 397 nm, pero los mejores resultados se obtienen a 365 nm.

Las radiaciones ultravioleta tienen la propiedad de *excitar* los electrones, dándoles un suplemento de energía; volviendo a su nivel energético inicial, éstos emiten una luz inducida más o menos intensa, o *fluorescencia*.

La fluorescencia, como la fosforescencia, son dos formas de la luminiscencia (se llama luminiscencia a las diferentes clases de emisiones luminosas sin origen térmico).

Según su composición, las tintas dan fluorescencia de manera más o menos intensa, lo que se aprovecha para distinguirlas.

Estos cuerpos químicos poseen además la propiedad de continuar emitiendo rayos luminosos algunos instantes después de que haya cesado la irradiación (remanencia); este poder es aplicable en ciertas protecciones para documentos fiduciarios.

Las radiaciones ultravioleta pueden suministrarse por una fuente específica (lámpara de Wood, de vapor de mercurio), aunque más generalmente se efectúa con una lámpara fluorescente cuyo espectro luminoso se filtra por una pantalla de Wood (vidrio con óxido de níquel).

En fotografía, si se quiere utilizar las radiaciones ultravioleta alejadas del espectro solar, se debe emplear un material especial; hemos reunido en el siguiente cuadro, en función de la longitud de onda elegida, el material necesario:

ZONA	EMULSIÓN FOTOGRAFICA	OBJETIVO	
360 nm	Ordinaria	Ordinario	Wood
300 nm	Ordinaria	Quartz	Cubeta de cristal que contiene sulfato de cobalto y níquel en solución.
253 nm	Sensible a los ultravioleta	Quartz	Cubeta de cuarzo que contiene difenilbutadione en éter-óxido de etilo.

Se hallan fácilmente en el comercio filtros para la fotografía en ultravioleta; son, en general:

- filtros amarillos que cortan el espectro solar a 440 nm;
- filtros violeta que no dejan pasar más que las radiaciones cuya longitud de onda es inferior a 360 nm.

II. *Acción de las radiaciones infrarrojas:* No son más que forma de la energía calorífica, pero su poder penetrante es más elevado que el de la luz natural. Como las ultravioleta, estas radiaciones pueden inducir a una fosforescencia, pero la debilidad y la gran longitud de onda de ellas hacen que no puedan hallar aplicación aquí porque son invisibles (sin embargo, son muy útiles para el análisis químico).

Según su naturaleza, ciertas tintas absorben las radiaciones infrarrojas y aparecen negras, mientras que las demás las rechazan totalmente y desaparecen.

i) *Examen comparativo de las tintas:* Dos tintas de color idéntico y que presentan la misma intensidad de fluorescencia bajo las radiaciones ultravioleta, podrán comportarse de manera opuesta bajo los infrarrojos (una permanece visible y la otra desaparece). Esta propiedad es muy útil para distinguir dos tintas diferentes, pero no es infalible ya que estas últimas también pueden comportarse de forma idéntica bajo los infrarrojos.

ii) *Revelado de los textos enmendados*: Si la tinta de la corrección se borra por las radiaciones infrarrojas, el texto encubierto aparecerá en su estado inicial.

La fuente de radiaciones infrarrojas podrá ser una simple lámpara caliente (del tipo de las utilizadas en las incubadoras) o un convertidor tipo Leitz, el cual facilita una ancha banda por encima de 700 nm, que se puede cortar, según las necesidades, por una gama de filtros.

Si se desea fotografiar un documento bajo estas condiciones, se utilizará una película para infrarrojos y filtros apropiados (estos últimos, en general, están previstos para longitudes de onda de 720 nm o de 900 nm). La mayoría de los objetivos fotográficos actuales disponen de un punto rojo en el graduador de puesta a punto, para las tomas de vista en infrarrojos (al ser la longitud de onda de los infrarrojos mayor que las de radiaciones visibles, la imagen no se forma en el mismo lugar).

Pueden diferenciarse tintas de colores semejantes por la observación de su luminiscencia infrarroja: se utiliza una radiación de excitación en lo visible que, cuando la absorben las tintas devuelven la emisión de una radiación de longitud de onda mayor.

Desde el punto de vista práctico, se ilumina el documento con una luz monocromática de 500 nm (azul-verde), las tintas se reflejan más o menos según su naturaleza, conteniendo una luz de infrarrojos a 750 nm que se fotografía tras la filtración, sobre una película infrarroja.

III. *Acción de la luz visible*: Con la ayuda de un prisma, es posible separar las diferentes radiaciones coloreadas que constituyen la luz blanca.

Si se desplaza una pantalla perforada en una hendidura sobre la trayectoria de los rayos difractados por el prisma, se obtienen haces sucesivos de luz de un solo color (violeta, después azul, después verde, etc.); se dice que esta luz es monocromática.

Hemos visto que, según su naturaleza, toda sustancia refleja más o menos las radiaciones coloreadas que recibe, al lograrse el máximo de esta reflexión en la gama de las longitudes de onda que corresponden a su color.

Se puede, pues, hacer llegar un haz de luz monocromático a una sustancia (una tinta, por ejemplo) y estudiar el comportamien-

to de esta última en función de la longitud de onda de la iluminación incidental.

Es posible así:

—Apagar un color iluminándolo con una radiación cuya longitud de onda corresponda exactamente a la suya. Esto puede aplicarse al estudio de ciertas falsificaciones.

—Medir el porcentaje de luz reflejada con respecto a la luz incidental, y esto para cada una de las rayas coloreadas del espectro visible. Esta técnica —que tiene por nombre fotometría en lo visible— consiste en medir la luz reflejada por la sustancia por medio de un fotómetro, el cual transforma la energía luminosa en energía eléctrica.

La relación detallada punto por punto (o, mejor, automática) de los diferentes valores de la reflexión en función de la longitud de onda de la iluminación incidental, permite trazar curvas o diagramas. Estas curvas, cuyo perfil variará más o menos de una sustancia a otra, podrán luego compararse en forma útil.

Actualmente, en el peritaje de los documentos, uno se orienta hacia la microfotometría, es decir, la fotometría combinada con el microscopio. La ventaja consiste en el hecho de que se pueden efectuar medidas a escala microscópica, pero también en la posibilidad de ajustar la superficie (o campo) de medida y suprimir los errores eventuales debidos al entorno y a las dimensiones relativas de los objetos examinados.

Así, si se tienen que estudiar dos trazos de tinta de anchuras diferentes, el microfotómetro se calibrará en lo más estrecho y suministrará dos curvas que se podrán comparar sin preocuparse más de las dimensiones de los dos trazos.

2. *Métodos analíticos.* El estudio químico de las tintas en el peritaje de los documentos reviste dos aspectos:

—uno consiste en buscar las grandes propiedades químicas de la tinta, considerada en su totalidad, por microrreacciones;

—el otro se interesa más especialmente por la heterogeneidad de la tinta y busca disociar los elementos constitutivos por cromatografía.

1. *Microrreacciones (o spots-tests):* Esta técnica se aplicaba, en particular, antes de la guerra; después su empleo cayó en desuso en razón del descubrimiento de la cromatografía; sin em-

bargo, conserva un valor de orientación para la resolución de los exámenes.

Se practican estas microrreacciones en pequeños fragmentos de trazos de tinta delicadamente tomados al escalpelo y que se colocan en contacto con los siguientes productos químicos:

- un oxidante (permanganato de potasio, hipoclorito);
- un reductor (solución de cloruro estañoso);
- un ácido (ácido clorhídrico diluido);
- una base (amónica, sosa);
- diversos disolventes orgánicos (alcohol, éter, cloroformo, acetona, etcétera).

Estas reacciones permiten pues saber si la tinta es ácida o alcalina, si se halla en estado reducido u oxidado y elegir el o los disolventes más apropiados para el estudio por cromatografía.

II. *Cromatografía*: Se llama cromatografía a la técnica que consiste en aislar y caracterizar los diversos constituyentes de un compuesto por su velocidad de migración sobre un soporte.

En el peritaje de documentos la cromatografía de capa fina (o delgada) es una técnica de selección y aplicación corriente.

La cromatografía, cuya invención se remonta a 1903, se ignoró hasta 1931, época en la que fue redescubierta. Su uso no se propagó hasta después de 1944 y su aplicación en el peritaje de las tintas data de los años 50.

Actualmente existen dos clases principales de cromatografía, pero sólo hablaremos de la de capa delgada. El principio de esta técnica se basa en la desigual solubilidad de las moléculas entre dos fases, una estacionaria y otra móvil. Muestras (0,5 x 2 mm) del papel portadoras del trazo de tinta se colocan en microtubos en presencia del disolvente apropiado. La tinta así disuelta se deposita con la ayuda de una micropipeta en un soporte (papel o placa recubierta de una capa especial) y éste se introduce en un recipiente de cristal, en el fondo del cual se halla el disolvente.

Migrando a través del soporte, este disolvente arrastra los componentes de la tinta y los separa (desplazándose los más ligeros más rápido que los más pesados).

Al término de la cromatografía, cada componente aislado se define por:

- su color, en luz natural, bajo radiaciones ultravioletas o después de la proyección de un reactivo colorante;

—su posición, que se mide en valor relativo o RF (referencia frente):

$$RF = \frac{\text{distancia recorrida por el componente}}{\text{distancia recorrida por el frente del disolvente}}$$

Este RF está en función de un gran número de parámetros, pero, en condiciones operativas precisas, no depende más que del único peso molecular del cuerpo.

Existen diversos tipos de cromatografías, según sean:

- verticales: estando el soporte vertical, el desplazamiento del disolvente podrá entonces ser ascendente o descendente;
- circulares: el soporte, que es también circular, está colocado a lo largo y el disolvente migra desde el centro hacia la periferia;
- unidimensional o bidimensional: según se haga desplazar el disolvente en una o dos direcciones (en ángulo recto tras el desplazamiento a 90 grados del soporte);
- de adsorción (en capa fina: TLC = Thin Layer Chromatography = o HPTIC = High Power Layer Chromatography) o de reparto (en papel).

En la cromatografía de adsorción, el soporte (placa de vidrio, hoja de materia plástica) está recubierto por una sustancia absorbente (que cambia de enlaces polares reversibles con los componentes que migran); esta sustancia absorbente constituye la fase estacionaria, es generalmente el almidón, el carbonato de magnesio, de sodio o de potasio, gel de silicio, el acetato de magnesio, etc.; la elección la guiará el uso previsto.

El disolvente (fase móvil) está formado, la mayoría de las veces, por una mezcla de dos líquidos con poder elutivo elevado; son, por ejemplo:

el éter de petróleo
 el tricloretileno
 el benceno
 el cloroformo
 la piridina
 la acetona
 el alcohol etílico
 el metanol
 el agua



aumento del poder elutivo

Comúnmente, en presencia de un disolvente fuerte se pone un absorbente débil, y viceversa.

En la cromatografía de división (cromatografía de partición) se utiliza como soporte el papel: la fase móvil (disolvente) pasa a través de la fase estacionaria (agua unida al papel), transportando con ella las sustancias a separar y que se reparten entre las dos fases. Se forma un equilibrio cuando la relación de las concentraciones del constituyente en cada una de las fases alcanza un valor constante (coeficiente de Nornst).

La distinción entre cromatografía de adsorción y de partición no es muy clara porque se puede considerar que la celulosa del papel tiene también un papel adsorbente. Ésta es la razón por la que parece preferible referirse al balance de las fuerzas que intervienen.

La cromatografía aparece como la resultante de fuerzas opuestas que se clasifican en dos grupos:

—las fuerzas de propulsión unidas:

- a la cantidad grande de disolvente que desplazan los diversos componentes de tinta a velocidades diferentes;
- a la solubilidad que es diferente según los disolventes (cuanto más soluble es una sustancia en un disolvente, tanto más rápidamente se desplaza);

—las fuerzas de retardo, que son:

- la adsorción, es decir, la fijación superficial y reversible de una sustancia sobre un soporte;
- la partición o fuerza de separación entre las fases móvil (disolvente) y estacionaria (agua libre o unida a la celulosa del papel).

Desde el punto de vista práctico, los productos utilizados son generalmente los siguientes:

—soportes: papel Watmann n° 1 o n° 4, Schleicher y Schüll;

—disolventes: se elige entre una multitud de fórmulas más o menos originales de las que algunas no convienen más que en algunos casos precisos; ejemplifiquemos con cuatro de ellas:

n-butanol 60%	n-butanol 60%	n-butanol 20 ml	Alcohol propílico 56%
etanol 20%	A.acético glacial 25%	metanol 10 ml	fenol 14%
amoníaco 2N 20%	agua 15%	etanol 20 ml	agua 30%
(% en volumen)	(% en volumen)	agua 10 ml	(% en peso)

Estos disolventes se utilizan, indiferentemente, en cromatografía, en papel o en capa fina; no parece haber disolvente específico en una u otra de estas técnicas.

De forma general, la cromatografía en capa fina ofrece diversas ventajas con respecto a la del papel:

- el tiempo de migración es más corto;
- el poder de resolución es más elevado;
- los *spots* son más compactos.

III. *Electroforesis*: Se llama de esta manera a la técnica que consiste en separar los componentes de un cuerpo complejo, someténdolos a un campo eléctrico.

Se utiliza el mismo papel que en cromatografía, pero el disolvente se reemplaza por una solución tampón, como la siguiente:

amoníaco N/10	50 cc
acetato de amonio N/25	50 cc

y la fuerza de migración la facilita una corriente eléctrica continua.

En el caso de las tintas, se procede del siguiente modo:

—se hace una primera cromatografía sobre papel, como se ha indicado anteriormente, y se seca el cromatograma;

—se vaporiza el soporte con la solución tampón;

—después de haber girado el cromatograma 90 grados, se lo disuelve en un recipiente de electrodos (lógicamente habrá un polo positivo y uno negativo);

—se hace pasar una corriente continua entre los dos electrodos, separándose las moléculas de la tinta en función de su carga eléctrica (las moléculas cargadas de electricidad negativa migran hacia el polo positivo y viceversa).

Se ve pues el interés de la electroforesis combinada con la cromatografía, ya que se efectúa una separación bidimensional de los componentes de la tinta según:

- su peso molecular (cromatografía);
- su carga eléctrica (electroforesis).

Los resultados difieren, pues, de los obtenidos en cromatografía bidimensional.

g) *Identificación de las tintas*.— Es absolutamente imposible identificar una tinta a primera vista, a partir de su solo aspecto. Só-

lo el análisis físico-químico permite determinar un número suficiente de características esenciales para efectuar una discriminación entre varias tintas, permitiendo su identificación posterior.

Si se trata de una tinta aislada que se quiere identificar, se debe recurrir a colecciones de tintas de comparación o, mejor, al análisis de comparación (cromatogramas).

¡Para tener un valor real, estas colecciones deben ser tan completas como sea posible y, como mínimo, deberían contener todos los tipos de tintas fabricadas en el mundo en el curso de los últimos veinticinco años!

Actualmente no existe nada parecido; puede disponerse de colecciones más o menos ricas, más o menos seguidas y, por ello, de un alcance práctico limitado.

Ocurre a veces que, al referirse a ellas, puede darse una simple indicación sobre el fabricante eventual, porque:

—si se trata de una tinta fluida no se puede determinar si procede de un cartucho o de un depósito, ni identificar la pluma estilográfica utilizada;

—si se trata de una tinta de bolígrafo, se debe recordar que la misma tinta puede comercializarse en estilográficas de marcas diferentes, en un mismo país o en países diferentes; la composición de tal tinta puede presentar, en el curso de producción, variaciones que, si no están numeradas, corren el riesgo de falsear los resultados.

El perito en documentos emitirá, pues, algunas reservas cuando se trate de identificar formalmente un tipo preciso de bolígrafo, de pluma o de punta fibra, en ausencia de elementos de comparación precisos.

Si se dispone de una tinta de comparación, es el caso particular cuando:

—se han incautado uno o varios documentos portadores de trazados diferentes que es preciso comparar con un trazado litigioso;

—se ha incautado la tinta o las plumas estilográficas que tratan de compararse con un trazado litigioso.

Tales comparaciones no suscitan, en general, ningún problema, y el análisis por cromatografía permite decir si el trazado inculpinado es (o no) de la misma tinta que tal o cual otro.

Las aplicaciones son innumerables: cheque adulterado, testamento *modificado*, abuso de firma en blanco, etcétera.

Sin embargo, si las tintas son idénticas será imposible decir

g
l
i
n
f
i
q

e

r
j

—salvo caso excepcional— que se trata de la misma pluma estilográfica y de ésta solamente, ¡porque nada permite excluir la eventualidad de que haya sido utilizada por dos estilográficas de la misma marca, del mismo modelo y conteniendo la misma tinta! Además, el falsificador puede utilizar la pluma estilográfica de la víctima sin que lo sepa ésta.

h) *Edad de las tintas.*— De alguna manera, es un problema semejante al anterior.

1. *Fecha de la tinta en sí.* Se podría proceder a la determinación de la fecha, remitiéndose al período de fabricación o al envejecimiento de la tinta.

1. *Con respecto al período de fabricación de la tinta:* Se referiría entonces a las colecciones, con todos los riesgos que acabamos de ver, ahora bien:

—no se dispone más que excepcionalmente de las fechas de fabricación y/o comercialización de tal o cual tinta;

—en la eventualidad de que se dispusiera de tales datos, sólo la fecha de la primera fabricación tendría un interés como valor límite (un documento portador de esta tinta que no pueda ser anterior a esta fecha).

El año en que ha cesado la fabricación no tiene más que un valor ilusorio para la determinación de la fecha de un documento, en razón:

—de la diferencia de tiempo entre la fabricación y la venta de la pluma o de la tinta;

—del hecho de que cada uno puede guardar una pluma que funciona varios años después de que haya cesado la fabricación de ese modelo.

En lo que se refiere a los bolígrafos, las modificaciones importantes de la naturaleza de la tinta son, en general, de una antigüedad de más de veinte años y hallan raramente su aplicación en el dictamen.

II. *Con respecto al envejecimiento de la tinta:* Se han propuesto diversos métodos para medir el envejecimiento del depósito de tinta en el papel; se basan en:

—la oxidación del hierro ferroso en hierro férrico, en el caso de las tintas galotánicas (reactivo: el 2-2 dipiridilo);

—la pérdida progresiva de solubilidad de la tinta, que se somete a prueba con el ácido oxálico; los resultados son aleatorios;

—la difusión de iones cloruros que se hallan en las tintas que contienen colorantes derivados de la anilina (azul de metilo y violeta de metilo), raramente se aplica hoy;

—la *transferibilidad* de la tinta sobre un soporte; esta propiedad disminuye mucho con el tiempo pero de manera totalmente incontrolable;

—la migración en el papel de los iones cloruro y sulfato de la tinta (método Metzger y Hess); como reactivos se utilizan el nitrato de plata para los cloruros y el perclorato de plomo para los sulfatos; este método sólo se aplica en las tintas ferrogálicas, dando resultados mediocres con las tintas a base de anilina y resultando absolutamente inutilizable con las tintas de bolígrafo.

Más recientemente se ha propuesto un método que recurre a un material más sofisticado y basado en las transformaciones progresivas de las moléculas complejas de colorantes diazoicos bajo la influencia del oxígeno del aire y/o de la luz. Estos últimos provocarían:

—el paso de formas *cis* a formas *trans*;

—isomerizaciones;

—reestructuraciones internas de moléculas, etcétera.

Este método, que no ha franqueado aún la fase experimental, tropieza todavía más que cualquier otro con las condiciones de conservación.

2. *Fecha relativa de dos tintas.* Cuando un documento consta de dos (o varios) trazados, de los que uno es controvertido, se pide a veces al perito que determine el más antiguo de ellos.

Podría pensarse que basta con medir la antigüedad de cada tinta y hacer la diferencia para responder a tal pregunta, pero:

—la determinación de la antigüedad de una tinta a partir de la alteración progresiva de sus propiedades fisico-químicas es, acabamos de verlo, prácticamente imposible;

—el eventual envejecimiento relativo de una tinta con respecto a otra es, la mayoría de las veces, aleatorio para hallar una aplicación práctica.

Sin embargo, la cuestión se suscita de forma diferente si los

dos trazados se cruzan, es decir, si vienen a concurrir en un punto, porque basta entonces con buscar el que recubre al otro y que es forzosamente el más reciente.

Este problema, tan simple en apariencia, ha sido el escollo de los peritos en documentos a lo largo de los últimos cincuenta años. Se han propuesto varios métodos, los que a pesar de ser más o menos fiables, sólo hallan su aplicación en casos especiales.

Entre otros, existen dos métodos diferentes para fechar los textos posescritos:

El primero se basa en la puesta de manifiesto de los surcos abiertos en el grosor del papel por los trazados; con intersección, el segundo trazo deforma, según su orientación propia, el surco dejado por el primero.

Por medio de una pasta de silicona que no altera el documento, se toma la huella (en relieve) de la intersección, y la observación de esta última bajo iluminación tangencial permite ver el trazo que corona al otro.

El segundo se basa en las propiedades ópticas de la tinta con respecto al espectro solar.

Por microfotometría, se estudia la curva de reflexión de cada tinta, después la del punto de intersección. Si el perfil de esta curva se acerca al de una de las dos tintas, se deducirá que esta última está sobre la otra, y por lo tanto, que se ha colocado después.

Dos factores perturban, no obstante, los resultados; ellos son:

—la importancia relativa de un trazo de tinta con respecto a otro; se puede remediar esto focalizando la medida en una ventana estrecha (0,1 x 0,1 milímetros);

—la intensidad de una tinta con respecto a otra si una tinta es pálida y la otra muy oscura o negra; esta última puede, eventualmente, dominar a la otra, cualquiera que sea su posición.

12. *CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESCRITOS MECANOGRÁFICOS DUBITADOS*

Cuando se explora el terreno vinculado con el examen de material mecanografiado ofrecido como prueba, surgen dos áreas principales a considerar: *a)* la de clasificación de máquinas de escribir, y *b)* la de identificación de máquinas de escribir.

a) *Clasificación*.— El objetivo de una clasificación es determinar, de ser posible, la marca y el modelo de una máquina de escribir empleada para preparar el contenido de un documento sospechado. Usualmente, tal determinación se lleva a cabo en el escenario de una investigación en la cual una máquina sospechada de haber sido empleada para preparar el escrito, no ha sido localizada. Los expertos, utilizando muestras obtenidas de diferentes fabricantes, estarán en condiciones de proveer al investigador la información necesaria referida a la marca y al modelo usado en el caso tratado.

La clasificación de máquinas de escribir involucra el examen de textos incriminados, focalizando los siguientes aspectos:

- a) medida de los tipos;
- b) espacio horizontal de los caracteres;
- c) espaciado vertical de las líneas;
- d) forma de los caracteres o estilo.

Como se expresara anteriormente, no siempre es viable responder a los interrogantes de marca y modelo, ello obedece a una variedad de razones que generalmente son el resultado de la intercambiabilidad de estilo de tipos entre diversas máquinas o situaciones tecnológicas similares.

b) *Identificación*.— El objetivo de la identificación es establecer, cada vez que resulte posible, si una máquina de escribir determinada fue o no empleada para preparar el texto de un documento específico cuestionado.

Ello implica el cotejo de muestras indubitadas con el elemento secuestrado. Estas muestras pueden ser tomadas por el investigador o bien por el perito cuando se envía la máquina al laboratorio. En cada caso los hechos dictaminarán cuál será la alternativa a emplear.

En el proceso de investigación se consideran los mismos aspectos que en el de clasificación, además de los *defectos* observados simultáneamente en el material dubitado e indubitado.

Los defectos antes indicados son de extrema importancia en la identificación de máquinas de escribir. Los que aparecen de una manera reproducible y consistente son el resultado del uso y abuso

de la máquina, haciendo que su producto sea diferente al de cualquier otra. Teóricamente, cada máquina salida de fábrica es un elemento individual con características propias y únicas. Sin embargo, en un nivel práctico, pueden no ser perceptibles hasta que haya sido suficientemente utilizada.

Con anterioridad a la introducción de la máquina de escribir "Selectric", en la década del 60, por la empresa IBM, las máquinas de escribir empleaban palancas portatipos fijas que impactaban contra la cinta, luego de oprimida la tecla, arrojando de tal manera una imagen en el papel. La "Selectric" utiliza un elemento tipeador removible que tiene la apariencia de una esfera con todos los caracteres en su superficie. Numerosas compañías han introducido este tipo de máquina.

Otro avance o desarrollo ha sido el de la adopción de la *margarita o rueda de impresión*, que sustituye a los otros dos sistemas mencionados. Podemos describirla como una rueda con rayos que parten del centro; en el extremo de cada rayo hay un tipo o carácter que es el que imprime cada letra, signo o número.

Tales mecanismos de escritura son prominentes en los sistemas de procesamiento de palabras e impresoras de computación.

El perito debe asumir que con la variedad contemporánea de máquinas de escribir aparecen problemas intrincados a enfrentar. Una de las propuestas más ventajosas es la de pensar en las principales categorías de máquinas, respecto de su forma de operar, y luego explorar los componentes indicativos que pudieran ser significativos.

*Categoría de las máquinas
de escribir*

Componentes indicativos

1) Manual o mecánica
(no eléctrica, barra portatipo
fija)

- a) cinta
- b) cinta correctora
- c) mecanismo de tipeado
- d) presionado de la tecla controlado en su mayor parte por el dactilógrafo
- e) rodillo de caucho

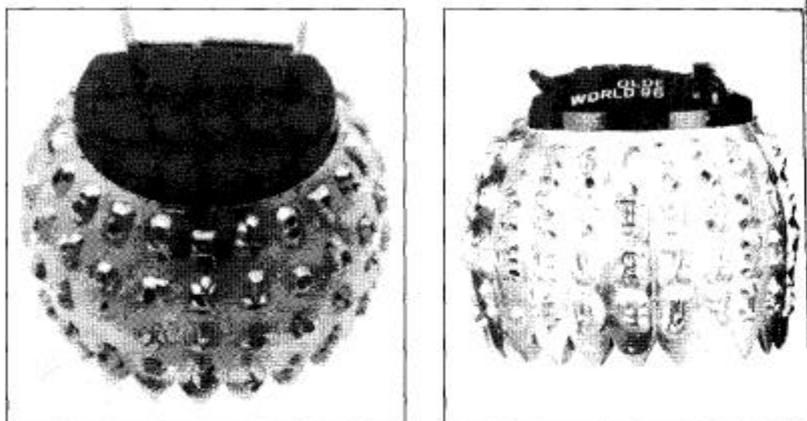
<i>Categoría de las máquinas de escribir</i>	<i>Componentes indicativos</i>
2) Eléctrica (barra portatipo fija)	a) cinta b) cinta correctora c) mecanismo de tipeado d) presionado de la tecla controlado por montaje de la máquina e) rodillo de caucho
3) Eléctrica (con bocha o esfera)	a) monoelemento de tipeado b) cinta c) cinta correctora d) mecanismo de tipeado e) presionado de la tecla controlado por montaje de la máquina f) rodillo
4) Eléctrica (margarita o rueda de impresión)	a) rueda de impresión b) cinta c) cinta correctora d) mecanismo de tipeado e) presionado de la tecla controlado por montaje de la máquina f) rodillo

Es de capital importancia aproximarse a cada máquina de escribir considerada como evidencia, con la idea de que hay muchos componentes operacionales de la misma que podrían proporcionar información útil para el éxito de la investigación. Por ejemplo, una cinta puede contener un texto que corresponda a una nota de extorsión. Asimismo, la cinta correctora puede exhibir un texto perfectamente consecuente con las correcciones efectuadas a un documento cuestionado. Los métodos impropios de manejo de la máquina de escribir pueden provocar la destrucción de valiosa evidencia.



Figura 56

Barra portatipo fija, para máquina de escribir convencional.



Figuras 57 y 58

Bocha o esfera (monoelemento) para máquina de escribir eléctrica.



Figura 59

Máquina de escribir eléctrica para ser utilizada con "margarita".

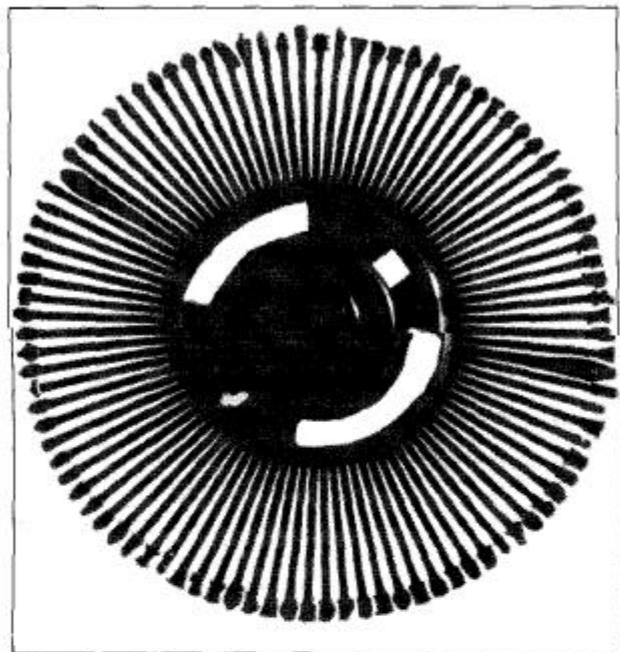


Figura 60

Margarita o rueda de impresión.

13. ANÁLISIS DE ESCRITURAS MECANOGRÁFICAS

Quien se propone delinquir, frecuentemente supone que resulta imposible reconocer la máquina de escribir autora de un texto, detectar su marca, establecer si se efectuaron agregados, o bien identificar a su autor. Evidentemente su equivocación es mayúscula, una diversidad de detalles convenientes, minuciosamente detectados y conscientemente evaluados, facultan arribar a conclusiones positivas, dando así solución a la intrincada temática constitutiva de los cuatro factores que conforman la pericia mecanográfica, a saber:

a) determinación de la marca de la máquina que se utilizara para concretar un escrito;

- b) reconocimiento de la misma;
- c) determinación de tiempos de ejecución en escritos mecanografiados;
- d) identificación del dactilógrafo.

Tales estudios versarán sobre las distintas clases de máquinas de escribir actuales: convencionales; de paso proporcional; a esfera o bocha, y a rueda o margarita.

a) *El paso mecánico.*— Se trata de un elemento de suma gravitación sobre este tipo de estudios. Al poner en funcionamiento la máquina de escribir en virtud de la presión que se ejerce sobre cada tecla o la barra espaciadora, surge un movimiento que se transmite a la barra universal, la que por intermedio del diente de la pieza libradora hace escapar un diente a la estrella solidaria con el piñón. Lo expresado actúa directamente sobre la cremallera del carro (mecanismo móvil en el que se encuentra el cilindro), desplazándolo una distancia o espacio determinado que se repite para cada digitación. Este desplazamiento es constante en las máquinas convencionales y recibe el nombre de paso mecánico o escape. Contrariamente a lo que ocurre en tipografía, el espacio reservado a cada letra es constante, sea ésta angosta o ancha. Los pasos mecánicos más frecuentes son: 2,00 mm; 2,10 mm; 2,12 mm; 2,17 mm; 2,20 mm; 2,23 mm; 2,54 mm; 2,60 mm, y 2,82 mm.

La determinación o medición del paso mecánico puede concretarse de dos maneras: directamente sobre la máquina o sobre un texto del cual se desconoce la máquina empleada.

En el primer caso basta con tomar la medida del desplazamiento del carro, cada vez que se presiona la tecla o la barra espaciadora, o bien, proceder a la lectura de la escala ubicada en la parte anterior o posterior del carro. Tal escala indica la cantidad de letras, números, signos o espacios que la máquina puede estampar por cada renglón.

En el segundo caso, se deberá tomar en un mismo renglón la distancia que separa dos letras iguales (con separación considerable) y luego dividir esa distancia por la cantidad de letras, números, signos y espacios que existan entre esas dos letras. Al efectuar dicha suma, sólo debe contarse una de las dos letras iguales. El resultado de la operación arroja directamente el paso mecánico.

b) *Características de los diferentes tipos de máquinas.*— Las máquinas convencionales se caracterizan por poseer un paso mecánico constante; por poseer los caracteres en barras portatipos, las que en conjunto forman lo que se denomina *canasta portatipos*, y porque el carro es desplazable.

Las máquinas de paso proporcional se caracterizan porque el carro no se desplaza en forma constante sino proporcional. El desplazamiento del carro se concreta proporcionalmente, conforme el diseño de la letra, número o signo que se digite, siendo por ende de distinto ancho de caracteres. Al desplazamiento mínimo del carro de estas máquinas se lo denomina *unidad básica*. Así, una letra mediana como la *o* puede tener 3 unidades básicas y otra angosta como la *r* 2 unidades básicas.

Las máquinas a esfera se caracterizan por poseer rodillo fijo (el trabajo de impresión lo realiza una esfera truncada en la parte superior e inferior, en la cual se encuentran moldeados los caracteres; se mueve de izquierda a derecha del papel). El desplazamiento de la esfera puede realizarse mediante escape constante o proporcional. Carece de canasta de tipos, por cuanto los caracteres están moldeados en la esfera, arriba y abajo. El rodillo es fijo en cuanto a sus desplazamientos laterales.

c) *Determinación de la marca de una máquina convencional autora de un escrito.*— Antes que nada diremos que para responder a este tipo de interrogante pericial es fundamental contar con un archivo de muestras de máquinas de escribir, debidamente organizado.

En principio habrá de determinarse el paso mecánico que acusa el escrito.

En segundo lugar habrá de considerarse el diseño de letras y números.

d) *Identificación de una máquina de escribir convencional.*— Este aspecto pericial puede presentarse de dos maneras diferentes: —necesidad de establecer si dos o más escritos mecanografiados responden a una misma máquina;

—necesidad de establecer si un documento fue realizado por alguna o algunas máquinas sospechadas.

Los procedimientos técnicos a seguir en ambos casos no difieren, excepto en una pequeña variación en cuanto a la forma de concretar el estudio.

En el primer caso el cotejo se lleva a cabo directamente sobre los textos aportados. En el segundo se confeccionarán previamente cuerpos de escritura con las máquinas aportadas, con la finalidad de detectar la personalidad escrituraria que transmiten al papel, la que a su vez será confrontada con la existente en el documento dubitado.

La identificación tendrá basamento sobre las características de diseño, las de origen y las adquiridas, que, en conjunto, otorgan una personalidad definida a cada elemento escritor (máquina de escribir).

Las características de diseño determinan la marca y el modelo de la máquina, tema éste ya desarrollado precedentemente.

Respecto de las características de origen diremos que la colocación de los portatipos en la máquina de escribir es realizada en forma manual, al igual que las conexiones correspondientes. El centrado de los tipos se cumplimenta comparando todos los caracteres con la *h* o la *n*, que se refieren como guía debido a la posición central que ocupan en el teclado (trabajan en posición vertical y por ello están menos expuestas a desalinearse). Para alinear los tipos en altura se trabaja con pinzas de flexionar o de morder, de forma tal que el borde delantero o posterior de la palanca portatipo (o del tipo mismo, según los casos), se acorte o alargue ligeramente, para permitir que los caracteres bajen o suban.

La alineación lateral se concreta imprimiendo la letra guía, y luego, retrocediendo un espacio, se estampa sobre la misma el tipo que se está alineando. Esta sobreimpresión indicará si el tipo en cuestión se encuentra o no centrado en relación con la letra guía.

Como podrá apreciarse, la intervención de la *mano del hombre* impedirá un montaje perfecto aun hecho con cuidado y exactitud. Todo lo expresado implica la existencia de desplazamientos laterales y verticales no observables a simple vista pero sí con instrumental óptico adecuado. Podemos concluir entonces que, aun sin uso, la máquina ya ha adquirido su propia personalidad.

Las características adquiridas, por su parte, son los defectos de impresión provocados por el uso y abuso. En tal sentido podemos considerar los siguientes:

- 1) defectos de los tipos;
- 2) defectos de interlineado;
- 3) moción.

De los tres, el más importante es el mencionado en primer término, ya que los restantes son complementarios y a veces no aparecen en un escrito.

1. *Defectos de los tipos.* Puede hacerse una clasificación de los mismos en: a) alteraciones del trazo; b) desigualdades de impresión, y c) desigualdades de alineación.

Las alteraciones del trazo consisten en aplastamientos, fisuras, abolladuras, etc., del tipo, que provocan una deformación del diseño de alguno o algunos números, letras o signos de puntuación. Son propios del uso de la máquina y rara vez provienen de un defecto de fabricación. Generalmente surgen por el choque repetido de los tipos entre sí, los que están en relación directa con la intervención del dactilógrafo. Se estudian con una simple lupa pero a veces es necesario recurrir al microscopio binocular.

Las desigualdades de impresión se producen cuando el tipo no se estampa frontalmente sino de manera inclinada, traduciéndose ello en letras, signos o números que acusan en el papel un lado con trazo fino y menos cantidad de tinta, y el otro grueso y más entintado. El origen de estas desigualdades puede atribuirse a defectos de fabricación o al desgaste natural de la máquina motivado por el uso, o bien al hecho de que la curvatura del rodillo no se adapta al tipo que imprime, motivando una desigualdad de impresión que generalmente es vertical. Esto último afecta a todos los caracteres (mayúsculas y minúsculas), por lo que no resulta de importancia fundamental para la identificación, sino que puede ser tomado como complemento de la misma.

Suele ocurrir que algunas letras, signos o números, no se hallen impresos en el lugar que deben, sino que presenten desplazamientos horizontales o verticales. Asimismo, puede ser que la desviación se produzca con respecto al eje longitudinal de la letra. Estaremos pues en presencia de desigualdades de alineación.

Con respecto a la línea de escritura estas desalineaciones se clasifican en horizontal y vertical, y con respecto al eje longitudinal de la letra en derecha e izquierda. En relación con las causales de este tipo de defectos pueden deberse a la mala soldadura del tipo o al ensanchamiento del alojamiento del eje de la barra portatipo. En

cuanto a las desalineaciones referidas al eje longitudinal de las letras, se deben generalmente a una torsión en la barra portatipo.

2. *Defecto de interlineado.* En las máquinas de escribir los interlineados ofrecen pocas variantes que van en función del tamaño de la escritura. Con el uso (características adquiridas) la separación de los renglones puede variar con respecto a su valor original, debido a las siguientes causas:

- a) por pérdida de espesor en el rodillo como consecuencia del torneado requerido en una reparación del mismo; al disminuir el diámetro disminuye consecuentemente la separación entre líneas;
- b) por afectación mecánica del mecanismo de interlineado;
- c) por defectos o inconvenientes en los rodillos compresores.

3. *Moción.* Es la distancia o espacio existente entre el pie de la mayúscula y el de la minúscula. Eventualmente es un detalle que puede dar una pauta definitiva, en especial en los estudios de descarte.

e) *El cuerpo de escritura.*— El cuerpo de escritura constituye el elemento indubitado y representa a la o las máquinas sospechadas. Para efectuar el confronte con el documento indubitado, el cuerpo escriturario debe contener la representación exacta del texto sospechado, tanto en su contenido como en su diagramación, y se confeccionará sobre un soporte igual o similar al del documento motivo de peritaje. Es conveniente copiar dos o tres veces íntegramente el material mecanografiado dubitado.

De igual modo, resulta oportuno agregar en el cuerpo de escritura, sucesiones de letras repetidas, ya que ello hará más sencilla la determinación del paso mecánico. También es importante efectuar impresiones de la letra *h* mayúscula y minúscula acompañada de los restantes caracteres, lo cual permitirá determinar si existen desplazamientos de los caracteres sobre estas últimas (como ya se explicó anteriormente, la *h* sufre, por su ubicación, poco desgaste, y su barra portatipos prácticamente carece de torsiones).

Para poder considerar que una característica identificativa es coincidente, tanto en la dubitada como en la indubitada, deben cumplirse los siguientes requisitos: estar igualmente ubicadas, situadas y dirigidas.

f) *Tiempos de ejecución.*— Pericialmente hablando, reviste notoria frecuencia el pedido cuyo interrogante es conocer si un escrito mecanografiado ha sido realizado en uno o más tiempos de ejecución; vale decir, si a un texto original se le ha agregado luego de ser firmado, una nueva frase, oración, párrafo, etc., que modifique al sentido inicial de ese documento. Esta maniobra es muy frecuente en pagarés, recibos, etc., en los que se cambia la obligación que dicho documento determina en primera instancia.

Para llevar a cabo este tipo de estudio, se deberá considerar que por razones de construcción de las máquinas de escribir, los escritos por ellas realizados tienen todos los renglones paralelos entre sí y que, letras, signos o números ubicados en diferentes renglones sobre una misma vertical, deben encontrarse alineados perfectamente.

Surgen así los dos requisitos fundamentales que deben cumplirse para afirmar que un texto fue concretado en un solo tiempo de ejecución: la horizontalidad y la verticalidad. De existir alteración en alguno de estos requisitos puede pensarse que se está frente a textos que han reconocido más de un tiempo en su confección. Ésta es la base sobre la que habrá de fundamentarse todo estudio que tienda a establecer estos hechos, debiendo excluirse desviaciones originadas por defectos de máquinas y cuya frecuencia certifica su normalidad.

En cuanto a la técnica a emplear para la práctica de mediciones y constataciones necesarias que den respuesta a los interrogantes planteados precedentemente, queda supeditada a la posibilidad de recursos y medios con que cuente cada perito (*reglas, escuadras, elementos de medición en general, plantillas transparentes de celuloide, plástico, vidrio, etcétera*).

g) *La identificación del dactilógrafo.*— Sin duda es uno de los problemas de más difícil solución dentro del terreno documentológico. Esa dificultad se basa en la escasa envergadura técnica de los elementos de juicio que hacen posible tal identificación. En efecto, los elementos de juicio que normalmente se toman para establecerlo son: 1) el presionado de las teclas o fuerza que se imprime a cada una para lograr la impresión del tipo en el soporte; 2) la diagrama-

ción del escrito; 3) la puntuación; 4) la ortografía; 5) la defectuosa utilización de la tecla de trasposición (letras mayúsculas), y 6) la inversión en el estampado de las letras.

Ahora bien, es indudable que resulta enorme la cantidad de personas que al escribir a máquina lo hacen digitando en forma mediana y pareja, de manera leve y despareja, etc.; por ende, cuanto mayor sea el número de posibles autores de un escrito, menor probabilidad habrá de identificar al causante y viceversa.

Con respecto a la diagramación, si bien todo dactilógrafo adquiere cierta individualidad escritural, siempre será menos definida en quien ha aprendido en una academia especializada con respecto al autodidacta.

En relación con la puntuación, la dificultad surge cuando quien escribe lo hace siguiendo estrictamente las reglas que le han enseñado, despersonalizándose por completo de las suyas.

Los errores ortográficos revisten un valor considerable, en especial cuando son numerosos y peculiares.

La falta de coordinación en los movimientos produce una desalineación vertical de las letras mayúsculas cuando se emplea la tecla de trasposición. Ello, de ser frecuente, acusa una característica importante.

La inversión en el estampado de letras a veces puede convertirse en un hábito, que se corrige borrando, sobreimprimiendo o dejando la falta tal cual está. La asiduidad brinda una característica distintiva del autor.

Los pormenores enunciados hasta aquí no permiten por sí solos emitir una opinión categórica; por ello, el técnico deberá ser sumamente cauteloso en la valoración cualicuantitativa de sus observaciones, para luego brindar un juicio final acertado. Cada caso es diferente y por ello sólo podemos expresarnos en forma genérica.

h) *Identificación de tipo de máquina de escribir de espacios proporcionales.*— Para establecer la marca y el modelo de una máquina de paso proporcional rigen los mismos conceptos que para las convencionales, debiéndose cambiar el paso mecánico por el de unidad básica, tal como oportunamente se expresara (menor espacio que puede recorrer el carro cada vez que se oprime un tecla o el espaciador).

Las máquinas de este tipo que ha fabricado la empresa Olivetti, tienen una unidad básica de 0,8 mm; la IBM ha lanzado al merca-

do máquinas de tres unidades básicas: 1/32, 1/36 y 1/45 de pulgada, equivalentes a 0,793 mm, 0,705 mm y 0,564 mm, respectivamente.

Obviamente la unidad básica es una clave para determinar marcas y modelos de este tipo de máquinas y se convierte, al igual que el paso mecánico, en la primera clasificación. La subdivisión puede concretarse sobre el diseño de las mismas letras y números que las convencionales. Para ello, es necesario nuevamente contar con un fichero apropiado.

La identificación de la máquina en forma individual se complica en alguna medida, debido a que la mayor parte de los caracteres son sombreados, por lo tanto es más difícil reconocer las pequeñas fisuras, hundimientos, etc. El diferente ancho de las letras complica la determinación de las imperfecciones provenientes de los desplazamientos de los tipos. El especial diseño de las letras (sombreadas en su mayoría) otorga al tipo mayor solidez, por lo que sus defectos aparecen en menor número que en las máquinas comunes o convencionales.

No puede dejar de mencionarse que estas máquinas, en muchos casos, cuentan con un dispositivo llamado *expansor*, que agrega un espacio más entre letras, en el momento que lo desee el mecanógrafo.

La determinación de los tiempos de ejecución debe efectuarse en forma diferente a la de las máquinas convencionales. En relación con la horizontalidad no existen cambios, pero cuando se encara el estudio de la verticalidad, recién se estará en condiciones de determinar si hay perfecta alineación entre dos letras cuando se compruebe que el número de unidades básicas es el mismo.

Se recomienda el uso de plantillas, una para cada tipo y unidad básica.

La identificación del dactilógrafo se lleva a cabo de igual manera que con las máquinas convencionales, teniéndose presente que el aspecto *presionado* no ofrece particularidades distintivas, ya que por la acción eléctrica la digitación resulta siempre pareja.

i) *Máquinas a esfera*.— La característica principal consiste en que no poseen rodillo fijo y el trabajo de impresión lo realiza una esfera o bocha que se mueve de izquierda a derecha a lo ancho del papel, fabricada en plástico, con una capa de niquelado de 0,020 mm de espesor, sobre la cual se moldean los caracteres.

Tal elemento va ajustado a un eje en el sector superior del soporte de las teclas, que contiene los elementos que la activan y la mueven. La esfera es intercambiable y se saca comprimiendo la palanca de resorte que se proyecta hacia arriba.

Al igual que en las máquinas convencionales y de paso proporcional, para utilizar las letras mayúsculas se debe oprimir una tecla de trasposición que hace girar la esfera 180 grados (los caracteres que figuran en una misma tecla, ocupan posiciones idénticas en las dos semiesferas). Todos los caracteres están moldeados en cuatro o más líneas circulares y paralelas, con 22 o más unidades por línea horizontal.

Para la determinación del tipo y modelo de una máquina a esfera ("Selectric") puede prepararse una clave para identificar esferas, aunque es mucho más conveniente contar con un buen catálogo.

1. *Identificación de la máquina.* La tarea de identificar este tipo de máquina de escribir ofrece una serie de dificultades que están en relación directa con la peculiar forma de trabajo de la misma.

Puede detectarse una buena cantidad de características que no pertenecen a la máquina sino a la esfera, razón por la cual a través de ellas no es posible llegar a la identificación de la primera. El origen de los principales defectos que pueden presentarse son:

—Roturas en las letras, obviamente atribuibles a la esfera misma, que permiten su identificación.

—Letras torcidas: si el sostén de la esfera estuviese torcido, todos los caracteres imprimirán con una inclinación determinada. Es un defecto de la máquina.

—Impresiones con desplazamientos laterales: la inclinación y la rotación están controladas separadamente por medio de dos cintas de acero. Debajo de la esfera existen dientes, parando el movimiento de giro en la columna en la que se encuentra el carácter tipeado. El desgaste de los dientes hará que los caracteres que se encuentran en la columna correspondiente se estampen a derecha o izquierda del emplazamiento normal. Es un defecto de la esfera. En cambio, si la cuña de retención está desgastada, no subirá lo suficiente a la cúspide de espacio triangular que existe entre dos dientes, provocando emplazamientos anormales de todas las columnas. Es un defecto de la máquina. No pueden aquí dejarse de considerar los defectos mixtos.

—Impresiones con desplazamientos verticales: si se trata de un defecto de la máquina se producirá un desplazamiento vertical de todos los caracteres motivado por algún deterioro del retén. Si una de las muescas posee deterioros, producirá un desplazamiento vertical en el emplazamiento de todos los caracteres de la línea correspondiente. Es un defecto de la esfera.

—Impresión despareja: se debe generalmente a la inadecuada posición entre el rodillo y la esfera y aparece en todos los caracteres. Puede considerarse un defecto de la máquina.

—Valor del escape defectuoso: puede ser que el valor del escape no se ajuste con exactitud a los valores de fábrica establecidos (por ejemplo: 2,54 mm, o 2,12 mm); esa diferencia se debe al mal funcionamiento del piñón y cremallera y es un defecto de la máquina.

—Espaciamiento defectuoso de los renglones: puede responder a un rodillo pequeño (motivado por reparación), o bien al uso de muchos carbónicos.

2. *Identificación del dactilógrafo.* Se consideran los mismos parámetros que para las máquinas convencionales y de paso proporcional.

3. *Determinación de tiempos de ejecución.* Dependiendo del tipo de máquina de que se trate (Selectric I, Selectric II, Composer 72, etc.), la determinación de los tiempos de ejecución estará regida por similares consideraciones técnicas que las vertidas para las máquinas convencionales y las de paso proporcional.

j) *Las máquinas de escribir electrónicas marca "Olivetti".*— Este tipo de máquinas de escribir introdujo importantes modificaciones en relación a las de esfera anteriormente mencionadas, ya que este monoelemento fue suplantado por el denominado "margarita".

Dicha margarita, según lo expresáramos oportunamente, está conformada por una rueda o disco plano (con engarce central) de cuyo borde externo parten rayos o pétalos en cuyos extremos van implantados los caracteres (letras, números y signos), uno en cada punta.

La búsqueda del carácter seleccionado se realiza por el camino más corto, no girando nunca más de 180 grados, contando a partir de su posición cero (conformada por el carácter “_” (subrayado). Una vez que la unidad de control del motor de selección posiciona el pétalo correspondiente frente al martillo, éste se acciona y golpea contra la guía del reverso del contratipo, impulsándolo contra la cinta de impresión que es intercambiable (de nylon y de polietileno), sobre la cual golpea dando lugar a la impronta.

Existen diferentes tipos de margarita, según el paso mecánico a utilizar y el diseño que se prefiera.

Estas máquinas electrónicas pueden evidentemente utilizar diversos pasos mecanográficos, por ejemplo: modelo ET 121 y 221: 1/10; 1/12; 1/15 y proporcional; modelo TES 401: 1/10; 1/12 y proporcional, que han sido los primeros en comercializarse en el país.

1. *Características identificativas.* Por tratarse la margarita de un monoelemento, es intercambiable; consecuentemente, sus características se repetirán sin importar la máquina utilizada. Las particularidades más salientes son: rebabas en los caracteres; roturas; desniveles anómalos de los pétalos o rayos (que se estamparán por encima o por debajo de la línea base, siendo constantes los desniveles para cada carácter en particular); deformaciones de los caracteres; ausencia por rotura de uno o más caracteres, etcétera.

Con prescindencia del monoelemento, las características particulares que permitirán identificar la máquina son, entre otras:

I. *Estampación incompleta de caracteres (si se trata de cinta de polietileno) o entintado irregular de la impresión (cinta de nylon):* Es atribuible a bloqueos mecánicos; fallas electrónicas; falta de centrado del piñón de arrastre; irregularidades en el funcionamiento del motor de avance de cinta y/o desajuste de la ballesta de contramarcha del cinético de avance de cinta.

II. *Las interlíneas son irregulares:* Ocasionado por fallas en el resorte de reclamo del grupo interlínea o en el engrane del arpon con la rueda dentada de interlíneas.

III. *La corrección no queda centrada con el carácter impostado:* Puede deberse a la falta de regulación del enganche del piñón

de la cinta correctora o a que la correa de tabulación no esté suficientemente tensa.

IV. *Los caracteres imprimen defectuosamente su parte superior o inferior:* Obedece al excesivo acercamiento del grupo impresor al rodillo o a su alejamiento de la distancia normal (2,8 a 3 mm), respectivamente.

V. *Los caracteres imprimen defectuosamente sus laterales izquierdos o derechos:* Ello es motivado por la carencia de paralelismo entre el eje del rodillo y la guía del grupo impresor.

VI. *La calidad de la escritura no es uniforme y en forma de banda se extiende a lo largo de todo el texto en sentido vertical:* Ocurre cuando la superficie del rodillo acusa depresiones en un sector o parte de éste no sea paralelo a su eje o bien cuando el eje guía del grupo impresor esté deformado en algún segmento de su extensión.

VII. *El presionado del estampado es irregular:* Se presenta cuando la placa de repuesto acusa fallas de sus componentes.

En todos los casos se sugiere el uso de microscopio para la detección de características.

14. *LOS SELLOS DE GOMA Y SUS IMPRESIONES COMO EVIDENCIA*

El estampado de un sello de goma es una impresión producida por un dispositivo comúnmente utilizado con fines personales y comerciales. Es un hecho rutinario y simple el empleo de tales elementos selladores para imprimir firmas, fechas, direcciones y demás información en documentos. Normalmente esta estampación se concreta a mano; sin embargo, también existen dispositivos mecánicos para este propósito. Sea de una forma o de otra, los efectos de la aplicación sobre papel, son esencialmente los mismos.

En muchos hechos delictivos resulta de notoria importancia demostrar que la impresión de un sello fue llevada a cabo mediante la utilización de un dispositivo específico. Ciertas características de

clase e individuales, tanto del sello como de su estampa, se consideran de manera combinada para proporcionar tal demostración. A fin de comprender adecuadamente el potencial de los sellos de goma y sus impresiones, es necesario conocer en forma básica, cómo están hechos. Por ejemplo, la preparación de un sello de goma manual, normalmente implica el grabado de un texto con relieve, previa composición de los tipos, la impresión térmica de una imagen positiva en una matriz, y la producción de una imagen negativa en goma vulcanizada, que es recortada y montada en una pieza (generalmente de madera o metal) con un mango.

El proceso descrito, por sí mismo, puede originar características individuales que pueden ser utilizadas en la identificación de un sello con una estampa o impresión. Adicionalmente, otras características, tales como daños o deterioros, el entintado y la superficie del papel, desempeñarán un rol muy importante en tal determinación.

Hay numerosas consideraciones que deberán ser estudiadas cuando se trate de llevar a cabo tales tareas de cotejo, en orden a obtener identificaciones positivas. La siguiente información describe algunos de los principales aspectos vinculados con el tema:

a) Características de las estampas que ayudan a distinguirlas de impresiones llevadas a cabo por otros medios:

1) Efecto de enjugado (característico de todos los métodos de impresión por relieve).

2) Distorsión en el diseño de los caracteres debida a la naturaleza flexible de la goma.

3) Tipo de tinta (usualmente soluble; es también la clase de tinta utilizada en otros tipos de dispositivos para marcar, algunos metálicos).

4) Ausencia de endentado.

b) Sellos de goma confeccionados en una sola pieza.

1) Si la tipografía está incluida, es más probable que esté convenientemente alineada, que en el caso de sellos hechos con elementos sueltos o individuales.

2) Las impresiones cuestionadas incluyen:

i) Modelo o diseño determinado.

ii) Características no determinadas o accidentales.

3) Cuando los diseños del material dubi-indubitado son idénticos en apariencia, se debe depender de las características accidentales para alcanzar las conclusiones.

1) No siempre es posible determinar de una sola impresión dubitada la fuente de un defecto particular.

i) Si el sello está hecho de un estereotipo, electrotipo o clisé de plástico, el defecto podría estar en la matriz o molde.

ii) El molde como el mencionado, usualmente está realizado de baquelita; sin embargo, todavía puede emplearse el método anticuado de la arcilla. Tales defectos identifican el molde.

iii) La plancha de goma en sí misma.

- Distorsiones resultantes de traccionar la plancha de goma del molde mientras está caliente y/o estiramientos que se producen durante su colocación.

iv) La manera o forma en que se realizan las impresiones:

- Aplicando presión desigual sobre la superficie del diseño.
- Aplicando presión en una dirección no perpendicular al plano del diseño.
- Aplicando presión con un movimiento rodante de atrás hacia adelante.

- Aplicando presión con un movimiento giratorio.

Son elementos que producen imágenes de defectos no existentes.

v) Material extraño en la estampa.

- Hebras.
- Marcas de tinta seca.

Identifican al sello.

vi) Material extraño en la almohadilla.

Produce la ilusión de defectos en la estampa.

vii) Naturaleza de la superficie sobre la que se apoya el papel:

- Encuadernaciones u otras superficies ásperas.
- Bordes de papeles, etcétera.

c) Sellos confeccionados con partes intercambiables.

1) La tipografía invariablemente posee alineación pobre.

2) Algunos defectos en el tipo de goma pueden haber ocurrido en la fabricación.

Cuando sea posible, el sello que se sospecha ha sido utilizado para realizar una impresión cuestionada, debería ser remitido al perito, juntamente con la tinta y la almohadilla sospechadas. Cuando sea necesario tomar impresiones testigos en el propio lugar de los hechos o en el laboratorio, se deben obtener ejemplares donde aparezcan las diferentes formas de presionado. La superficie del sello no debe ser limpiada o raspada, ya que esta acción puede destruir características necesarias para una identificación positiva.

15. *ADULTERACIÓN DE DOCUMENTOS MANUSCRITOS*

Comencemos expresando en forma sintética que adulteración de un documento es toda alteración ilícita del mismo, concretada en alguna o gran parte de su contenido.

Existen diversos procedimientos a los que se apela para adulterar documentos manuscritos, entre ellos, el borrado, el raspado, el lavado, el testado y la enmienda del texto, y la amputación del soporte.

El borrado no sólo afecta al texto, sino que inevitablemente ataca al soporte (papel) que lo contiene, eliminando su apresto, para dejar en libertad a las fibras que lo conforman, fibras cuyo erizamiento es perfectamente captable mediante la observación microscópica. Por su fácil captación, esta maniobra es poco usada para eliminar textos a tinta. En cambio, resulta ideal para maniobras sobre textos a lápiz, ya que su eliminación puede hacerse en forma total, y la escritura reemplazante no acusará corrimientos como los que produce la tinta.

El raspado suele llevarse a cabo sobre textos escritos a tinta, empleándose para ello cualquier elemento cortante existente en plaza. Esta maniobra también produce la eliminación del apresto del papel y el erizamiento de las fibras, perfectamente captables a través del microscopio.

El lavado sólo puede emplearse para eliminar textos manuscritos a tinta, ya que el grafito, no reconociendo o no admitiendo disolventes, solamente puede ser suprimido por borrado o raspado. Para su detección resulta clásico el uso de la lámpara de luz ultravioleta.

El testado es el procedimiento al que se recurre para ocultar parcialmente un texto manuscrito, con el propósito de cambiar o restringir su alcance y significado. La enmienda, por su parte, es la maniobra que se concreta para modificar un número, una letra o una palabra.

La amputación del soporte es la supresión de una parte del mismo, valiéndose de elementos cortantes o del fuego.

16. ADULTERACIÓN Y FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE IDENTIDAD, BILLETES DE BANCO, ETCÉTERA

a) *Instrumental técnico necesario.*— Para una inspección rápida de tales elementos se necesita un equipo con pocos instrumentos para una buena y rápida inspección. Los más comunes son un amplificador de imagen de baja potencia y una luz ultravioleta.

El motivo para su uso es que en un tiempo relativamente corto y utilizando uno o ambos elementos del equipo, se pueden descubrir diversas formas de adulterar o falsificar documentos. El amplificador de imagen de baja potencia permite realizar un examen superficial de los detalles del elemento, en áreas que se prestan a adulteraciones o falsificaciones, tales como el nombre del titular, el número de serie del documento, la firma, las fechas de emisión y vencimiento y, en contadas ocasiones, los defectos en la impresión cuando es conocido el posible punto para investigar.

La luz ultravioleta se utiliza para dos propósitos principales. El primero es la ratificación o detección de la pérdida de los elementos ultravioletas de seguridad, que pueden ser parte esencial de un documento, billete, etc., legítimo o de sus componentes. El segundo propósito es hallar marcas de agua falsas.

Es necesario hacer la salvedad de que no todos los documentos o sus componentes contienen elementos ultravioletas de seguridad. No obstante, la tendencia es a la incorporación de los mismos como un método para proteger la seguridad de dicha documentación. La falta de cualquier elemento ultravioleta puede ser un indicador útil para justificar un examen más completo del documento.

Por otra parte, la existencia de estos elementos de seguridad no necesariamente prueban su legitimidad, ya que podría tratarse de una falsificación extremadamente sofisticada.

b) *Medidas comunes de seguridad.*— 1. *Caracteres magnéticos.* Se utilizan especialmente en cheques, con el propósito de sistematizar operaciones bancarias, en el sentido de inscribir, leer, clasificar y despachar con notable y eficiente seguridad tales elementos.

2. *Grabado ciego o en seco.* Es un sello o texto grabado sobre el papel desde una superficie elevada, por presión. Es producido sin utilizar tinta y produce una imagen que es visible con iluminación oblicua o rasante. Se lo utiliza generalmente en sellos de validación.

3. *Fibras.* Las fibras de seguridad son insertadas dentro del papel durante el proceso de manufactura y pueden ser vistas con luz normal, usualmente sin necesidad de ampliación.

4. *Fibras fluorescentes.* Son también fibras de seguridad, normalmente insertadas durante el proceso de manufactura del papel, las cuales fluorescen bajo una luz ultravioleta.

5. *Holograma.* Consiste en una imagen multidimensional hecha sobre un film fotográfico o una lámina, sin utilizar una cámara.

6. *Tinta fluorescente.* Tinta que fluoresce cuando es iluminada por una luz ultravioleta. En algunos casos esta tinta no puede ser vista con luz normal.

7. *Ornamentaciones (Guilloche).* Una imagen decorativa muy detallada, compuesta por líneas curvas entrelazadas, impresas.

8. *Patrón geométrico.* Una serie de formas recurrentes usadas como seguridad en el fondo de impresión del soporte.

9. *Tinta fugitiva.* Tinta que se disuelve en un líquido. Ésta es encontrada frecuentemente en el fondo de impresión como una protección contra alteraciones químicas.

10. *Ojales de metal.* Accesorios metálicos utilizados para asegurar la fotografía a la página. Algunos ojales de metal contienen marcas especiales.

11. *Fondo de impresión (subtinte).* Un patrón o diseño visible en una página. El texto es normalmente impreso sobre el diseño, aunque en algunos casos el patrón es impreso sobre el texto.

12. *Impresión tipo plena*. Impresión en relieve que utiliza una lámina finamente grabada al agua fuerte, la cual produce ricos detalles.

13. *Imagen latente en impresión tipo plena (calcografía)*. Una imagen producida utilizando el procedimiento antedicho. La imagen es visible al sostener el área que la contiene en forma oblicua bajo una fuerte luz intensa, y está conformada por columnas que permiten que la luz fluya a través de ellas. La misma no puede ser duplicada por la flexilografía o por métodos termográficos de impresión.

14. *Laminado*. Se trata de una hoja sintética transparente que es colocada sobre las fotografías o sobre la información biográfica y asegurada por medio de un adhesivo o de calor. El laminado puede contener también imágenes impresas o retroflexivas que asisten en la detección de alteraciones.

15. *Cinta de seguridad*. Una cinta sintética, algunas veces impresa con texto muy reducido en su tamaño (microlínea), que está hilada dentro del papel para prevenir la sustitución o falsificación de páginas.

16. *Citocromía*. Impresión en la cual un color se fusiona gradualmente con otro. Los colores son impresos en un solo proceso y no tienen una separación precisa.

17. *Impresión tipográfica*. El proceso que frecuentemente arroja una imagen impresa con un borde de tinta. Es normalmente usada para números impresos.

18. *Números perforados*. Este proceso emplea agujas que punzan agujeros a través de las páginas de un documento, en un solo paso.

19. *Muestras de marcación ("planchettes")*. Son pequeños puntos, frecuentemente de plástico o seda, coloreados, y agregados al papel durante el proceso de manufactura. Al igual que las fibras de seguridad, estas marcas pueden ser reactivadas a la luz ultravioleta.

20. *Imagen retrorreflexiva.* Es una imagen invisible incorporada dentro del laminado, visible a través de un visor retrorreflexivo.

21. *Impresión simultánea.* Imágenes impresas en las caras opuestas de la misma hoja que, cuando son vistas a la luz, se alinean exactamente unas con otras.

22. *Indicia confusa.* Se trata de una imagen visible impresa confusamente y que sólo puede ser distinguida por el uso de un visor especial que altera la trayectoria de la luz.

23. *Sello de agua.* Es una imagen resultante de los diferentes grosores de papel. Usualmente se produce por el presionado de un diseño proyectado en el molde o en un rodillo procesador, visible cuando el papel es sometido a la luz. No reaccionará a la luz ultravioleta.

El sello o marca de agua es uno de los elementos de seguridad más efectivos por su extrema dificultad para ser reproducido con efectividad.

Existen tres métodos diferentes para lograrlo fraudulentamente:

El primero es una imitación de índole química que se puede revelar fácilmente con el empleo de la luz ultravioleta.

El segundo método consiste en imprimir la imagen proyectada por la marca de agua legítima, con una tinta de imprenta muy suave. Por razones obvias es la forma más fácil de detectar.

El tercero se logra imprimiendo la imagen de la marca de agua en el papel. No reacciona con luz ultravioleta y cuando se lo observa a través de una fuente lumínica potente, arroja una imagen similar a la de la marca de agua legítima. Se distingue por las impresiones muy marcadas en el papel. Una marca de agua auténtica contiene sutiles diferencias en el grosor del papel que no pueden ser distinguidas por examen, utilizando luz oblicua o rasante. La imitación señalada sí puede detectarse con luz aplicada de la manera indicada, debido a las marcas y a la relativa profundidad de la impresión.

24. *Encuadernación o costura.* La encuadernación o costu-

ra de un documento no deja de ser una medida de seguridad, ya que puede ser examinada para la búsqueda de desarmado y/o rearmado. Para ello deberá determinarse la reacción del hilo a la luz ultravioleta (en caso de ser fluorescente) y que no esté excesivamente flojo o deshilachado.

Las mismas técnicas de examen pueden emplearse respecto de los ganchos metálicos.

c) *Tipos de adulteraciones más frecuentes.*— 1. *Sustitución de la fotografía.* Es uno de los procedimientos más frecuentes en la adulteración de documentos de identidad. La fotografía del titular es removida y reemplazada por otra. Por lo general esta maniobra deber estar acompañada de la alteración de los datos biográficos de la persona, a fin de que estén de acuerdo con las características físicas que aporta la nueva fotografía. En ocasiones ello no se realiza.

2. *Sustitución de páginas.* La información que no ha podido ser fácilmente alterada o borrada, se remueve mediante el desarmado del documento, con la extracción y reemplazo de la hoja no deseada. Esta nueva página puede ser genuina o falsa.

3. *Alteración manual.* Escritura o impresión agregada a letras, palabras o números, y extracción total o parcial de los mismos, con reemplazo o no de dígitos o letras. Las escrituras o impresiones agregadas pueden revelarse mediante el empleo de un dispositivo visor de filtrado infrarrojo.

4. *Borrado mecánico o químico.* La información impresa o escrita puede ser alterada por borrado mecánico o químico, ya sea para eliminación de palabras enteras, letras, números, partes de letras o de números. El borrado químico puede detectarse con luz ultravioleta.

5. *Alteración completa por pegado.* En esta forma de adulteración, una nueva página (falsa o genuina) es pegada sobre la página no deseada para esconder información y alterar el contenido del documento.

17. IDENTIFICACIÓN DE CIFRAS NUMÉRICAS MANUSCRITAS

El problema de la identificación de los autores de cifras manuscritas se parece mucho al de los autores de textos escritos con letra de imprenta; en ambos casos, el perito se encuentra ante una serie de caracteres que, normalmente, no están enlazados entre sí. Como las cifras tienen menos características distintivas, sus autores son más difíciles de identificar que los que han escrito letras. Sin embargo, cabe individualizar a la persona de cuya manera de escribir no se tiene otra muestra que una serie de números.

Obviamente, no existen sino diez dígitos, pero el documento sometido a examen pericial puede tener —además de los guarismos— diferentes símbolos utilizados al mismo tiempo que ellos. Al indicar sumas de dinero o cifras numéricas en general, se utilizan símbolos tales como “\$”, “%”, “+”, “-”, etc. En diversas profesiones y oficios se emplean en los informes cifrados diversos signos y símbolos, tales como los puntos o comas de separación de los decimales y las barras horizontales o diagonales. En tales casos, el perito dispone de una cantidad determinada de caracteres diferentes y, cuando se habla de identificación de autores de guarismos hay que entender que ese empeño comprende también el estudio de esos símbolos.

La identificación de un escritor de números requiere el empleo de tres elementos fundamentales que son necesarios para individualizar a los autores de cualquier otro tipo de textos escritos: *estudio de la forma de los caracteres de la calidad de la letra*, es decir, de la forma en que se ha escrito y de las *variantes*. Las semejanzas sirven para establecer una combinación única de factores, que permitirá una identificación positiva. Las diferencias fundamentales permiten hacer la distinción entre las cifras escritas por personas diferentes.

a) *Forma*.— La identificación de las personas que han escrito números se basa no sólo en el estudio de la forma básica de éstos, sino también en el análisis completo de las subdivisiones de su trazado: rasgos iniciales, terminaciones, adornos, simplificaciones, inclinación general e influencia mutua de los elementos componentes, en

especial en lo que se refiere a las cifras complejas: "2", "3", "4", "5", "6", "8" y "9". Se pueden estudiar también las dimensiones de una parte o su inclinación con respecto al todo. Cabe formularse asimismo las siguientes preguntas:

—¿Cuántos trazos se utilizan para escribir guarismos tales como "4", "5", "8" y "9"?

—¿Cuál es la dirección de los trazos iniciales y de las terminaciones?

—¿Los trazos rectos son absolutamente rectos o curvas compuestas?

—¿Hay reasunciones de trazos interrumpidos, lazos o ángulos redondeados en la parte inferior del "2", en el centro del "3", en el extremo izquierdo del "4", en los dos rasgos hacia la izquierda del "5", en la parte superior derecha del "7" y en la unión del óvalo y la pata del "9"?

—¿Dónde finaliza una parte determinada de un guarismo? y ¿se respeta el equilibrio del conjunto?

Los estudios de las formas deben comprender el examen del ángulo formado por dos rasgos de la cifra, en especial en lo que atañe a los guarismos "4", "5", "7" y "9".

Cuando puede disponerse para la peritación de diversos guarismos, el tamaño o la inclinación de uno de ellos en relación con los otros puede ser peculiar de quien los ha escrito. Por lo general, las dimensiones del conjunto de las cifras dependen del espacio de que disponía el autor del escrito, pero las anomalías constantes de su forma de trazarla son instructivas.

Aparte de las dimensiones de las diversas cifras en comparación con las otras, se puede estudiar también su posición. El espaciamiento puede ser característico y —caso más frecuente— puede haber una alineación especial, sobre todo en lo que se refiere a las fracciones y a las sumas que indican los centavos en caracteres más pequeños, por encima de la línea. Otro elemento que puede ayudar a la identificación: el hecho de que se subraye o no la base de estos guarismos.

Las partes circulares u ovaladas de las cifras presentan una gran variedad de formas y el grado en que están redondeadas tiene importancia para la identificación; los óvalos alargados, junto con el ángulo formado por el eje principal y la vertical, constituyen otro factor de identificación; los óvalos abiertos son relativamente frecuentes en los números escritos de prisa por una persona, pero pue-

den encontrarse asimismo tanto si ésta quiere escribir con cuidado como en caso contrario. El punto de partida del óvalo —en la parte superior, a la derecha o a la izquierda— y el modo en que está trazado, constituyen también elementos característicos de la forma.

La manera de trazar las cifras varía también de una persona a otra, pero está influida en muchos casos por la enseñanza que han recibido.

Todo el mundo llega a tener una forma personal, a partir de la que se le enseñó en la escuela. Por ejemplo, en muchos casos es significativa la presencia o la inexistencia de una barra a través del "7". En la arquitectura y en la industria, los delineantes tienen una manera de escribir las cifras que pone de manifiesto su formación profesional. El guarismo "8" formado por dos óvalos, situados uno encima del otro, es aun más típico. Sería extraordinario que dos personas a las que se ha enseñado en la escuela dos formas diferentes de escribir, modificadas por sus características personales, llegaran a cambiar sus cifras de modo tan completo que resultase imposible llegar a descubrir, en su manera de escribir normal y natural, algo que reflejara sus diferencias fundamentales de educación. Los peritos calígrafos tienen que conocer las diferencias esenciales en el trazado de las cifras para no confundirlas con las características personales.

b) *Calidad de la letra.*— La forma de escribir los guarismos es muy importante para distinguir la letra de quien los haya trazado. Como las cifras no están enlazadas entre sí, no siempre es fácil apreciar la habilidad, la velocidad y la facilidad de ejecución. Sin embargo, es posible analizar esos factores, junto con otros que en conjunto constituyen la calidad de la letra.

La soltura del elemento escritor es un factor que permite distinguir las cifras de forma análoga, pero trazadas por manos diferentes. Los datos que permiten pronunciarse sobre la soltura son: la regularidad de los trazos, la facilidad de ejecución, los signos de un trabajo automático (o laborioso) y, naturalmente, la precisión del trazado. Hay, a este respecto, numerosos grados, que van desde la ejecución perfecta hasta la más primitiva y tosca.

Los rasgos que constituyen los guarismos pueden ser gruesos o finos. Las cifras pueden ser simétricas o angulosas, demostrar la prisa o la falta constante de cuidado, de manera que acaben en cur-

vas o en horquillas, o en forma poco acentuada, sobre todo por lo que se refiere a los "3" y a los "5". En términos generales, puede decirse que todos los elementos que se estudian al examinar la letra manuscrita desempeñan un papel en el trazado de las cifras.

Para identificar a quienes han escrito las cifras, sobre todo las que tienen curvas cerradas, tales como "0", "8", "6" y "9", es importante observar el punto de partida y la dirección del rasgo trazado por el elemento escritor. El dígito "8" puede escribirse de muchas maneras; hay quienes empiezan muy arriba, a la derecha, y bajan para formar el óvalo interior en sentido contrario al de las agujas del reloj; otras personas empiezan por arriba, a la izquierda, y desplazan el elemento escritor en la dirección enteramente contraria.

Como las cifras deben escribirse por separado, la manera de enlazar dos o tres guarismos es una característica personal. Existe una relación entre los enlaces de las cifras y la rapidez con que se escribe. Lo más frecuente es enlazar los ceros, pero hay personas que llegan a escribir sin levantar el elemento "20", "50", "80" y, con menos frecuencia, "30". Ello constituye un elemento para la identificación; por otra parte, los enlaces son distintos de una persona a otra.

c) *Variantes.*— La letra de cada persona, cualquiera que sea su forma, presenta variantes. Las cifras no constituyen una excepción a la regla. Pueden considerarse con respecto a este problema dos aspectos: las variantes debidas a una ejecución rápida y a una letra descuidada y las variantes de forma. Ambos aspectos no son enteramente distintos, pero se los puede estudiar por separado.

Las cifras escritas a toda prisa y sin poner ningún cuidado al trazarlas son diferentes de las escritas con atención. Por otra parte, el hecho de escribir sin cuidado puede provocar grandes diferencias de una cifra a otra. Puede hacer que las formas no sean exactas y que los detalles sean diferentes de los que presentan los guarismos trazados con más cuidado. Pero incluso las muestras de letras escritas con cuidado presentan variantes. Si se comparan diversos ejemplos de la misma cifra, se observa que no son absolutamente idénticas. El grado en que difieren de un escrito a otro define el límite de la variación, de tal modo que si se dispone de una serie verdaderamente representativa de muestras testigo de la letra de una persona, cualquier guarismo escrito por ella estará compren-

dido dentro de los límites determinados por las variantes de las muestras.

En cuanto a las variantes de forma, son de dos tipos: la cifra puede presentar formas enteramente distintas u oscilar en torno a una misma forma básica. El primer tipo se encuentra con mucha frecuencia en la letra de determinadas personas. Por ejemplo, en ocasiones, un individuo puede corregir ligeramente su trazo o interrumpir bruscamente el rasgo al final del trazo descendente inicial de un "5", antes de iniciar el trazo hacia la izquierda para formar la curva inferior del guarismo. Se encuentran a veces algunos "5" escritos como una "s" en caracteres de imprenta. Esta última forma es, sin duda, más frecuente en las cifras escritas de prisa, pero hay personas que utilizan indiferentemente ambas grafías. Se pueden encontrar asimismo en otras cifras formas absolutamente distintas. Cuando un guarismo determinado no presenta un trazado único y se encuentran las dos formas en el texto conocido y el manuscrito cuyo autor se ha de identificar, ello representa más de diez formas de cifras y su conjunto facilita la identificación.

d) *Examen de las diez cifras.*— 1. *El uno.* Normalmente el guarismo "1" no comprende sino un solo trazo descendente, ligeramente oblicuo. El trazo puede ser recto, puede parecer encorvado hacia la derecha o hacia la izquierda, puede ser también un trazo ligeramente sinuoso. Algunas personas empiezan el guarismo con un trazo ascendente en diagonal. El rasgo horizontal al pie de la cifra que aparece en los caracteres de imprenta es raro en los textos manuscritos.

2. *El dos.* La cifra "2" tiene dos partes: en la superior, una gran curva; en la base, un trazo horizontal. Esas dos partes pueden estar enlazadas por una presilla, una reanudación del trazo interrumpido, un ángulo muy agudo o un pequeño rasgo vertical que forma un ángulo casi recto en la parte inferior de la cifra. La parte superior puede comenzar por un trazo ascendente curvo, por un rasgo o una presilla decorativos o por una línea recta casi horizontal. El trazo descendente que va en diagonal de la parte superior derecha a la inferior izquierda, presenta, por lo general, la forma de una curva compuesta. Es importante observar su dirección, así como su longitud con respecto al ancho de la cifra. Hay que estudiar el co-

mienzo del rasgo, la forma en que están enlazados sus elementos, la naturaleza de las curvas y la terminación del guarismo. El grado de sencillez o, por el contrario, de complicación, es otro elemento que puede ayudar a la identificación del autor.

3. *El tres.* La cifra "3" tiene dos partes: ambas son arcos de circunferencia o de óvalo enlazadas hacia la mitad del guarismo por una presilla abierta, una reanudación del trazo o un simple recodo abierto. La parte superior del guarismo puede aparecer aplastada y formar un ángulo agudo en el extremo superior derecho. Al comienzo o al final puede haber presillas que constituyan adornos. Es muy importante la relación entre las dimensiones de la parte superior y la inferior; lo mismo puede decirse de la dirección del trazo terminal y del grado de inclinación de la cifra.

4. *El cuatro.* Este dígito puede presentar dos formas principales: la primera tiene una cúspide abierta; la segunda, un triángulo cerrado. Si la parte superior es abierta, puede haber a la izquierda un ángulo casi recto, formado por dos trazos derechos o ligeramente encorvados. A veces esa parte izquierda tiene una especie de presilla o una reanudación parcial del rasgo. El trazo descendente desde la derecha debe, en principio, ser recto y paralelo al de la izquierda, pero ello no es cierto en todos los casos. Su longitud, tanto por encima como por debajo del trazo horizontal, y en que corta a éste pueden ser detalles importantes, al igual que la altura del trazo derecho y del trazo izquierdo. Si se trata de un "4" con un triángulo cerrado, el lado izquierdo es necesariamente un trazo oblicuo, y los ángulos que forma con la horizontal y la vertical pueden ser característicos de la letra de la persona que lo ha escrito. La longitud del trazo horizontal más allá del vertical, así como la del trazo vertical más allá del horizontal, y el ángulo de intersección de ambos, constituyen indicios complementarios.

5. *El cinco.* La cifra "5" está formada, en principio, por dos trazos y tres partes, pero se la puede simplificar haciendo una sola curva continua, análoga a una "S" mayúscula. Comúnmente, el trazo horizontal de la parte superior se inscribe después de haber escrito el resto del guarismo. Su dirección, su grado de rectitud y su longitud son elementos importantes. En principio, el guarismo debe tener dos partes, que comienzan por un rasgo descendente, recto

y oblicuo, enlazado por un recodo que forma un ángulo recto con un arco de círculo (cuya curvatura no siempre es regular). Puede ocurrir que el trazo descendente inicial se aparte de la línea recta y que el ángulo agudo se convierta en un recodo o en una línea curva. La dirección del rasgo final y la adición de una presilla terminal, así como las dimensiones de las tres partes del guarismo, son otros tantos elementos que deben estudiarse.

6. *El seis.* En principio, es un guarismo que está constituido por una curva continua que se desvía al encontrar la línea de base. La persona que escribe sin cuidado tiene tendencia a dejar abierto el óvalo; otras lo cierran, prolongando el rasgo hasta la línea de base o haciéndolo atravesar el trazo descendente. En ocasiones, el trazo descendente inicial es casi recto; en la letra de otras personas, la curva es muy pronunciada. Naturalmente, la relación entre el óvalo inferior y el espacio ocupado por la cifra, constituye otro detalle importante.

7. *El siete.* Se utilizan en el mundo dos variantes de este guarismo, que difieren según la manera de escribir y las costumbres. Los angloamericanos utilizan un "7" que está compuesto por un rasgo horizontal recto que va de izquierda a derecha, seguido por un trazo descendente oblicuo. En Europa occidental y en otras partes del mundo, tales como América del Sur, se añade una barra horizontal que corta el trazo descendente aproximadamente por la mitad; el resultado es un guarismo con una barra, dividido en dos partes. En ambos sistemas el "7" puede empezar con un rasgo horizontal sencillo o con un adorno o una curva que, en muchos casos, forma un ángulo recto con el trazo descendente. Este último puede ser una curva compuesta y el ángulo agudo de la parte superior izquierda puede tener la forma de un recodo muy brusco. La inclinación del trazo y su forma permiten asimismo caracterizar el guarismo. Cuando el "7" tiene una barra, la posición del rasgo transversal, su forma, los adornos que pueda tener y su tamaño en relación con el rasgo superior, son otras tantas características importantes.

8. *El ocho.* Este dígito es el más complejo de todos y puede escribirse de muchas maneras. Comúnmente se traza de una sola vez, pero también es posible hacerlo dibujando dos óvalos enlazados. El punto en que comienzan los óvalos y la forma en que acaban es-

tos, permite, en muchos casos, identificar al autor del escrito. Cuando se trata de un "8" sencillo, trazado de una sola vez, deben estudiarse una serie de elementos. ¿Dónde empieza la cifra y qué forma tiene la parte inicial del trazo? ¿Qué relación hay entre el tamaño del óvalo superior y el del inferior? ¿Qué forma tiene el rasgo final? ¿El guarismo está cerrado o ligeramente abierto? ¿Qué dirección presenta el trazado? ¿En el sentido de las agujas de un reloj o en el inverso? Si la cifra se ha conformado por dos óvalos, ¿presentan éstos la misma forma y las mismas dimensiones? ¿De qué modo se cortan? ¿Están abiertos o cerrados de la misma manera?

9. *El nueve.* La cifra "9" se compone de un óvalo cerrado seguido de un rasgo descendente, ligeramente oblicuo. La forma en que el óvalo está enlazado con el trazo descendente —formando un ángulo muy marcado, una especie de presilla o una reanudación de un trazo interrumpido— contribuye a la identificación de la persona que lo ha escrito. En ocasiones, ésta interrumpe el trazado entre el óvalo y la pata de la cifra. El trazo descendente puede ser recto o curvo. La longitud del trazo por debajo de la línea de base puede tener cierta importancia. También contribuye a caracterizar la letra las dimensiones del óvalo superior, su comienzo y su terminación.

10. *El cero.* El cero está constituido por un simple óvalo y se parece a la letra "O". Hay personas que dejan el guarismo abierto en la parte superior; otras lo cierran superponiendo dos rasgos; otras trazan una especie de elipse o le dan inclinaciones diferentes. En la práctica, el "0", al igual que el "1", es —relativamente— demasiado sencillo para poder aportar datos interesantes en todos los casos.

e) *Observaciones especiales.*— Las cifras escritas en impresos o formularios que tienen líneas marcadas (talones de cheques, formularios de contabilidad, etc.) plantean numerosos problemas. Cada persona tiene una manera diferente de alinear las cifras en esos formularios; ese dato constituye un factor suplementario para la identificación. Se ha observado el caso de dos personas que escribían las cifras de modo muy análogo, pero que las alineaban de modo tan diferente en un formulario impreso, que resultaba posible distinguirlas.

f) *Letra disimulada.*— Cuando un documento controvertido no contiene sino cifras, es muy raro que quien lo ha escrito haya tratado de desfigurar su letra. Naturalmente, se encuentran cifras desfiguradas al mismo tiempo que otros elementos de un escrito, sobre todo en las cartas anónimas y en algunos cheques falsos. Como los guarismos se trazan por separado, son más fáciles de enmascarar que las letras, que forman parte de un conjunto enlazado. Cuando no se dispone sino de algunos guarismos, no siempre resulta posible descubrir el enmascaramiento. En principio se observan sin dificultad las formas torpes y las rebuscadas, pero un disimulo hábilmente efectuado puede ser difícil de descubrir. Por otra parte, puede resultar muy difícil identificar al autor de un escrito si no se dispone de un pequeño número de guarismos escritos por él. Es mucho más factible la identificación cuando se dispone de una cantidad de ellos y se pueden utilizar buenas muestras para proceder a la comparación. En la práctica hay que tener mucho cuidado para no confundir las diferencias fundamentales con las que son resultado de un intento de *enmascarar* la letra.

g) *Conclusiones.*— Para identificar a la persona que ha escrito unas cifras es esencial descubrir y aislar los elementos característicos y peculiares de la letra del autor. La posibilidad de identificarla está en función de una combinación única de factores personales, entre los que figuran la calidad de la escritura, los elementos de la forma y el estudio de las variantes normales. Bajo la denominación *calidad de la letra* quedan comprendidos todos los elementos que se toman en cuenta para individualizar al autor de un escrito: soltura, velocidad, legibilidad, ligereza o vigor de los rasgos, dirección o movimiento del elemento escritor y forma de enlazar las cifras cuando existe tal enlace. La existencia de cortes de trazos, de levantamiento del elemento escritor, de presillas o de ángulos, constituyen otros tantos factores importantes, al igual que los rasgos iniciales o terminales, o el hecho de no cerrar los óvalos, o la manera de terminar éstos.

Para analizar la forma hay que estudiar el trazado de los detalles, los adornos, las simplificaciones, las dimensiones y la inclinación de las diferentes partes con respecto al conjunto, así como la influencia del sistema caligráfico utilizado.

Por último, la identificación implica el estudio de las variantes que pueden encontrarse en las diferentes cifras trazadas por la mano de la misma persona. Hay que estudiar las formas variables que son resultado de la prisa, de un relajamiento de la tensión, de un cambio de posición, etc. Las cifras presentan las mismas variaciones que las demás formas de la letra.

Pero la existencia de algunos puntos de semejanza no es suficiente para identificar al individuo que ha escrito las cifras. Ni siquiera una forma poco frecuente permite tal identificación. Antes de formular conclusiones hay que estudiar todos los factores que intervienen en el problema, a fin de poder aislar los elementos análogos o muy distintos. Cuando se encuentran diferencias muy importantes el resultado de la pericia será que los dos documentos no se deben al mismo autor; pero si todos los factores concuerdan, hay que concluir —pero sólo en tal caso— que los documentos de que se trata han sido escritos por la misma persona.

18. *PERITAJES SOBRE ESCRITURAS EN COPIA CARBÓNICA*

Cuando una escritura, tanto manuscrita como mecanográfica, se reproduce una o más veces por medio de carbónico, existen algunas deformaciones que deben analizarse con sumo cuidado y con conocimiento pleno de esas circunstancias. No se trata de medir, pues las medidas se distorsionan en la reproducción, sino de interpretar cuáles son los elementos que aun en copia carbónica se reproducen con una fidelidad tal que permiten una correcta observación y valoración.

En realidad no existe ninguna razón legal que se oponga a la posibilidad de determinar mediante el estudio técnico correspondiente, el origen de escrituras de este tipo, ni sus condiciones de reproducción, en muchos casos.

Lo que obviamente existe es una razón de prudencia técnica que obliga al perito a dejar expresadas reservas ante la presentación del escrito original. Lo expresado tiene por fundamento el hecho de que en una copia carbónica es difícil, y generalmente imposible, por ejemplo en manuscritos y firmas, analizar diversos elementos del proceso gráfico, analizar las características del elemento escritor, la diferencia de grosor en los trazos, las presiones ejercidas, la velocidad, la espontaneidad, etcétera.

No debemos olvidar que en copias carbónicas pueden ocultarse convenientemente anomalías tales como: retoques muy leves y levantamientos del elemento escritor, que sí pueden detectarse en el original. Es totalmente imposible, asimismo, llegar a establecer tiempos relativos de ejecución sobre la base de entrecruzamientos de trazos originados por elementos escritores o de éstos con escritos mecanográficos.

Como conclusión, diremos que jamás sería prudente, desde el punto de vista técnico-pericial, enunciar en forma categórica que una escritura hecha en carbónico es auténtica o falsa.

En todos los casos es aconsejable agotar las posibilidades de encontrar el original y, de no ser posible, la realización de la pericia correspondiente contendrá una formulación de reservas como la mencionada. Se podrán aclarar situaciones y aun formular opiniones, pero las mismas estarán sujetas a modificaciones ante el examen del original pertinente, lo cual implica que las observaciones sobre material producto de copias carbónicas estarán referidas más al aspecto formativo o externo de la escritura que a los que son personales o de fondo.

No debe dejarse de considerar que en una copia al carbónico puede ocultarse un calco sobre escritos auténticos, maniobra que puede ser demostrada con el original y pasar desapercibida en la reproducción.

CAPÍTULO IX

BALÍSTICA

1. *CONCEPTO*

El término *balística* proviene del latín *ballista*, especie de catapultas, del griego *ballein* (arrojar), siglo XVII, arte de lanzar proyectiles. Ha sido definida como la ciencia que estudia el alcance y la dirección de los proyectiles, o del movimiento de ellos.

Obviamente estamos en presencia de una rama de la física aplicada, que se ocupa del movimiento de los proyectiles en general. Conforme el espíritu del contenido del presente libro, de más está decir que los conceptos que se irán vertiendo estarán referidos a proyectiles procedentes de armas de fuego, aire o gas comprimido, o de acción neumática, ya que la acepción de la palabra balística tácitamente incluye cualquier otro elemento o cuerpo que pueda ser lanzado al aire o que caiga libremente por acción de la gravedad (flechas, piedras arrojadas manualmente o con honda, etcétera).

Su estudio comienza con el proyectil (bala) en reposo dentro del arma, su movimiento dentro del cañón, salida al exterior y consiguiente recorrido por el aire, su impacto y los efectos de esta acción de incidencia en el blanco, hasta llegar nuevamente al estado de reposo del mencionado proyectil. Requiere, por lo tanto, cierto nivel de conocimiento de otras ciencias, tales como matemáticas, química, física y ramas de ésta.

De todo lo expresado se deduce que en balística hay tres partes fundamentales, reiteradamente señaladas en diferentes textos específicos: una primera, llamada *balística interior*, que se ocupa del movimiento del proyectil dentro del arma y de todos los fenómenos que acontecen para que este movimiento se produzca y le lleve hasta su total salida por la boca de fuego; una segunda llamada *balística exterior*, claramente definida por su propio nombre, afectada principalmente por los rozamientos del proyectil con el aire y la acción de la fuerza de la gravedad sobre éste, y una tercera, llamada *balística de efecto*, cuyo nombre también es bastante significativo, a la que compete el estudio de la penetración, poder de detención, incendiario, etcétera.

2. BALÍSTICA INTERIOR

Un arma de fuego, sobre todo las semiautomáticas y automáticas, es una máquina o artificio térmico, tal como lo es un motor de combustión interna, una caldera, etc. Todas ellas se caracterizan por el hecho de que, a partir de la liberación de la energía concentrada, por la naturaleza o por medios artificiales, debidamente encauzada, es transformada en otra forma de energía capaz de realizar un trabajo.

Definiciones:

Energía: Es la capacidad de producir trabajo que posee un cuerpo o sistema de cuerpos.

Trabajo: Es una magnitud escalar que proviene del producto de la intensidad de la fuerza aplicada sobre un cuerpo y la distancia o camino recorrido por éste en la dirección de la fuerza.

En todos los casos la transformación de una energía en otra es realizada con desprendimiento de calor, de allí lo que dijéramos de máquinas térmicas. Circunscribiéndonos a lo específico, podríamos definir nuevamente un arma de fuego como un artificio mecánico, en el cual el calor liberado por la combustión de un propulsante es

transformado en energía cinética útil de un proyectil, siendo su función la de propulsar proyectiles hacia blancos específicos para producir efectos previstos.

El rendimiento de los artificios térmicos es bajo; la relación entre la energía potencial disponible y la realmente recuperada nos suministra, en forma de porcentaje, cifras realmente bajas.

Existen pérdidas debidas a la movilización de piezas, fricción entre las partes móviles, disipación térmica, etc., a las que no escapan, dentro de los principios de la termodinámica, las armas de fuego. Lo interesante es comprobar en qué otra forma se convierte esta energía que poseemos inicialmente.

Con el objeto de formarnos una idea de ello, se vierten a continuación valores porcentuales de la distribución de la energía de la combustión de la carga propulsora de un arma. Lógicamente, estas cifras variarán para cada arma, pero son útiles como idea general.

Energía consumida en impulsar el proyectil:	25-35%.
Energía consumida en forzar al proyectil para que gire alrededor de su eje:	0,2%.
Energía consumida en vencer el frotamiento del proyectil contra las paredes del tubo:	3,0%.
Energía consumida en forzar la expulsión de los gases a lo largo del tubo:	3,0%.
Energía consumida en el estampido de boca:	20-40%.
Calor producido en la recámara con calentamiento del arma y vaina:	20-30%.
Energía consumida por el sistema recuperador:	0,1%.

Por lo que puede observarse, el aprovechamiento de la energía potencial disponible para su utilización en su función específica, es del orden del 25-35%, lo que si bien es bajo, significa un buen rendimiento a la luz del de otros artificios. (Por ejemplo, la eficiencia energética real del motor convencional de automóvil está en valores comprendidos en el orden del 10 al 20%.)

La llamada *balística interior* comienza en el momento en que el iniciador es activado (por percusión, electricidad, chispa, etc.) para comenzar la combustión de la carga de propulsión, hasta que el proyectil traspasa la boca del arma.

A esta altura el proyectil debe haber adquirido la velocidad y el ángulo de inclinación o de partida correctos como para asegurar

que su trayectoria lo llevará hasta el blanco elegido. En el caso de las escopetas, la masa de los perdigones o postas en su trayectoria dentro del tubo se comporta, para la balística interior, como un solo proyectil sólido.

Sintetizando podemos decir que esta parte de la balística estudia los distintos fenómenos físicos que se producen en el interior del arma al efectuarse el disparo, tales como: ignición de la mezcla fulminante; combustión de la pólvora de propulsión; presión producida por la combustión de la carga de pólvora de propulsión; entallado del proyectil en el rayado del arma; velocidad del proyectil en el interior del tubo; giro del proyectil alrededor de su eje, impuesto por el rayado; resistencia de cada una de las partes constitutivas del arma; elevación de la boca del arma a la salida del proyectil; erosión del tubo por efecto de los gases de combustión; desgaste del tubo por efecto del rozamiento del proyectil; retroceso del arma, y vibración del arma.

Evidentemente, nos hemos referido a todos los fenómenos vinculados con el impulso que recibe el proyectil y que lo hacen mover hacia adelante. Éste obtiene toda su energía de propulsión dentro del arma, durante la muy pequeña fracción de segundos en que recorre el ánima, hasta trasponer la boca, y es aquí donde obtiene su velocidad máxima.

A esta altura cabe hacer una diferenciación entre los proyectiles de vuelo libre que estamos estudiando y los autopropulsados. Estos últimos llevan su carga de propulsión en su propio cuerpo; consecuentemente, su comportamiento en vuelo se asemeja al de las máquinas que se pretendió mencionar anteriormente. Su balística interior es diferente y también lo es la exterior, hasta el momento en que consumen su carga de proyección. En este punto adquieren su máxima velocidad, y a partir de aquí mantienen constante su forma y peso y se los trata como proyectiles de vuelo libre, sujetos sólo a las acciones de la fuerza de la gravedad y de la resistencia que el aire ejerce a su avance.

Circunscribiéndonos específicamente a lo que ocurre en las armas livianas (fusiles, carabinas, pistolas, revólveres, etc.), nos referiremos a los sucesos que tienen lugar desde el instante en que el percutor del arma es liberado hasta que el proyectil abandona la boca del arma.

En estos acontecimientos, la característica más importante es su extrema rapidez. Dicho período suele ser no mayor de una cen-

tésima de segundo (0,01 s) y puede ser considerablemente menor. Para su mejor interpretación este período puede dividirse en tres más pequeños: a) accionamiento del disparador y percusión; b) ignición, y c) recorrido del proyectil en el ánima.

a) *Accionamiento del disparador y percusión.*— Cuando el disparador (cola del disparador) es accionado por el dedo del tirador, es decir cuando lo oprime, se libera el percutor o martillo, según el caso. El percutor, actuando bajo la acción de su resorte que se encontraba comprimido, se desplaza velozmente hacia adelante y hunde su punta en la cápsula fulminante (en la munición de fuego central) o en el borde del culote de la vaina (en las de fuego anular). Para generalizar lo denominaremos *iniciador*.

De tal manera, la mezcla fulminante es comprimida y, por este efecto, se produce su explosión.

El tiempo que transcurre desde el momento que se libera el percutor hasta que éste golpea al iniciador, depende del largo del recorrido del percutor, de su peso y el de otras partes móviles y de la fuerza de compresión del resorte. En fusiles de combate este tiempo es del orden de 0,005 segundos, en tanto que en carabinas deportivas de pequeño calibre puede llegar a 0,002 segundos.

Este tiempo es muy importante, especialmente para tiradores de polígono. Teóricamente, el tirador presiona la cola del disparador cuando cree que su puntería es correcta, pero es posible que durante este período el fusil se mueva y la puntería se altere. Por lo tanto, cuanto menor sea este período, más ventajoso será para el tirador.

Desde el punto de la balística interior, la energía con que el percutor golpee al iniciador es más importante que su velocidad. Por supuesto, la energía también depende de la velocidad y el peso de las partes móviles. Si la energía no es lo suficientemente potente, la mezcla fulminante no será correctamente comprimida y puede ocurrir una ignición deficiente, un retardo de ignición o que no se produzca ésta.

Una ignición deficiente, tendiendo hacia un retardo, producirá una combustión incompleta de la carga de propulsión, consecuentemente una reducción de la velocidad inicial que puede llegar al orden de los 30 m/s y, como consecuencia, a un tiro impreciso.

Si la energía es demasiado grande, la cápsula fulminante puede ser perforada, con los peligros consecuentes para el tirador más

el escape de gases de propulsión que producen una disminución de la presión que debe mover el proyectil con el mismo resultado anterior: disminución de la velocidad inicial. Es por ello que diferentes tipos de iniciadores y distintas fabricaciones de los mismos requieren distintas energías del golpe del percutor para producir una ignición ideal.

b) *Ignición.*— Cuando la mezcla fulminante es comprimida, explota produciendo la ignición de la pólvora de propulsión. Si la ignición es normal, el tiempo que demanda este acontecimiento es extremadamente corto, del orden de 0,0002 segundos. Ésta es la fase más importante de la balística interior.

Tanto la eficiencia como el tiempo de ignición dependen del volumen y del calor generado por la llama producida por la explosión de la mezcla fulminante. Para que esta llama cumpla con su cometido, deben ser correctos la clase, el tipo y la granulometría de la composición de la mezcla que produce la ignición, lo mismo que su volumen, el tamaño y forma de la cámara que la aloja, como también los diámetros de los oídos o del agujero único que posee la vaina y por donde pasa esta llama a la cámara en la que se aloja la carga de propulsión.

Esta llama debe tener tal volumen y potencia que pueda entrometerse en todos los espacios que ocupan los granos de la pólvora, con el objeto de llenar casi la totalidad de la capacidad de la recámara contenida dentro de la vaina y propagar simultáneamente su fuego a todos los granos que forman la carga propulsora.

Ello significa que la llama no debe quemar solamente los granos próximos a los orificios por donde ella emerge y de allí propagarse al resto, sino a toda la carga simultáneamente. La pólvora negra inicia su combustión muy rápidamente y se necesita para ello un iniciador relativamente débil, pero las pólvoras sin humo son mucho más difíciles de iniciar.

Las pólvoras de grano muy fino y las pólvoras a la nitrocelulosa inician fácilmente y requieren iniciadores menos potentes que las pólvoras de grano grueso o a la nitrocelulosa.

Un cartucho que posee una recámara muy larga requiere un iniciador potente. Un iniciador diseñado para un cartucho de pistola suministrará una ignición pobre y sus resultados serán también pobres en un cartucho de fusil. Por otra parte, iniciadores potentes

en pequeños cartuchos suministrarán presiones altas y erráticas, y la precisión de los disparos será exigua.

Cuando la mezcla fulminante es comprimida suavemente por el percutor, se produce lo que se denomina detonación, en vez de explosión. Es un fenómeno sumamente interesante: los pequeños trozos de pólvora que pesan centésimas de gramo se transforman en 0,00001 segundos de sólidos, a temperatura ambiente, a una masa de gases blancos generando presiones internas del orden de los 700 kg/cm². Pero debido a que el resto de la masa de granos todavía no se quemó y las paredes de la vaina y recámara también están frías, la presión total en la recámara es muy baja y no alcanza más de unos 140 kg/cm².

Cuando la ignición es correcta, la recámara se llena casi instantáneamente de gases calientes generados por la combustión de la carga de proyección,

c) *Recorrido del proyectil en el ánima.*— La descripción general y básica de lo que ocurre en el interior del arma, en el momento del disparo, que es competencia de la balística interior, puede sintetizarse de la siguiente manera:

$$a = pA + f/m$$

En esta fórmula, "a" es la aceleración; "p" la presión; "A" la superficie de la sección vertical del ánima del cañón; "f" la fuerza de resistencia, y "m" la masa del proyectil.

La presión "p" en la base del proyectil es la variable principal en esta ecuación. Una vez conocida, puede derivarse la aceleración.

Por otra parte y a los fines ilustrativos, mencionaremos la forma básica y simplificada de la ecuación de Abel para la balística interior:

$$p = f (D/I - aD)$$

En ella "p" es la presión desarrollada; "D" la densidad de la carga de pólvora, obtenida del peso de la pólvora, dividida por el volumen de la cámara; "a" el volumen de gas a temperatura absoluta = cero; "f" el valor de RTc para la pólvora particular en uso ("R" es la constante de los gases; Tc es la temperatura de combustión); "RTc" es constante para una pólvora dada y diferente para cada pólvora.

La velocidad de un proyectil, dentro de ciertos límites, depende de la longitud del cañón del arma. Para una combinación de pólvora y balas dadas, existe una relación entre velocidad y longitud del cañón, que es aproximada y está indicada de la siguiente manera:

La velocidad inicial guarda una interrelación aproximada con la raíz cuarta de la longitud del cañón.

En relación con las estrías del cañón podemos decir que tienen como única misión dotar al proyectil de un giro sobre su propio eje, produciendo un efecto giroscópico que lo estabiliza durante su trayectoria. En las armas largas el número de estrías modernamente suele ser de cuatro y en las cortas de seis, y la forma con las aristas vivas o romas. El paso de hélice está calculado dependiendo de la longitud del cañón y velocidad inicial del proyectil.

En las armas cortas, al ser mucho menor la longitud del cañón, el paso de hélice de las estrías es mayor. Han existido muchos tipos de rayado de cañones y el número de estrías ha variado desde dos al llamado polirranura, con varias decenas de ellas.

Las armas de aire comprimido o de acción neumática también poseen sus pequeñas estrías, aunque en los primeros modelos los cañones eran lisos.

3. *BALÍSTICA EXTERIOR*

La velocidad de un proyectil, tanto la inicial como la remanente, es una de las cualidades más importantes del binomio arma-cartucho, entendiéndose por velocidad inicial (V_0) la que el proyectil lleva en el momento de salir por el cañón; ésta se mide en el número de metros que el mismo recorrería en un segundo si conservase dicha velocidad. Remanente es la que tiene en cualquier punto de su recorrido.

La *balística exterior o externa* se inicia en el momento que el proyectil abandona la boca del arma rotando sobre su eje para una mayor estabilización y consiguiente precisión, generalmente por encima de las cien mil revoluciones por minuto. La velocidad de rotación del proyectil se obtiene dividiendo la velocidad inicial en metros, por el paso de hélice también en metros y multiplicando luego el resultado por 60, para obtener las revoluciones por minuto