

ACATLAN

251  
207  
J



TRABAJO DE TESIS:

**"ANÁLISIS DE ADN MEDIANTE LA PRUEBA PCR (HUELLA GENÉTICA), COMO OPCIÓN ALTERNATIVA DENTRO DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE IDENTIFICACIÓN EN CRIMINALÍSTICA"**

QUE PRESENTA:

**ALEJANDRA MORÁN ESPINOSA**

ASESOR

DR. HÉCTOR CANTÚ LAGUNAS

LICENCIATURA EN DERECHO

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

A mi madre, por ser el motivo principal para la culminación de mis metas, así como por constituir el mejor ejemplo de fortaleza, dedicación y empeño que he tenido. Como el fruto de toda la confianza y libertad que has depositado en mí para tomar mis propias decisiones y camino, cualquiera que este sea.

- gracias mamá -

Para Rubén y Bruce Lee, por ser partícipes conmigo de todo el esfuerzo puesto para contrarrestar los obstáculos que se nos han puesto en el camino recorrido, así como por ser un claro y verídico ejemplo de que la juventud puede ser decidida, esforzada y trabajadora sin necesitar de otros estímulos. Gracias por compartir conmigo su entusiasmo, firmeza y sacrificio.

Con cariño y profundo agradecimiento a mis tíos Victoria y Samuel, así como a Nayheli, Samuel y Víctor, por la confianza depositada y apoyo incondicionales que me brindan cuando los necesito; así como por su indirecta, pero no menos importante colaboración para este trabajo.

Al Dr. Héctor Cantú, como un gran amigo y un excelso maestro; por el apoyo incondicional que me dio desde el principio y cuyo ejemplo me enseña que la excelencia humana sí existe y que no se encuentra reñida con la humildad; agradeciéndole sus palabras de aliento y recordándole siempre que pese a lo alto de la escala, el criterio tiene la esperanza de alcanzarla algún día, lo que será, seguramente un verdadero honor.

A la Maestra MariCarmen González, con mucho agradecimiento por haber sido ella la principal promotora en la culminación de las metas de nuestro equipo, por predicar con su propio ejemplo y demostrar que cualquier cosa es posible, con solo desear hacerla y no desistir.

Para Lupita, Sony y Alex, por ser grandes amigos y compañeros y compartir conmigo las etapas más difíciles que nos deparó como equipo la ENEP Acatlán. - Con todo mi cariño -

A la Universidad, por todo lo que me ha brindado y haber sido para conmigo más paternalista que institucional... así como a los maestros que han sido parte determinante en mi formación profesional y que compartieron conmigo el tesoro invaluable de su experiencia y conocimiento; Dr. Gilberto Santa Rita, Lic. Abel E. Caro Sandoval, Lic. Miguel González Martínez, Lic. José Antonio Valera Patiño y a Don Fernando Breña, con todo mi agradecimiento.

A Rusber, por su apoyo incondicional y todo el esfuerzo que ha puesto para brindarme todo aquello que constituirá la única oportunidad de corregir mi vida para hacerla tan exitosa y digna como la suya.

- por compartir la mejor parte de tu ser conmigo, gracias! -

Con cariño a los Licenciados José Luis Romero y Lupita Huerta por su incondicional amistad.

A mi niño, por el sacrificio, amor y paciencia que me brindó noche a noche con su compañía.

A Don Rubén Morán, por enseñarme, aunque de la manera más cruel; la mejor y más valiosa lección de vida que se puede dar a un hijo, sobrevivencial

LMS, FSIR, JMM y JEAM, in memoriam.

## Índice

pág.

### Introducción

### CAPÍTULO I ASPECTOS BÁSICOS SOBRE CRIMINALÍSTICA

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Reseña Histórica                                       | 1  |
| 1.2 | Fundamento, Metodología, Concepto y Objetivos          | 10 |
| 1.3 | Disciplinas Científicas que integran la Criminalística | 17 |

### CAPÍTULO II EVOLUCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.1     | Concepto y Objetivos                          | 32 |
| 2.2     | Identidad e Identificación                    | 33 |
| 2.3     | Sistemas de Identificación                    |    |
| 2.3.1   | Antropometría Forense                         | 35 |
| 2.3.2   | Dactiloscopia y Huellas Latentes              | 38 |
| 2.3.2.1 | Técnicas Convencionales para Huellas Latentes | 56 |
| 2.3.2.2 | Técnicas de Láser                             | 61 |
| 2.3.3   | Odontología Forense                           | 64 |
| 2.3.3.1 | Fichas Dentales                               | 66 |
| 2.3.3.2 | Modelos de Estudio                            | 68 |
| 2.3.3.3 | Radiología                                    | 70 |
| 2.3.3.4 | Fotografía Odontológica Forense               | 72 |
| 2.3.3.5 | Marcación de Prótesis                         | 73 |
| 2.3.4   | Reconstrucción Facial                         | 75 |
| 2.3.5   | Retrato Hablado                               | 78 |
| 2.3.6   | Superposición Radio-Fotográfica Cráneo-Cara   | 81 |
| 2.4     | Otros Sistemas                                |    |
| 2.4.1   | Huellas de Mardadura                          | 83 |
| 2.4.2   | Pelmatoscopia                                 | 88 |
| 2.4.3   | Poroscopia                                    | 95 |
| 2.4.4   | Queiloscopia                                  | 97 |
| 2.4.5   | Quiroscopia                                   | 99 |

---

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 2.4.6 | Rugoscopia                              | 100 |
| 2.4.7 | Sistemas Alternativos de Identificación |     |
|       | • Identi-mat                            | 105 |
|       | • Voiceprint                            | 106 |
|       | • Huellas de pies calzados              | 107 |
|       | • Tatuajes                              | 109 |
|       | • Identi-kit                            | 110 |
|       | • Eye-identify                          | 113 |

### **CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVA POR ADN**

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 3.1   | Aspectos Generales sobre Genética                             | 115 |
| 3.1.1 | Anatomía y Reproducción                                       | 117 |
| 3.1.2 | Leyes de Mendel   | 123 |
| 3.1.3 | ADN y ARN   | 125 |
| 3.1.4 | Microscopía   | 129 |
| 3.2   | Cronología Histórica de la Identificación por ADN             | 132 |
| 3.3   | Genética Forense y DNA Fingerprint ( <i>Huella Genética</i> ) | 137 |
| 3.3.1 | Técnica de PCR  | 145 |
| 3.3.2 | Indicios Portadores de ADN                                    | 153 |
|       | 3.3.2.1 Pelos   | 154 |
|       | 3.3.2.2 Sangre  | 156 |
|       | 3.3.2.3 Semen y otros fluidos corporales                      | 161 |
|       | 3.3.2.4 Huesos  | 165 |
|       | 3.3.2.5 Otros elementos                                       | 167 |
| 3.4   | Certeza y Confiabilidad                                       | 168 |
| 3.5   | Casos de Identificación por ADN                               | 171 |

### **CAPÍTULO IV CONSIDERACIONES LEGALES**

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.1   | Obstáculos  |     |
| 4.1.1 | Económicos  | 176 |
| 4.1.2 | Éticos  | 177 |
| 4.1.3 | Humanos   | 179 |
| 4.1.4 | Legales   | 181 |
| 4.2   | Implicaciones y repercusiones                     |     |
| 4.2.1 | Inicio de una cultura de investigación científica | 184 |
| 4.2.2 | Creación de un banco de datos genéticos           | 187 |
| 4.2.3 | Instituciones de capacitación y especialización   | 191 |

---

|       |  |            |
|-------|--|------------|
| 4.3   | Importancia en la Administración de Justicia Mexicana  |            |
| 4.3.1 | Aportaciones mediatas e inmediatas   | 193        |
| 4.3.2 | Futura recepción legislativa   | 197        |
| 4.3.3 | Laboratorio de Genética Forense de la Procuraduría<br>General de Justicia del Distrito Federal | 200        |
|       | <b>Conclusiones</b>  | <b>203</b> |
|       | <b>Bibliografía</b>  | <b>212</b> |
|       | <b>Anexos</b>  | <b>218</b> |
|       | <b>Glosario</b>  | <b>223</b> |

---

## INTRODUCCIÓN

El cambiante mundo en el que vivimos nos ha obligado; a buscar la manera más adecuada para sobrevivir de la mejor manera. Esa sobrevivencia se ha manifestado en casi todos los ámbitos de nuestras vidas siendo el caso, que desde un punto de vista social, hemos tenido que formarnos dentro de una diversidad profesional y dedicarnos a aspectos muy definidos, convirtiendo esa dedicación en nuestra forma de vida.

Dentro de una amplia gama de profesionales *-histórica por cierto-*, nos encontramos los abogados, que tenemos a la vez un interminable mundo jurídico al cual dedicar nuestro tiempo. Dentro de éste, uno de los más interesantes, desde mi muy particular punto de vista, es el de las Ciencias Forenses; que han pertenecido desde su origen al difícil campo del Derecho Penal.

Las Ciencias Forenses son muchas y muy diversas, siendo la Criminalística a la que se encuentra enfocado este trabajo; y dentro de ella a los Sistemas de Identificación específicamente; los que han servido a través de la historia de la identificación de personas (vivas, muertas o de hallazgos corporales), teniendo como presupuesto necesario la intervención de las correspondientes instituciones de investigación, impartición y procuración de justicia, para corroborar o en su caso determinar con gran certeza mediante la identificación científica, la identidad de un ser humano.

Con ese punto de partida se aborda en el presente, un primer capítulo necesariamente histórico, referido a la Criminalística; necesario debido al limitado conocimiento que la mayoría de los abogados poseemos al respecto y debido a que poco se le ha considerado por los profesionales del campo del Derecho Penal. Apartado en el que, de manera sumaria se abordan los estadios más importantes de su evolución hasta nuestros días, así como la trascendente aparición de ciertos personajes claves en el desarrollo de la misma.

En un segundo apartado se hace referencia de la manera más concisa y clara que se pudo obtener, a la evolución e importancia de los principales sistemas de identificación a nivel mundial, a los que se ha denominado para efectos prácticos como *tradicionales*. Su importancia estriba en que es precisamente alrededor de éstos que se formula la presente propuesta que va encaminada a lo último en Sistemas de Identificación en Criminalística; para lo que es estrictamente necesario tener los antecedentes más importantes a los que haremos referencia en la propuesta, debido a que ésta, puede llevarse a cabo con casi todos los elementos de trabajo de cada uno de dichos sistemas, con lo cual se evidencia la importancia de la referencia a cada uno de ellos. Incluyendo además en el último apartado del mismo, la referencia a otro tipo de sistemas de identificación a los que se les ha denominado *alternativos*, y que por diversas causas

sólo son utilizados ocasionalmente, pero que son a la vez, pese a su poca publicidad, tan certeros, importantes y valiosos como los mismos sistemas *tradicionales*.

Una vez establecidos los antecedentes necesarios, se aborda en el capítulo siguiente a todos y cada uno de los elementos que dan origen al *Sistema de Identificación por ADN* (Huella Genética). Iniciando desde los aspectos teóricos y elementales de la reproducción y el desarrollo humano hasta las técnicas y procedimientos que dan origen a este sistema de identificación, considerando algunos aspectos teóricos y técnicos de la misma tratando de subsanar de la manera más sencilla, el hecho real de que en la generalidad social, aún en la jurídica, sólo se sabe que el ADN "algo tiene que ver con los genes".

Finalmente se hace referencia en el capítulo denominado consideraciones legales, a los aspectos técnico-jurídicos que al respecto se han logrado efectuando un análisis comparativo respecto de diversos países, así como a la manera en que podrían influir en el nuestro, para crear una normatividad propia, una vez que se haya podido establecer su uso normal; así como su aplicación a situaciones más específicas dirigidas a los campos civil y penal, sobre los que podría tener una importancia trascendente. Sin dejar a un lado aspectos como lo económico, ético y humano, con lo cual quedaría completo el análisis de la propuesta, toda vez que tales elementos si no suenan del todo importantes, teóricamente hablando, si son determinantes desde un punto de vista real, como se ha podido probar en la experiencia misma.

Para concluir, puede decirse que se trata de definir y valorar los puntos medulares del sistema de identificación por ADN, no para poner de manifiesto lo que ya existe, sino para demostrar que su aplicación si es factible en nuestro país de manera permanente y no como se ha venido efectuando, ya que aunque existe empíricamente la infraestructura en dos de las Procuradurías de Justicia más importantes del país; sólo se le ha utilizado en aquellos casos en que su importancia afecta a la estructura de poder ya sea económica o políticamente hablando; precisando además que aunque se trata de dólares, la inversión no es descabellada, mucho más que eso ha quedado en otros lugares sin una justificación real, o mejor dicho sin ninguna justificación, así que... por que no invertir en algo tan valioso?, tal vez se encuentre la respuesta real a esta propuesta en el análisis criminológico del Sistema de Identificación por ADN; que en un futuro no muy lejano pueda desarrollarse al respecto.

Esperando además que su mejor utilidad, se vea reflejada en un aspecto docente y académico, toda vez que materiales de esta área son escasos en nuestro país, en nuestro idioma y difícilmente compilados en un único texto.

## CAPÍTULO I ASPECTOS BÁSICOS SOBRE CRIMINALÍSTICA

*"...la teoría aislada engendra conocimientos pedantescos; la práctica en sí conduce al empirismo. Tan solo de feliz meridaje de una u otra, puede resultar el conocimiento perfecto..."*

*Hanns Gross*

### 1.1 Reseña Histórica

En todos los lugares y tiempos de la historia, la curiosidad ha sido parte fundamental de la especie humana; pero en algunos casos ésta ha ido mas allá de lo que implica el término como tal, podemos decir que se ha convertido en un elemento evolutivo esencial para el ser humano.

Esta característica le ha permitido explorar por toda ciencia, arte u oficio, y gracias a los resultados obtenidos en dichas indagaciones fortuitas o premeditadas, la evolución de la historia ha continuado su marcha. De manera que es la evolución misma la que determina el proceso a seguir, mismo que proviene además de múltiples necesidades; de un ser humano, un país o una cultura; a ella se llega con una capacidad de trabajo y empeño inagotable dispuesto por generaciones completas en cada siglo, y pese a la falta de comunicación masiva y a otros muchos inconvenientes, el ser humano ha alcanzado a subir peldaño a peldaño, y más difícil aún, se ha mantenido dentro de la compleja y escabrosa pero necesaria, aventura del conocimiento.

La curiosidad humana se ha traducido de esta forma en lo que conocemos como investigación, de manera que esta actividad se ha constituido como el único apoyo técnico científico y profesional, de singular utilidad e importancia; que nos proporciona la posibilidad de tener un panorama "más certero" de lo que pasó o pudo haber pasado en un momento único en el tiempo en el que se pueden encontrar involucrados o no hechos o actos humanos.

Todos sabemos que mucho del conocimiento obtenido a través del tiempo y del que hoy disponemos, ha sido obtenido mediante investigación y experimentación, con todos los elementos que ambas implican.

---

Tal circunstancia ha originado que cada ciencia, cada oficio, cada tema, hayan tenido protagonistas históricos diferentes y trascendentes. Al respecto, la *Criminalística* no podía ser la excepción, y en este sentido es necesario como punto de partida, mencionar que esta disciplina no nació como tal, pues como todo lo que evoluciona, tuvo orígenes empíricos que ya dejaban notar algunos elementos que han logrado trascender al polvo del tiempo y de los cuales muchos de ellos aunque definidos y profesionalizados mediante la tecnología, son el mejor ejemplo, como lo expresa el célebre criminalista Juventino Montiel S. al decir:

*"Los datos que provienen de la Historia, permiten establecer que la primera disciplina precursora de la Criminalística fue la que en la actualidad se conoce como Dactiloscopia".<sup>1</sup>*

En ese mismo sentido aporta su opinión el experto en identificación B. C. Bridges, en la siguiente referencia:<sup>2</sup>

Algunos de los primeros usos prácticos de la identificación mediante las impresiones dactilares son acreditados a los chinos, quienes la aplicaban diariamente en sus negocios y empresas legales. Kia Kung-yen, historiador chino de la dinastía Tang, que en sus escritos del año 650 hizo mención a la identificación mediante las impresiones dactilares, en un comentario sobre un antiguo método en la elaboración de documentos legales. En su apunte se lee lo siguiente: "Placas de madera eran escritas con los términos del contrato y eran cortadas pequeñas muescas en sus lados y en iguales sitios para que las placas pudieran ser más tarde emparejadas y con la igualdad de las muescas se probaba si eran genuinas". El significado de las muescas era el mismo a la identificación mediante las impresiones dactilares (hua-chi), de la actualidad.

Al igual que estos ejemplos, pueden citarse muchos otros, correspondientes a etapas subsecuentes del desarrollo; conforme se avanza dentro de la descripción de la evolución hacia la Criminalística, no se debe olvidar que esta disciplina en general, está formada básicamente por Ciencias como la Biología, Química y Física; y que es debido a esto que no se puede precisar un origen único dado que cada una de las ciencias que le han dado forma, originalmente se desarrollaron de diferente manera en lugares igualmente diversos y que casi todos los elementos integrantes son llevados de una u otra manera a un laboratorio; desde siempre campo idóneo para el adecuado desarrollo de dichas ciencias en cualquier aplicación.<sup>3</sup>

Por ello y como auxilio para crear un panorama más claro y sencillo, se han agrupado algunas fechas y personajes relativos a las principales ciencias que le

<sup>1</sup> Montiel Sosa Juventino. "Manual de Criminalística", Ed. Limusa, México, 1994, tomo I, p. 19.

<sup>2</sup> B.C. Bridges, "Practical Finger-Print", Ed. Funk & Wagnalls Co., Nueva York y Londres, 1942, p. 11-12.

<sup>3</sup> Montiel Sosa Juventino. Op cit., p.43.

dieron origen como tal en un momento histórico preciso, como es el caso de la Medicina Legal, otra de las disciplinas importantes de la Criminalística actual y respecto a la cual se mencionan brevemente algunos de los antecedentes históricos que la rodean y que han logrado revestir alguna significación para nuestra materia, como algunas de las notas y citas más importantes del prestigiado Médico Legal Dr. Guillermo Ramírez Covarrubias, entre otros.

La historia relata que en el año 44 a. C., después de ser asesinado, el cuerpo del emperador romano *Julio César* fue expuesto en el Foro, siendo examinado por un médico de nombre *Antistius*, quien determinó que de las 23 puñaladas que había recibido, sólo una era mortal.<sup>4</sup> Éste hecho constituye un claro ejemplo de las primeras características que daban forma a lo que hoy es la medicina legal.

En brevísimo recorrido a través de la historia encontramos otras situaciones y hechos trascendentes, como el de *Hipócrates* (460 - 355 a.C.), quien en el tradicional juramento que lleva su nombre, hace mención de aspectos deontológicos (entre el ser y el deber ser del médico), así como del secreto profesional. Abocándose además al estudio de las heridas y clasificándolas de acuerdo con su letalidad<sup>5</sup>; un caso similar es el de *Galeno*, quien inicia los primeros estudios para conocer si el pulmón respiró o no (primeros antecedentes sobre la docimacia pulmonar). Así también los trabajos de *Erasistrato* (250 a.C.), quien practicaba empíricos estudios cadavéricos para determinar las diversas causas de muerte.

En 1248 a. C., un libro chino llamado *Hsi Duan Yu*, hablaba ya sobre la primera asociación de Medicina con fines legales, e inclusive, se sabe de situaciones como las acontecidas en 1260 a. C, en España donde se ocupaban las pruebas periciales y certificaciones "por no bastar las sospechas". 131 años más tarde (1391), en ese mismo país, pero en la ciudad de Valladolid, se concedió el privilegio de practicar necropsias. De manera similar; pero hasta el año de 1533, se practicaron las primeras necropsias en el continente americano, y en 1576 en México.

Posteriormente, encontramos los siguientes datos históricos:

- 1575, surgió lo que hoy conocemos como Medicina Legal, ciencia iniciada por el francés *Ambrosio Paré*.
- 1651, ciencia que ya como Medicina Legal fue continuada por *Paolo Sacchias*.
- 1500, en tiempos de *Protomedicato*, se legisló y reglamentó la profesión médica, sancionándose además la práctica ilegal de ésta.
- S. XV, en el "*Código de Justiniano I*" hay mención sobre la lesión mortal cuando hay varias heridas, y el análisis de las mismas establece la probabilidad para determinar la imputabilidad.

<sup>4</sup> Tello Flores Francisco Javier. "*Medicina Forense*". Ed. Harla, México, 1991, pág. 5.

<sup>5</sup> Idem, pág. 4.

- S. XVI, el Código *Carolino*, presenta disposiciones relativas al delito de violación, aborto e infanticidio, y determina la necropsia obligatoria en los casos de muerte violenta.
- S. XVII, en las Ordenanzas Criminales de Luis XIV, figura el primer Código de Procedimientos Penales francés, y en los trabajos de *Schreyer* se cita el peso de los pulmones con y sin aire.
- S. XIX, *Ambrosious Auguste Tardieu* estudia las equimosis y manchas en los casos de asfixia.
- *Richard Von Krafft Ebing* estudia las diversas formas de inconsciencia patológica.
- *César Lombroso* conforma un tratado de Antropología Criminal.
- 1833 el Dr. *Agustín Arellano* fue el primer catedrático de Medicina Legal.
- 1840, *Mathieu Orfila*, a quien se le acredita la paternidad de la Toxicología, crea y experimenta con un químico nuevo, comprobando por primera vez el uso del arsénico como veneno. Además estudió las intoxicaciones provocadas por otros venenos, así como su tratamiento y efectuó investigaciones sobre algunos antídotos.<sup>6</sup>
- 1844-1921, *Alejandro Lacassagne*, conocido como el fundador de la ciencia forense moderna; hace referencia a la importancia del levantamiento de cadáver así como a la morfología y estudio de las manchas hemáticas.
- *Raúl Camille Hippolite Bronardel* cita la equimosis retrolaríngea en los ahorcados.
- *Alphonse Devergié* describe la "actitud de boxeador" en los quemados o calcinados.
- *Víctor Balthazard* hace las determinaciones de talla y edad de un feto a partir de un hueso largo.
- S. XX, *Don Luis Hualgo y Carpio* conocido como el padre de la Medicina Legal Mexicana, abordó temas como los signos de la muerte real e inminente, estudios sobre el suicidio, formuló una clasificación médico legal de las lesiones y el respeto al secreto profesional, entre otros aspectos de importancia Criminalística.<sup>7</sup>

Sin embargo la Criminalística como tal tiene un origen propio, nacido de la historia de las ciencias que la conformaron como se mencionó en el caso de la Medicina Legal; historia que le permitió evolucionar hasta la actualidad.

Aunque es innegable que cada autor maneja de manera propia un criterio para establecer la evolución de la Criminalística - como la compilación de diversos sistemas de identificación - es necesario y conveniente tener la referencia de dichos criterios, abarcando las etapas de evolución de algunas de las principales disciplinas que le dieron vida.

<sup>6</sup> "Diccionario Enciclopédico Ilustrado", 22ª ed., Ed. SRD., México, 1979, t. XI, pág. 3777.

<sup>7</sup> Ramírez Covarrubias Guillermo, "Medicina Legal", Talleres Litográficos Virginia, México, 1979, págs. 9-11.

Tres épocas debemos considerar en la historia de la identificación: <sup>8</sup>

1. Una completamente rudimentaria y primitiva, que puede designarse con el nombre de *Descriptiva*, y que consiste en la enumeración, más o menos completa de las características del sujeto buscado.
2. Una etapa *Científica*, que se inicia en 1879, con las observaciones de Alfonso Bertillón y su sistema Antropométrico.
3. Una etapa *Final* que inicia en 1891 con la adopción del sistema de impresiones dactilares en la ciudad de Buenos Aires en Argentina.

Sin embargo, existen muchos otros datos significativos de evolución, los cuales no se pueden ni deben agrupar simplemente en etapas ya que cada uno presenta características particulares y peculiares de importancia.

- El año 106, es el dato más antiguo que se tiene sobre instrucciones precisas para el reconocimiento por identificación de una persona. Se trata de un documento redactado en griego en la ciudad de Alejandría en el que hacía referencia a un esclavo que había huido de la casa de su amo y donde se incluían una serie de datos como su figura, vestido, etc.
- Las leyes de Manú en la India, establecen que para facilitar la identificación de malhechores, era conveniente imprimir con hierro candente la frente de éstos, con una marca de características especiales para cada delito.
- De manera semejante en Grecia y en Roma se usaron marcas; la diferencia con las anteriores radicaba en que eran aplicadas en diferentes partes del cuerpo. (Época del emperador Constantino).
- Aproximadamente entre los años 640-711 en Roma, surgió el término "*Forense*", originalmente asignado a los discursos publicados de los dos más célebres abogados de Roma, Quinto Hortensio y Marco Tulio Cicerón estructurados en sus defensas ante los tribunales o en el principado del Foro. Lamentablemente se antepone una desviación política más que jurídica, es muy interesante que a tales descripciones se les llegó inclusive a conocer como "*Literatura Forense*" dado su origen dentro de una cultura de Derecho.<sup>9</sup>
- Más tarde en Francia se imprimía la "*Flor de Lis*" en la frente de los delincuentes (emblema real), siendo reemplazada por una "*V*" (*voleurs*=ladrones), una "*W*" (*reincidentes*) y "*GAL*" (*condenados a galeras*).

<sup>8</sup> Reyes Martínez Arminda, "*Dactiloscopia y Otras Técnicas de Identificación*", Ed. Porrúa, México, 1983, págs. 1 y 2.

<sup>9</sup> Mommsen Theodor, "*Historia de Roma*", 8ª ed., Ed. Aguilar, Madrid-España, 1990, t. II, págs. 1128-1131.

- En el reinado de Eduardo IV, en Inglaterra y hasta el reinado de Jorge III se utilizó la marca de fuego, aboliéndose en este periodo por dicho monarca.
- En España en el siglo XV se herraba el rostro de los esclavos.
- En Rusia se cortaba la nariz o las manos a ciertos criminales para identificarlos.
- En Cuba se vio mutilar a los esclavos cimarrones, bajo la ley más antigua que se conoce, la del Rey Babilónico *Hammurabi*; considerado el verdadero fundador del Imperio Babilonio en el 2000 a.C., quien compiló en su famosa "*Código de Hammurabi*", 288 leyes dictadas por él, y varios epílogos, leyes en las que incluía este tipo de castigos a los criminales.<sup>10</sup>
- *Il giudice Criminalistica*, impreso en Florencia en 1643, "verdadero tratado de Policía Científica aunque presentaba todos los errores y omisiones consecuentes de la época."<sup>11</sup>
- *Marcelo Malpighi*, en 1665, siendo profesor de Anatomía de la Universidad de Bolonia en Italia, observó y estudió los relieves papilares de las yemas de los dedos y de las palmas de las manos.
- Por otro lado una de las primeras publicaciones a la luz sobre impresiones dactilares fue en Europa por el Doctor *Nehemiah Greto*, en 1684.
- Nuevamente en 1686, Malpighi efectuaba aportaciones importantes al estudio de las impresiones dactilares, al grado tal que su nombre fue usado para denominar una de las partes de la piel humana, la cual se conoció como la Capa de Malpighi (*Malpighi layer*).
- En el año de 1753 un ilustre investigador, el Doctor Boucher, realizaba estudios sobre balística, actualmente conocida como Balística Forense.
- En 1809-1810, se verifica el nacimiento en París de la *Sûreté* (Policía de Seguridad Francesa), fundada y dirigida por *Eugene François Vidocq* (ladrón dedicado a manejar la ganzúa y efectuar robos con escándalo). Muchos de sus sistemas de investigación fueron heredados y utilizados por sus sucesores Allard, Canter, Claudé y Macé. Sus conocimientos fueron difundidos además en gran cantidad de países, y llegó a ser uno de los mejores policías del mundo.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> "Diccionario Enciclopédico Ilustrado", *idem*, págs. 1777-1778.

<sup>11</sup> De Benito Enrique, "*Manual de Policía Científica*", Ed. Hijos de Reus, Madrid-España, 1915, pág.22

<sup>12</sup> Thorwald Jurgen, "*El Siglo de la Investigación Criminal*". Ed. Labor, México, 1966 págs. 2 - 3.

- En 1820, *Bentham* proponía nuevamente en Alemania el tatuaje como procedimiento identificativo, pero la idea fue desechada. En la actualidad los tatuajes voluntarios son muy frecuentes y sólo se toman como parte de las descripciones de señas particulares de los individuos.
- En 1823, *Johannes Evangelist Purkinge* publicó un ensayo como tesis para obtener el grado de Doctor en Medicina; en su documento abordó los diversos tipos de las huellas dactilares, las que clasificó en nueve grupos principales. En este mismo año, *Huschke* describió los relieves triangulares (deltas), de los dibujos papilares de los dedos.<sup>13</sup>
- En 1835 aparece uno de los primeros precursores de la Balística Forense, *Henry Goddard*; descrito por *Thorwald* como uno de los más famosos "bow-street-runners" de la policía británica, (ya que en 1750 la policía londinense se encontraba en Bow Street y tal frase significa "Campeones de la calle de la reverencia", precursores de la famosa *Scotland Yard* nacida en 1842); se hace referencia a que *Goddard* observó una de las balas que impactó el cuerpo de cierta víctima y logró establecer la relación entre el indicio y los materiales encontrados en propiedad del sospechoso, de manera que el asesino confesó su crimen ante tal evidencia.<sup>14</sup>
- En 1858, *William Herschel* en la ciudad de Bengala en la India, adoptaba el uso de las impresiones dactilares en el pago de pensiones a soldados hindúes retirados, ya que tal sistema le daba a conocer la suplantación de personas y a los reincidentes.
- En 1864, el Maestro *César Lombroso* de Milán, había divulgado ya los procedimientos antropométricos aplicados al estudio del hombre delincuente.
- En 1866, *Allan Pinkerton* y su agencia nacional de detectives, pusieron en práctica la fotografía criminal para reconocer a los delincuentes; esta disciplina fue llamada primeramente Fotografía Judicial y actualmente se le conoce como Fotografía Forense. La insuficiencia de este procedimiento aislado, fue cuestionada cuando se dieron cuenta que no había manera sistemática de catalogar miles de fotografías, considerando que había muchos individuos parecidos; aunado a ello se presentaba la malicia de los delincuentes al modificar su apariencia física de manera radical para evadir la identificación.
- *Ogier* continuaba con investigaciones sobre Toxicología en 1872 debido a que los venenos eran usados con suma frecuencia. En este mismo año el italiano *G. Bonomi* publicó un libro en Londres titulado: "Project of Instrument for the

<sup>13</sup> Osorno Negrín Héctor, "Los Criminales dejan siempre una tarjeta de visita", Ed. Sucesos, México, 1966, págs. 38-41.

<sup>14</sup> Thorwald Jurgen, *op cit*, págs. 46-47.

*Identification of Persons*" (proyectos e instrumentos para la identificación de personas).

- En 1882, *Alfonso Bertillon* creaba en París el Servicio de Identificación Judicial. En él ensayaba su método antropométrico dado a conocer en 1885 y adoptado oficialmente en 1888; dicho método está basado en el registro de las diferentes características óseas, métricas y cromáticas de personas mayores de 21 años y respecto de once partes diferentes del cuerpo. Además, en esa época Bertillon publicaba una tesis sobre retrato hablado (*portrait parlé*), el cual se constituía con la descripción minuciosa de ciertos caracteres cromáticos y morfológicos del individuo; además tomaba también fotografías del lugar de los hechos y de los indicios ubicados en él.<sup>15</sup>
- En 1884, *Francisco de Latzina* asignaba el nombre de "*Dactiloscopia*" al antiguo sistema Ignofalangométrico.
- En 1885, *Sir Francis Galton* en la ciudad de Londres, creaba los fundamentos para solucionar el problema de conformar una clasificación de las impresiones dactilares, esto se publicó en un manual llamado *Fingerprint Directories*.
- En 1888, encontrándose en la ciudad de Tokio, Japón; el inglés *Henry Faulds* contribuyó en el campo de la Dactiloscopia precisando los tipos de arco, presilla y verticilo en los dibujos papilares de las yemas de los dedos.
- Entre 1891 y 1896, en Argentina, *Juan Vucetich*, de nacionalidad croata, observó varias deficiencias en los sistemas de identificación antropométrico y de huellas dactilares, logrando que el primero se dejara de usar por la policía de Río de la Plata; y poco tiempo después inaugurando su propia oficina de identificación, reduciendo a cuatro los tipos fundamentales dactiloscópicos, creando además la ficha decadactilar.
- En 1892, todas las pesquisas e investigaciones empíricas adquirieron un significado único; se acuñó un nombre propio para éste campo científico, otorgado por el más ilustre y distinguido criminalista de todos los tiempos, el Doctor en Derecho *Hanns Gross*, denominándole "*Criminalística*"; este hecho se verificó en la ciudad de Graz, en Austria, y fue dado a conocer como tal en su célebre obra "*Handbuch für Untersuchungsrichter als System der Kriminalistik*", (Manual del Juez, todos los Sistemas de Criminalística), obra que le tomó 20 años de experiencias y trabajos en el que dio orientaciones muy importantes que van desde aplicación de la técnica del interrogatorio, levantamiento de planos y diagramas, participación de peritos, interpretación de escrituras, hasta el conocimiento de los medios de comunicación entre los participantes de un delito. Entre los principales aspectos figuraron: Antropometría, Argot

<sup>15</sup> Idem. págs. 8-15.

Criminal, Contabilidad, Criptografía, Dibujo Forense, Documentoscopia, Explosivos, Fotografía, Grafología, Hechos de Tránsito Ferroviario, Hematología, Incendios, Medicina Legal, Química Legal e Interrogatorio Criminal.<sup>16</sup>

- Para 1897 y hasta poco después de 1915, en Italia, el profesor *Salvatore Ottolengui* presentó un programa para el curso de *Polizia Cientifica*, en el cual desarrollaba sistemas de enseñanza en forma sistemática.
- En 1900, *Paul Jeserich* respalda a Gross con la publicación de su manual "*Handbüch der Kriminalistischen Photographie*", donde exponía técnicas para la toma de fotografías en las nacientes investigaciones criminalísticas.
- En 1904, el sistema dactiloscópico de *Vucetich* había sido aceptado casi universalmente como el más práctico y operable. Mientras, en México, en ese mismo año, el profesor *Carlos Roumagnac* escribía los primeros fundamentos de Antropología Criminal con base en los estudios llevados a cabo básicamente en la Cárcel de Belém, México D.F.<sup>17</sup>
- En 1905, Sir Francis Galton publicó un Manual con el nombre de "*Classification and uses of fingerprints*" (usos y clasificación de las impresiones dactilares).
- En 1910, *Icard de Marsella* aconsejaba aplicar inyecciones subcutáneas de parafina que dejaban nudosidades indelebiles, con el propósito de ser localizadas fácilmente para los casos de reincidencia e inclusive para ser observadas por cualquier persona, creando así un antecedente criminal automático en el criterio popular.
- En 1912, el Dr. *Hanns Gross*, reconocido como "*El padre de la Criminalística*"; fundó el "Real e Imperial Instituto de Criminología" en la misma ciudad de Graz, y en él, el primer Instituto Criminológico Universitario en Europa; sin embargo, no contento con la mera investigación criminológica llevó a cabo investigaciones personalmente sobre cuestiones en torno a la Psicología de la Declaración y del Interrogatorio; además de su otra gran obra: "*La Psicología Criminal*"; tras su muerte *Adolfo Lenz* continuó al frente del Instituto en Graz.
- 1930, año en que el primer director de las Oficina Federal de Investigaciones, de los Estados Unidos (*FBI = Federal Bureau of Investigations*), decidió que esta organización sería la fuente de conocimientos científicos sobre investigaciones criminales en su país. Dicho laboratorio comenzó a funcionar 24 de noviembre de 1932 y quedó ubicada en sus orígenes en la Sala 802 del antiguo edificio del

<sup>16</sup> Gross de Graz Hans. "*Manual del Jue:*", 2ª ed. Ed. Orlando Cárdenas, Irapuato Guanajuato, México, 1991.

<sup>17</sup> Montiel Sosa Juvenino, *op cit*, pág. 25.

Ferrocarril del Sur en la calle 13 y la Avenida Pennsylvania Noroeste, en Washington, D.C.<sup>18</sup>

- A principios de este siglo, en México, los doctores *Francisco Martínez Baca* y *Manuel Vergara*, publicaban sus trabajos sobre *Los Tatuajes y Antropología Criminal* respectivamente; de igual manera, el Licenciado *Julio Guerrero* elaboraba una tesis llamada *Génesis del Crimen en México* que tuvo mucho éxito y se tradujo a varios idiomas.

Existe una interminable lista de personajes que contribuyeron de diferente forma y en diversas disciplinas a la evolución de la Criminalística. La que por ser una investigación empírica de responsabilidad policial, se ha convertido en una verdadera profesión científica, inminentemente necesaria como auxiliar de las instituciones dedicadas a impartir justicia en cualquier lugar del mundo.

## 1.2 Fundamento, Metodología, Concepto y Objetivos

### Fundamento

La Criminalística se ha convertido en un valioso auxiliar de los órganos investigadores (Ministerio Público y Policía Judicial) y jurisdiccional (Juez), debido a que con la aplicación de su metodología y diversidad de técnicas se puede obtener de manera más rápida el conocimiento de la verdad histórica para que los resultados obtenidos coadyuven a lograr una más eficaz procuración e impartición de justicia.

Para lograr lo anterior, es necesario que la Criminalística se fundamente y apoye en algunas ciencias universalmente aceptadas, además de utilizar cualquier otro conocimiento que le auxilie para la investigación de los hechos sometidos a su estudio.

Partiendo de lo anterior, el Maestro Montiel Sosa considera que la Criminalística se fundamenta en tres ciencias básicas:<sup>19</sup>

1. *Biología*: Porque algunas de las disciplinas que la constituyen como tal son: Antropometría, Citología, Enzimología, Hematología, Medicina, Microbiología, Psicología, Histología, Serología, etc., todas ellas en su aplicación forense.

<sup>18</sup> Zonderman Jon. "Laboratorio de Criminalística". Ed. Limusa, México, 1993. pág. 3.

<sup>19</sup> Montiel Sosa Juventino, *op cit*, pág. 44.

2. *Física*: Porque de esta ciencia utiliza todas sus áreas para el análisis valoración y experimentación de los indicios en el laboratorio, que van desde rayos "X" hasta microscopía y rayos láser (óptica, pesos, medidas, mecánica, fotografía, espectrofotometría, electricidad, espectroscopía, etc.)
3. *Química*: Orgánica, Inorgánica, Microquímica, Físico-Química, Electroquímica, entre otras.

### Metodología

Para lograr aplicar las técnicas que la Criminalística posee en las disciplinas que la integran, necesariamente debe seguir una metodología, ya que el orden en que se trabaje es importante y aunque cada caso es diferente, aún dentro de un mismo delito, no se puede ni se debe trabajar sin algún orden. Para entender mejor el término de metodología, es necesario analizar los siguientes conceptos:

*Método*: modo ordenado de proceder o de hacer una cosa.

*Metodología*: conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.<sup>20</sup>

De modo que un concepto general de metodología en nuestro caso podría definirse de la siguiente manera:

- Conjunto de modos o de maneras ordenadas de hacer o efectuar una cosa para seguir el curso correcto de una investigación científica -

En el mismo sentido y como conjunto de conocimientos cuya aplicación tiende a un fin, la Criminalística posee una metodología específica, que es la misma que se utiliza en las Ciencias Naturales, mejor conocida como el *Método Científico Experimental* y sus siete pasos, o sea "la inducción entendida como el conocimiento general que se obtiene a partir de un conocimiento particular".<sup>21</sup>

Se ha seguido este método ya que dentro de la actitud científica de imparcialidad racional y de atención estricta a la exactitud y al resultado de las observaciones y experimentos efectuados para llegar a la verdad histórica; es precisamente este término de "imparcialidad" uno de los puntos más importantes dentro de una investigación que se integra por varias partes, donde cada una desde su particular punto de vista e interés, tiene una visión propia y no siempre imparcial sobre el

<sup>20</sup> "Diccionario Enciclopédico Ilustrado", op cit., pág. 2439.

<sup>21</sup> Osorio y Nieto César A., "El Homicidio", 2ª ed., Ed. Porrúa, México, 1992, pág. 250.

hecho, de ahí que el seguir este método nos lleva a una visión más concreta y veraz, aunque la misma posición de la investigación en muchas ocasiones presente alguna afectación directa por algunos de esos aspectos.

El método científico se puede dividir de varias maneras dada la diversidad de autores que lo manejan; por ejemplo, *Francis Bacon* explicó el valor inductivo y experimental de una manera muy importante; pero para fines prácticos se puede entender de la siguiente manera:

- 1.- *Existencia* de conocimientos fundados que respalden la investigación.
- 2.- *Observación*.- Primera etapa del método; básicamente la obtención de datos.
- 3.- *Inducción*.- Se llega a ella por los datos obtenidos y se convierte en una generalización preliminar.
- 4.- *Hipótesis*.- Suposición de algo para sacar de ella una conclusión y puede ser una o varias a la vez.
- 5.- *Deducción*.- Separación lógica del todo obtenido, a una particularización.
- 6.- *Experimentación*.- Obtención y comprobación de resultados mediante nuevas observaciones y experimentos.
- 7.- *Conclusión*.- Resultado veraz y final al que se llega después de la experimentación, = Validez = Generalización Verificada = Teoría o Ley. Esta teoría o ley sirve de base para posteriores estudios pero que también es susceptible de modificarse o descartarse si nuevos conocimientos la invalidan.<sup>22</sup>

Además es necesario mencionar que el proceso fundamental se integra también por varias etapas que son:

- a).- Determinación del objeto de investigación.
- b).- Creación de circunstancias y condiciones adecuadas.
- c).- Producción voluntaria de los fenómenos.
- d).- Hechos producidos artificialmente (reconstrucción de hechos).

Es conveniente inclusive hacer algunas precisiones respecto de los pasos de la metodología aplicados a la Criminalística, que deben considerarse siempre.

<sup>22</sup> Nakahodo Rivera Antonio Choley. "Apuntes del Primer Diplomado en Criminalística", Módulo 1. ENFP Acafilán, UNAM, 1995.

En cuanto a la *observación*, hay que señalar que constituye una aplicación profunda de todos los sentidos para captar todo aquello que un fenómeno o un lugar nos pueda proporcionar; es una búsqueda activa, precisa, y siempre dirigida a la obtención de cualquier dato que pueda aportar información válida y valiosa.

Además hay que aclarar que no debe confundirse el término "*observar*" con "*ver*", toda vez que en el primero intervienen la totalidad de los sentidos y en el segundo, sólo el sentido de la vista. La observación en materia de Criminalística es detallada, minuciosa, reflexiva, cuidadosa y además debe auxiliarse de todos los instrumentos y medios idóneos.

Por otra parte, en esta materia la finalidad de la *hipótesis* es delimitar al máximo grado posible el problema objeto de estudio, ya que de lo contrario corremos el riesgo de perdernos en la información ya obtenida y no llegar a una verdad; proponiendo además, una explicación provisional para orientar adecuadamente la solución del cuestionamiento planteado, siendo fundamentada en las pruebas y hechos que se obtuvieron, cuya solidez y posibilidades de acierto sean válidas teniendo como apoyo una observación acuciosa y una actitud reflexiva y con alto grado de razonamiento.

Entonces, la Criminalística sólo lo es plenamente, cuando reúne las siguientes características:

- 1.- Emplea métodos debidamente comprobados por la ciencia o arte correspondiente (comprobada en Laboratorio).
- 2.- Cuando comprueba íntegramente el descubrimiento del delito con los diferentes elementos de forma (comprobación policiaca pura, básicamente en otros países).

En este sentido, la primera es científicamente metódica, la probada con la experiencia, hija de una repetición y que obedece a la existencia de una ley, permitiendo llegar así a conclusiones científicas generales, lo cual tiene su antecedente directo en el método científico experimental ya citado. La importancia de su observancia es que evita la aplicación de métodos y conclusiones apresuradas que pueden conducir a errores graves de consecuencias fatales.

En el segundo caso, pretende una reconstrucción causal, el reproducir y encajar cada pieza o elemento del delito en el sitio que se estima se efectuó, determinando si en esa reconstrucción es factible que se produzca el mismo resultado delictivo descubierto.

## Concepto de Criminalística

*"Disciplina o conjunto de conocimientos que tiene por finalidad determinar, desde un punto de vista técnico-pericial, si se cometió o no un delito, cómo se llevó a cabo y quién lo realizó".<sup>23</sup>*

*"Es la disciplina que aplica fundamentalmente los conocimientos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales en el examen del material sensible, significativo relacionado con un presunto hecho delictuoso con el fin de determinar, en auxilio de los órganos encargados de administrar justicia, su existencia, su reconstrucción, o bien señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos del mismo".<sup>24</sup>*

*"Es una ciencia penal natural que mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología al estudio de las evidencias materiales, descubre y verifica científicamente la existencia de un hecho presuntamente delictuoso y al o los presuntos responsables aportando las pruebas a los órganos que procuran y administran justicia".<sup>25</sup>*

Entre los autores que siguen este concepto se encuentran Donnedieu de Vabres, S. Soler y el chileno Sandoval Smart, además es importante mencionar que no todos los autores le conceden el carácter de ciencia, entre los cuales podremos citar a Cuello Calón<sup>26</sup>, Jiménez de Asúa<sup>27</sup>, e inclusive Carrancá y Trujillo.

*"La Criminalística es la disciplina auxiliar del Derecho Penal que se ocupa del descubrimiento y verificación científica del delito y del delincuente".<sup>28</sup>*

Los anteriores conceptos son sólo un ejemplo que nos ayuda a normar un criterio más amplio con el cual evidenciamos la importancia que ha adquirido esta disciplina dentro de la sociedad mundial y todos los ámbitos en los que puede proporcionar una aportación. El hecho de que los conocimientos suministrados por esta ciencia tengan una singular aplicación externa a lo penal, no modifica la circunstancia de que su finalidad original permanezca por identidad, dentro del campo del delito.

<sup>23</sup> Osorio y Nieto César A., *op cit*, pág. 247.

<sup>24</sup> Moreno González Luis R., *"Manual de Introducción a las Ciencias Penales"*, Secretaría de Gobernación, México, 1976, págs. 344-345.

<sup>25</sup> Momiél Sosa Juvenino, *op cit*, pág. 37.

<sup>26</sup> Cuello Calón, *"Elementos de Derecho Penal"*, Ed. Reus, Madrid-España, 1919.

<sup>27</sup> Jiménez de Asúa, *"Tratado de Derecho Penal"*, Barcelona-España, 1926.

<sup>28</sup> Quiróz Cuarón Alfonso, *"Revista Mexicana de Derecho Penal"*, PGJDF, octubre de 1961, pág. 35.

Han existido y existen muchos especialistas de importancia trascendental para la Criminalística, que han emitido ya una definición propia; pero siempre se tendrá un ámbito más, dados los continuos avances tecnológicos en que pueda tener alguna aportación.

Es importante considerar que generalmente se asume a la Criminalística como una ciencia auxiliar del Derecho Penal. Este carácter accesorio que se le atribuye no le resta importancia alguna, sobre todo si recordamos que la eficacia del Derecho Penal, depende en buena parte a su vez, de la eficacia de la Criminalística.

Por otro lado hay que considerar, dada su importancia y veracidad, las palabras del Maestro Juventino Montiel cuando a su propia definición, agrega que ésta; *"hace comprender que la Criminalística se puede aplicar en auxilio de cualquier rama del derecho general o de otras ciencias penales o forenses..."*<sup>29</sup>

## Objetivos

En lo que a objetivos respecta, podemos encontrar un sinnúmero, que van desde el objetivo general tradicional hasta diversos objetivos específicos, de manera que se identifique e individualice a todos y cada uno de los elementos que éstos citan, encontrando entre los más completos y precisos los siguientes, que sin estar clasificados de la manera señalada, recuperan acertadamente el contenido esencial de esta ciencia:

- 1.- Investigar técnicamente y demostrar científicamente la existencia de un hecho en particular, probablemente delictuoso.
- 2.- Determinar los fenómenos y reconstruir el mecanismo del hecho, señalando los instrumentos u objetos de ejecución, sus manifestaciones y las maniobras que se pusieron en juego para realizarlo.
- 3.- Aportar evidencias o coordinar técnicas o sistemas para la identificación de la víctima, si existiese.
- 4.- Aportar evidencias para la identificación del o los presuntos autores o coautores.
- 5.- Aportar las pruebas materiales con estudios técnicos y científicos para probar el grado de participación del o de los presuntos autores y demás involucrados.<sup>30</sup>

O si se prefiere, los podemos abordar de la manera en que los consideran algunos otros autores:

<sup>29</sup> Montiel Sosa Juventino. *op cit.* p. 37.

<sup>30</sup> *Ibidem.* p. 38.

"Son objetivos de la Criminología investigar y demostrar técnicamente que se ha realizado un hecho posiblemente delictivo, determinar la manera cómo aconteció y reconstruir la dinámica conforme a la cual se verificó el hecho, proporcionar datos para la identificación, persecución y captura de los sujetos activos y el grado de participación de ellos en los hechos".<sup>31</sup>

"...es el estudio de las evidencias materiales o indicios que se utilizan y que se producen en la comisión de hechos".<sup>32</sup>

De manera más formal, podemos citar también que el fin de la Criminología es auxiliar con los resultados de la aplicación científica de sus conocimientos, metodología y tecnología, a los órganos que procuran y administran justicia a efecto de darles elementos probatorios identificadores y reconstructores y que se conozca la verdad técnica e histórica de los hechos que investigan; con lo cual queda, aunque de manera breve, perfectamente comprendido el alcance de los objetivos de esta ciencia; que como se puede observar, está enteramente dedicada de la manera más precisa posible, a averiguar todo aquello que debió haber sucedido en un espacio de tiempo aún no determinado, del cual solamente se tienen algunos indicios, que como sabemos "son los únicos testigos mudos de los hechos".

Dentro del contexto de los objetivos, es importante recordar que esta ciencia busca dar respuesta a las famosas "Siete preguntas de oro de la Criminología", con lo cual se considerará completamente resuelta una investigación. Ya que de no ser así, solamente tendremos un panorama aproximado de lo que se cree haya sucedido y nada más, hecho con el cual no se cumpliría el objetivo formal, conocer la verdad histórica. De ésta manera, las preguntas son las siguientes:

**¿Qué?** Se refiere a la conducta realizada, considerada como un acto humano de acción o de omisión, tipificados legalmente y considerados como conductas típicas de algún delito. (robo, homicidio, lesiones, etc.)

**¿Quién?** Identificación absoluta del o los sujetos activos de los hechos.

**¿Cuándo?** Básicamente la referencia más aproximada de ejecución de la conducta (fecha y hora de ser posible), e inclusive podría considerarse de ser necesario, el tiempo transcurrido en que se efectuó el hecho y la precisión del hallazgo.

<sup>31</sup> Osorio y Nieto César A., *op cit.*, pág. 248.

<sup>32</sup> Montiel Sosa Juventino, *op cit.*, p. 37.

**¿Con qué?** Materiales, armas, utensilios y cualquier clase de objeto o instrumento que haya sido utilizado directa o indirectamente para generar el resultado.

**¿Cómo?** La manera precisa (descriptiva), de la mecánica o secuencia de acciones bajo las cuales se fue cometiendo la conducta, hasta reunir todos los elementos que constituyen el hallazgo, mismos a los que se les va a tratar de encontrar una relación y justificación real y lógica dentro del hecho.

**¿Para qué?** Búsqueda de la finalidad perseguida al efectuar esa conducta. Difiere en mucho del ¿porqué? manejado en Criminología. Además, de encontrarse la respuesta, brindará de manera más certera la causa que motivó a esa conducta; política, económica, pasional, enfermiza, entre otras.

**¿Dónde?** Busca especificar el lugar preciso donde se efectuó la conducta atípica, que puede involucrar varios espacios; y dado que en ocasiones es un lugar diferente donde se efectuó la conducta y otro donde se localizaron los indicios.

De esta forma quedan comprendidos todos los objetivos de la Criminalística, considerados implícitamente aquéllos que se siguen en la aplicación de esta ciencia en auxilio de materias fuera del ámbito penal, ya que por donde se desee observar, el principal trabajo a realizar, rasgo definido o característica peculiar, es investigar.

### 1.3 Principales Disciplinas Científicas que integran la Criminalística

La dinámica, condiciones y circunstancias en las que ha evolucionado la actual Criminalística, ha originado que formen parte de esa evolución, innumerables técnicas y procedimientos aplicados inicialmente por todas las ciencias; que además de la aportación científica con la que han y siguen contribuyendo, pasaron a ser parte integrante de la propia Criminalística, haciendo permanente el enriquecimiento de conocimientos y prácticas; agrupándose además en áreas definidas y especializadas que le han dado una estructura general y científica por un lado y única y especializada por el otro.

Esta división interna de áreas se ha mantenido desde sus orígenes, con base en las diferentes y más comunes aplicaciones que en esta ciencia se han hecho presentes, y siguen creándose nuevas, debido a que los avances científicos y tecnológicos del

mundo continúan, la Criminalística ha tenido que situarse así en una evolución permanente.

Sin embargo, el hecho de que se creen nuevas áreas no deja obsoletas las ya existentes, y son éstas precisamente las que diversos autores e instituciones manejan, a nivel de introducción y de aprendizaje básico, con fines de docencia, capacitación, investigación o simplemente como parte del trabajo cotidiano, como en el caso del ámbito penal.

La actual Criminalística General es manejada por la mayoría de los autores como la integración de ocho disciplinas científicas fundamentales<sup>33</sup>, agrupadas de la siguiente manera:

- 1.- Criminalística de Campo
- 2.- Balística Forense
- 3.- Documentoscopia y Grafoscopia
- 4.- Explosivos e Incendios
- 5.- Fotografía Forense<sup>34</sup>
- 6.- Hechos de Tránsito Terrestre
- 7.- Sistemas de Identificación
- 8.- Técnicas Forenses de Laboratorio

Actualmente ésta es la manera más factible para abordarla, sin embargo no siempre ha sido así. Esta clasificación se ha ido formando acorde con su propio desarrollo; debido a que originalmente no existía una cantidad tan importante de elementos técnico-científicos y humanos; que le han ido dando una forma definida dentro de la lucha social permanente contra el elemento criminal de todos los tiempos.

Antes que las disciplinas precursoras, encontramos primeramente algunos datos sobre sistemas de identificación, que van desde el uso de las impresiones dactilares en algunos documentos importantes en el antiguo imperio chino, hasta lo que se conoce como el inicio de su pleno desarrollo, originado con la grandeza de la policía francesa.

Esta institución, considerada la cuna de la policía criminal como se señaló, fue fundada por *Eugène François Vidocq*, cuyo conocimiento del mundo de la delincuencia, paciencia e intuición en las observaciones, entrega personal y capacidad, amén de una prodigiosa memoria fotográfica y un archivo en el que se

<sup>33</sup> Se especifica que se trata de disciplinas científicas dado que la Criminalística también es auxiliada por artes y oficios que le puedan servir como apoyo técnico en una investigación; por ejemplo, algunas de las primeras pueden ser: escultura, dibujo, pintura, joyería, etc.; dentro de las segundas se pueden considerar: cerrajería, plomería, carpintería, herrería, hojalatería, etc.

<sup>34</sup> Hay algunos autores que dentro de esta área consideran también a la cinematografía forense, que pese a no ser muy popular en México, es un excelente método de fijación para un lugar de los hechos.

guardaban los datos de todos los delincuentes que conocía (aspecto físico y métodos de trabajo), constituían la base de su actuación, de manera que la "memorización" fue uno de los primeros antecedentes.

Después de algunos intentos por medir a los delincuentes, casi setenta años después de fundada la Sureté, *Alphonse Bertillon*, efectuó las primeras mediciones de manera formal, estatura, longitud, perímetro de la cabeza, longitud de los brazos, dedos y pies, longitud del tórax, etc.; un total de 14 medidas, con lo cual redujo la proporción de coincidencia de 286'435,465 probabilidades a 1. No se apoyaba en ninguna otra técnica porque consideraba que los testimonios oculares y las *fotografías* podían inducir al engaño. *Bertillon* había inventado un sistema para ordenar y registrar las fichas con las mediciones que permitían comprobar en pocos minutos si las medidas de un detenido constaban ya en el fichero; a tal sistema se le ha conocido desde entonces como *Antropometría o Bertillonaje*.

Por otra parte, se atribuye al mismo *Bertillon* el uso de las primeras *fotografías con aplicación forense* en cuanto a los presuntos detenidos por algún delito, ya que creó las bases para fotografiarlos con precisión, adjuntando las fotografías obtenidas a las correspondientes fichas antropométricas. Se dedicó también a fotografiar los lugares de los hechos y cuerpos del delito, procedimiento que mostró mucha más utilidad que las acostumbradas descripciones memorizadas por exactas que fueran. Sin embargo, no tuvo en esa época mayor popularidad y desarrollo, debido a que se aplicaron como complemento, en apoyo a los sistemas de identificación del momento. Posteriormente su importancia se hizo más evidente cuando se le utilizó con tomas de frente y perfil, e inclusive en otros ángulos para integrar los archivos de los detenidos junto con algunas medidas antropométricas y huellas dactilares; como sistema de fijación de lugar de los hechos o de características particulares para identificación de cuerpos que no se podía hacer posteriormente.

En 1900, Paul Jeserich respalda a Gross con la publicación de su manual "*Handbüch der Kriminalistischen Photographie*", donde exponía técnicas para la toma de fotografías en las nacientes investigaciones criminalísticas.

La evolución de la *Fotografía Forense*, aunque no tan evidente como los sistemas de identificación en personas, ha llegado a constituir una disciplina muy importante ya que sus técnicas se han adecuado a la propia evolución de la comisión de los delitos. Actualmente aporta información sobre todos aquellos elementos que no se pueden conservar físicamente o cuyo levantamiento, implicaría su destrucción; haciéndolos útiles de manera permanente y visual; y puede ser aplicada a hechos, objetos, lugares, fluidos, huellas, etc., por ejemplo, la fotografía forense coadyuva en estudios de comparación a las secciones de grafoscopia, balística, dactiloscopia, entre muchas más.

Mediante la fotografía forense se elaboran ampliaciones de documentos, objetos, focos de incendios; con la finalidad de observar pequeños detalles importantes para la investigación. Se toman placas fotográficas en los escenarios del crimen (*post-factum*), se revelan e imprimen y se acompañan como complementos idóneos a los informes y peritajes del caso. Además, se elaboran diapositivas para exposiciones y discusiones sobre casos y resolver con criminalística situaciones cuestionadas.

Sus particularidades abarcan entre algunos aspectos, los siguientes:

- Equipo de fotografía forense en un lugar de los hechos (equipo básico, lentes, películas).
- Técnica fotográfica forense (técnicas general y específica a cada caso, observaciones en lugares de los hechos, distorsiones, enfoques nítidos).
- Flash y fotografía nocturna (tipos de iluminación y sus técnicas).
- Fotografía del lugar de los hechos (recomendaciones, admisibilidad de la evidencia fotográfica).
- Procedimiento fotográfico (primeras acciones, recomendaciones elementales, tomas generales, uso del video, fotografía de evidencia).
- Fotografía y técnicas en cada hecho (homicidio, robos, lesiones en víctimas o cadáveres, tráfico de accidentes).
- Uso de flash (técnicas).
- Fotografía de evidencias específicas (huellas digitales, fluidos, herramientas, marcas, números de serie, etc.)<sup>35</sup>

Regresando al sistema Antropométrico, éste se encontraba ya instalado para 1896, en Francia, Bélgica, España, Italia, Siena, Portugal, Dinamarca y Holanda, así como en algunas ciudades y estados del imperio Alemán; y en 1898 en Austria con Hans Gross, en Buenos Aires, Argentina con *Juan Vucetich*, quien fue comisionado inicialmente para crear una oficina antropométrica, facilitándole apenas información de una publicación llamada *Revue Scientifique* sobre la investigación y descubrimientos de Galton sobre huellas digitales. Éste artículo lo impactó profundamente, al grado de estudiar las huellas dactilares de algunas momias; y lograr para el 1º de septiembre de 1892 los principios básicos para una clasificación y registro *práctico* de las huellas dactilares.

En la India en 1877, un hombre llamado *William J. Herschel* se preocupó también por encontrar solución al gran problema de clasificación personal de los delincuentes. A pesar de la minada salud que poseía y tras veinte años de paciente recolección y observación, daba a conocer sus experiencias de identificación de personas mediante el estampado de las huellas que dejaban los dedos y palmas de

<sup>35</sup> Staggs Steven, "Curso Técnico de Evidencia de Campo", curso semestral que se imparte por el Centro de Investigación y Adiestramiento en Justicia Criminal en la Universidad del Estado de California, en Long Beach, USA, 1996.

las manos de cada individuo, sistema con el cual se hallaba siempre en condiciones de identificar a las personas. Descubrió además que las líneas que surcaban la superficie de los dedos humanos no cambiaban, lo cual comprobó en observaciones a través del tiempo, cinco, diez, quince y diecinueve años después.

Ese descubrimiento de *Herschel* constituía un signo personal, único e inalterable, incluso después de la muerte cuando quedaba la piel de los dedos. Por esos mismos años, un médico escocés llamado *Henry Faulds* hacía las mismas afirmaciones.

Sin embargo, fue *Sir Francis Galton* quien enfrentó un problema diferente y le dio la primera alternativa de solución a la forma sobre como podían competir las huellas dactilares contra el Bertillonage como método de identificación; era preciso que los dactilogramas pudieran ordenarse de manera que un solo sistema pudiera clasificarlas y catalogarlas en forma similar a las medidas de Bertillon. Con esta idea y tras infinidad de intentos, observó que existían cuatro tipos fundamentales de huellas, sin triángulo (delta), con triángulo a la derecha, con triángulo a la izquierda y con varios triángulos; con estos datos, escribió un libro llamado *Fingerprints* (impresiones dactilares) en 1892, basado en el tema de la dactiloscopia como sistema de identificación.

En 1896, en la India, un hombre llamado *Edward Henry* había escrito sobre el puño de su traje a manera de papel, los fundamentos del más exitoso y extenso sistema para clasificar las huellas digitales, mismo que le dio la oportunidad de nuevos e importantes logros y el hecho de que su sistema fuera adoptado en 1902, por Budapest, Dinamarca y posteriormente por España, Ginebra, Aarau, Basilea, Zurich; en 1903, algunas capitales de los importantes estados Alemanes como Hamburgo, Berlín, Sajonia, Baviera, Nuremberg y posteriormente Munich. El sistema tras su paulatina adopción por prácticamente todos los países del mundo permanece vigente.

Mientras en el continente americano y poco tiempo después de los primeros logros de la clasificación de *Vucelich*, se popularizaron sus prácticas, aún con las deficiencias que incluían; además como inmediata respuesta a la presencia de éste en un importante congreso policiaco de los estados sudamericanos celebrado en 1905, logrando con esto su adopción en Brasil y Chile en 1903, Bolivia en 1906, y Perú, Uruguay y Paraguay en 1908. La historia de entonces a estos años ha continuado, fundamentalmente para la creación de archivos bajo la tutela de este sistema en los países restantes, dados sus innumerables e irrefutables aciertos.

Pero también es importante mencionar, que los sistemas de identificación de personas; no se reducen solamente a la Antropometría o Dactiloscopia; existen también otras disciplinas que no se deben dejar de mencionar, como son:

*Retrato hablado:* Elabora la filiación, descripción de la fisonomía de una persona, con objeto de reconstruir sus rasgos faciales o físicos, por medio del dibujo para identificarla.

*Reconstrucción Facial:* Estudia cráneos y reconstruye las fisonomías por medio de la antropología física, escultura o moldeado con diversos materiales como arcilla, plastilina, silicones u otro material, con objeto de identificarlas.

*Superposición Radio-Fotográfica Cráneo-Cara:* Estudia y elabora montajes o superposiciones radiográficas de cráneos problema, con ampliificaciones de fotografías testigo, cuyo objeto es establecer la probable correspondencia de características entre la tipología del cráneo y la fisonomía del retrato e identificar a personas descarnadas, putrefactas, mutiladas o quemadas.

*Odontología Legal o Forense:* Estudia las características de las piezas y arreglos dentales, elabora moldes y fórmulas dentarias con objeto de identificar a personas descarnadas, putrefactas, quemadas o mutiladas.

Existen muchas más técnicas y sistemas de identificación, como la superposición de pabellones auriculares, quiroscopía (impresiones de la palma de la mano), fotografía del fondo de los ojos o Iriología (eye-identify), queiloscopía (impresiones formadas por los dibujos de los labios), huellas de pies (calzados), o descalzos en cuyo caso se trata de la pelmatoscopia), rugoscopia (impresiones obtenidas del dibujo que conforman las arrugas palatinas), identi-kit, entre otras.

Es importante mencionar que junto a la evolución de las distintas disciplinas se encuentra de manera paralela en todas ellas el desarrollo de la *Criminalística de Campo*, ya que necesariamente hay que seguir una metodología dentro de cualquier lugar de los hechos para recolectar de manera profesional e idónea, los indicios que aportarán la información necesaria mediante diversas técnicas a seguir para su correcta fijación, levantamiento y posterior identificación; recordando que éstos pueden ser objetos, cuerpos, fluidos, huellas dactilares o cualquier otro elemento.

De manera que esta área ha venido adquiriendo una metodología propia y particular a la vez, teniendo como figuras principales a los mismos protagonistas de las diversas disciplinas, ya que en el momento de practicar y capacitar sobre las aplicaciones de sus sistemas, tenían que abordar también la metodología propia requerida por cada área.

Los primeros antecedentes de otra disciplina importante, los encontramos en las primeras observaciones de un hombre llamado *Henry Goddard*, en 1835. Obtuvo los primeros resultados certeros sobre la investigación y descubrimiento del arma de un crimen y el autor del mismo partiendo de un proyectil, hecho que dio origen al

nacimiento de *la Balística Forense* como método innovador para el esclarecimiento de un crimen, al lado de la Medicina Legal y la Toxicología.

Aproximadamente 65 años después y tras algunos éxitos aislados, en 1889, el profesor *Lacassagne*, famoso científico; descubrió la existencia de franjas o estrías longitudinales en los proyectiles. Hacía ya trescientos años que los armeros sabían que el alcance y la precisión de las armas podían aumentar considerablemente si en el ánima del cañón se hacían estrías que lo recorrieran de arriba a abajo en forma de espirales; así el proyectil disparado a través de tales cañones, adquiriría un movimiento de rotación y alcanzaba blancos a los que jamás se podría llegar con armas de cañón liso.

Por tal motivo todos los fabricantes de los distintos tipos de armas, hacían cinco, seis y hasta siete estrías en el cañón, y la anchura de éstas y de los campos que quedaban entre ellas se diferenciaba en los distintos modelos de armas. También era distinto el número de curvas en espiral o la dirección, a derecha o izquierda, condicionada por la torsión de las estrías.

Tras innumerables obstáculos en igual número de casos, poco después de 1920, *Charles E. White*, con la colaboración de las empresas *Smith & Wesson* y *Colt*, en un trabajo de tres años, presenció un descubrimiento asombroso: ¡no existía ni un solo modelo de arma que fuese exactamente igual a otro!, aunque se comprobaron medidas similares de estrías y campos que entraban dentro de cierta tolerancia, sin embargo existían otras muestras clarísimas, especialmente en la orientación de las estrías, de manera que medía primero el calibre en fracciones de milímetro y luego determinaba cuál era la dirección de las estrías y los campos intermedios, descubriendo así con increíble facilidad, el modelo de arma correspondiente.

Para ese momento el nuevo problema lo constituía el hecho de que por lo menos dos terceras partes de las armas confiscadas en esa época, no eran de fabricación americana sino alemana, inglesa, francesa, austriaca, belga y española.

*White*, recibió de cierto ingeniero austriaco la clave de todo; "*pese al hecho de utilizar los mejores aparatos de precisión, nunca sería posible fabricar dos armas exactamente iguales.*" Valorando dicha frase, era evidente que había que buscar esas diferencias. Con tal idea era obvio que lo que estaba buscando sólo podría observarse al microscopio, y debido a que nunca se había dedicado a la microscopía, fue apoyado en su investigación por hombres como *John H. Fisher*, *Philipp O. Gravelle*, creándose así el primer instituto de este tipo en el mundo; el *Bureau of Forensic Ballistics* (Oficina de Balística Forense).

*Fisher* construyó el *helixómetro*, una variante del citoscopio médico, que servía para inspeccionar el cañón de un arma de fuego; pero también, en 1925, *Gravelle* creó un "*microscopio comparativo*", instrumento que permitía ver dos ojivas en una sola

imagen y con un aumento considerable; logrando además que ambas giraran, logrando con esto subsanar cualquier error humano en la búsqueda de coincidencias o diferencias, ya que se convertían en elementos inconfundibles.

Poco tiempo después, se integró un médico al equipo, *Calvin Goddard*, cuya destreza y habilidad en el microscopio los llevó a otorgar a las características propias de producción de cada arma, un punto de distinción; valor similar al otorgado a las "huellas dactilares" en la identificación de personas.

De esta manera y después de algunas décadas, se fueron creando departamentos de balística en casi todos los países, casi siempre en el marco de los laboratorios policiales; desapareciendo así la época de los hombres polifacéticos, dando paso a una etapa de especialización y profesionalización, que a la fecha consta de las siguientes áreas:

- ☛ *Balística interna* (estudio de todos los fenómenos ocurridos dentro del arma, incluyendo análisis de pólvoras).
- ☛ *Balística externa* (estudio de todos los fenómenos ocurridos en el proyectil desde el momento en que sale del cañón del arma hasta que se impacta).
- ☛ *Balística de efectos* (estudia los daños producidos por el proyectil sobre el objeto apuntado u objetos emergentes).
- ☛ *Balística forense identificativa* (identificación del arma por los proyectiles y casquillos).
- ☛ *Balística forense reconstructiva* (establece las posiciones víctima-victimario).<sup>36</sup>

En otro sentido, se encuentra también una área que aplica, aunque de manera diversa, métodos, técnicas y disciplinas para estudios sobre la autenticidad o no de todo tipo de documentos, llamada *Documentoscopia*; esta área efectúa sus estudios mediante el apoyo de disciplinas como:

---

<sup>36</sup> Moreno González Rafael. "Balística Forense", 7ª ed. Ed. Porrúa, México, 184 pp.

- ✍ *Caligrafía* (escritura con letra estilizada y bien formada).
- ✍ *Grafoscopia* (estudio de cada una de las particularidades de la escritura [o de todas ellas] en cada persona).
- ✍ *Grafometría* (medición de la escritura).
- ✍ *Paleografía* (tipos de escritura antigua).
- ✍ *Diplomática* (antigüedad en los documentos).
- ✍ *Criptografía* (el descifrar signos, claves o códigos secretos).

Entre las principales y más comunes investigaciones que sobre documentos y grafismos se efectúan encontramos que son respecto a:

- ✍ *Análisis general del grafismo* (familiarizarse con todo el texto a analizar).
- ✍ *Análisis particular* (partes, estructura, medidas, confrontación, etc.).
- ✍ *Análisis grafométrico* (modificaciones voluntarias y fraudulentas, sistemas de falsificación, adulteraciones, etc.).
- ✍ *Confrontaciones mecanográficas* (identificación del documento con el equipo y/o persona (s) que lo produjeron).
- ✍ *Análisis de los elementos escriptorios* (comunes o no).
- ✍ *Fabricación, falsificación y sustitución de papel* (comercial, oficial o monetario).

Haciendo con todo esto, que la probabilidad de identificación de los falsarios se incrementa notablemente.

Existen áreas menos comunes pero no menos importantes; como la dedicada a investigar sobre incendios y explosiones, mismas que aplican los conocimientos, métodos y técnicas a la investigación de siniestros; ocurridos por motivos fortuitos o por acciones criminales; a fin de localizar cráteres y/o puntos de inicio del fenómeno y demás indicios para determinar sus orígenes o formas de producción, materiales, medios de ignición, combustibles y manifestaciones de destrucción, inclusive si fue provocado con afán de esconder los indicios o la comisión de otro delito.

Sin embargo la comisión de delitos se efectúa por muchos medios, y uno de esos medios ha tomado un lugar particular en la investigación criminalística ya que representa en nuestro país la primera causa de muertes violentas; como ocurre en el tránsito de vehículos. El Dr. James C. Crumbaugh, considera que "el vehículo determina el nivel social y la identidad de su dueño".<sup>37</sup> Pero el punto de vista sociológico no tiene nada que ver en Criminalística, si de "identidad" se trata; en ese sentido cualquier automóvil es susceptible de verse involucrado en un hecho de tránsito terrestre y su investigación dista mucho de arribar a la "identidad" de su dueño; básicamente es el estudio de la dinámica, condiciones y circunstancias, resultado de la comisión de un hecho de tránsito terrestre; con repercusiones legales en vehículos, personas o bienes, o en todos a la vez.

La importancia del estudio de esta área ha quedado plasmada ya en la propia memoria de labores de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal de la siguiente manera:

*"El avance técnico en la construcción de vehículos motorizados y su cada vez más creciente circulación, plantea nuevos problemas técnico-físicos en la peritación del hecho de tránsito. Un dictamen de tránsito debe contener el razonamiento técnico de sus causas, evolución y consecuencias. Además debe ir acompañado de croquis y fotografías del lugar de los hechos, para hacerlo más elocvente".*<sup>38</sup>

Algunas de las áreas a las que se aboca el estudio de un hecho de tránsito terrestre pueden ser las siguientes:

- 1.- Clasificación y análisis del hecho de tránsito (alcance, choque, atropellamiento, volcadura, etc.).

<sup>37</sup> C. Crumbaugh James, "Higiene Mental", Revista de la Asociación Nacional de Salud Mental de los Estados Unidos; Gulfport, Misisipi. 1989.

<sup>38</sup> Revista M.P. "Mensaje de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal", Año 2, Núms. 12 y 13, 1974, pág. 15.

- 2.- Planimetría (croquis del lugar de los hechos con la ubicación final de todos los vehículos y elementos involucrados así como sus respectivas distancias a escala).
- 3.- Examen de vehículos (daños interiores y exteriores).
- 4.- Recolección, análisis y resultados de indicios (huellas de frenamiento, determinación de la velocidad, distancias, sentidos, posiciones finales, indicios en el lugar de los hechos, etc.).

Sin embargo, los hechos de tránsito terrestre pueden ser con diversos tipos de automotores e inclusive ferroviarios (locomotoras, tren ligero, metro), y pueden existir también marítimos, aéreos, y seguramente en no mucho tiempo hasta espaciales.

Y aunque no es precisamente el tipo de tráfico que se estudia y analiza en Criminalística, es importante mencionar que a partir del acceso público al World Wide Web (*Internet, Netscape o Supercarretera de la Información*); el que se comienza a conocer como *tráfico cibernético*; y que es el producto de la inevitable evolución tecnológica del mundo.

Este tipo de tráfico, actualmente y a pesar de su reciente origen, sufre sus primeros intentos de regulación jurídica en los países altamente desarrollados, debido a que produce efectos legales básicamente dirigidos al terreno de la propiedad intelectual, la cual pese a encontrarse tradicionalmente regulada en todo aquello "escrito" y de acceso a todo el público, en el caso de Internet, solamente se encuentra en la pantalla de la computadora que accese al WWW, o lo que es lo mismo, *no* existe un espacio físico con archivos específicos en el que la información pueda ser revisada de manera manual y donde se encuentre guardada y pueda ser fácilmente susceptible de protección.

De allí que se diga que es información que "está", (ya que al acceder al Web se llega a ella) pero "no está", porque nunca, en todo el sentido de la palabra, la podremos encontrar físicamente en algún lugar; o sea que solamente se le encuentra "*navegando*" en alguna red de computadoras y disponible a quien la solicite.

El hecho está y seguramente se encontrará un sistema idóneo e innovador que proporcione la protección requerida de manera eficaz ya que no existen límites para obtener cualquier tipo de información por este medio, por increíble que parezca. Su diferencia respecto al tipo de tráfico que conocemos es que salvo las repercusiones mencionadas, no presenta mayores consecuencias legales hasta el momento.

Finalmente en el *Laboratorio de Criminalística*, que es uno de los lugares más importantes para casi todas las disciplinas de la ciencia; la aplicación forense de cualquiera de ellas se ha utilizado para encontrar la solución a crímenes o delitos,

mediante un detallado análisis de las evidencias físicas obtenidas en cada lugar de los hechos (cualesquiera que éstas sean).

Su importancia se ha acrecentado cada vez más para los encargados del cumplimiento de la ley; quienes se ven en la necesidad de recurrir a los resultados de laboratorio para conseguir evidencias imposibles de obtener por otros medios; de manera que a medida que progresa la investigación científica, aumenta la importancia y el uso de las evidencias físicas en laboratorios de investigación criminal.

Hay que tener siempre presente que prácticamente cualquier cosa puede convertirse en evidencia física; material que puede ser tan insignificante como una partícula de polvo o tan grande como un aeroplano, pero evidentemente significativo; y que puede asumir además la estructura de gas o líquido, o bien puede tratarse de un patrón muy simple o abarcar miles de páginas de documentos y fotografías, e inclusive puede tener una antigüedad y origen casi desconocidos. De manera que hay que precisar también que el análisis forense se ocupa no sólo de reconocer o identificar sustancias desconocidas, sino también de particularizar y reconstruir distintas evidencias, sucesos o condiciones que se dieron en lapsos de tiempo y circunstancias anteriores.<sup>39</sup>

En el laboratorio forense se utiliza un número incalculable de métodos, y gran parte de ellos están constituidos por técnicas biológicas, inmunológicas, bioquímicas, químicas, matemáticas, microscópicas y físicas; que pueden ser instrumentales, ordinarias o extraordinarias; mismas que generalmente son empleadas en otras ramas de la medicina o en la investigación científica. Pero muchos otros procedimientos son exclusivos del área forense.

Hay que tener siempre presente que el objetivo de examinar los indicios en los laboratorios, es tratar de obtener toda la información útil que ayude a solucionar las interrogantes sobre un hecho o acto criminal; así como fundamentar, veraz y científicamente, los resultados obtenidos.

A 86 años de ser instalado formalmente el primer Laboratorio Forense del mundo por *Edmon Locard*, se ha llegado a un punto muy importante en la permanente búsqueda de respuestas a las interrogantes originadas por el conocimiento e investigación de un hecho delictivo, como son los Laboratorios Forenses especializados; dentro de los cuales la última innovación son los dedicados a la *Genética Forense*.

---

<sup>39</sup> En este caso hay que recordar que la diferencia entre indicio y evidencia es que, el primero invariablemente proporcionará material realmente significativo para el curso de la investigación y que en el segundo caso el material puede llegar a ser desechado debido a que no otorgue ninguna aportación. De allí que cualquier cosa pueda ser evidencia, pero no cualquier material puede llegar a ser indicio.

En este tipo de laboratorios, se ha dejado atrás la línea de la experimentación, de manera que han logrado con sus principios científicos irrefutables, alcanzar una credibilidad y confianza más que aceptable entre la comunidad forense mundial.<sup>40</sup>

La Genética Forense enfrenta y resuelve el problema de la escasez de indicios provenientes de estructuras orgánicas; toda vez que las muestras que proporcionarán la información, pueden obtenerse desde unas cuantas células epiteliales hasta cualquier célula del cuerpo humano; sin importar la parte que la proporcione (piel, órganos, huesos, fluidos, pelos, etc.)

La identificación se efectúa una vez definido el perfil específico de cada individuo (técnicamente hablando = huella genética, que es única, inalterable y perenne), contenido en el núcleo de todas y cada una de sus células del cuerpo humano; en forma de una sustancia llamada Acido desoxiribonucleico (ADN).

La Genética Forense comienza en el lugar de los hechos y se desarrolla completamente en un laboratorio; además, puede ser un valioso auxilio de otros sistemas de identificación, ya que sus elementos de análisis suelen ser cualquier fragmento de estructura orgánica, sin importar morfología, cantidad o tipo. De allí que su campo de acción sea más extenso que otros sistemas de identificación que también se desarrollan con elementos similares, aunque de menor variedad; como en el caso de la Serología Forense o el Análisis Sanguíneo.

Su aplicación puede ser utilizada para coadyuvar a la investigación de innumerables hechos con gran éxito; como la identificación de restos humanos en conflictos militares, desastres en masa y por supuesto en casos criminales.

Se pretende además apoyar científicamente los argumentos que lleven a lograr la mejor y más justa toma de decisiones judiciales que logren soluciones prácticas, de derecho y que protejan a la sociedad, víctima o no de hechos criminales, cerrando a los delinquentes aún más el camino a la impunidad.

Pese a la importancia de sus aportaciones, el perito o técnico forense en su carácter de especialista en la materia, no puede emitir recomendación alguna a la autoridad juzgadora y sancionadora, sobre la medida en que se puede emplear la evidencia física obtenida en investigaciones criminales; sin embargo, se puede considerar este hecho a futuro, toda vez que dicha situación podría otorgar algunas aportaciones valiosas, aunque emergentes no consideradas en la causa penal y no afectaría en nada al curso de la investigación, contrariamente podría aportar mas resultados en menos tiempo, y se estaría siempre dentro del marco legal correspondiente.

---

<sup>40</sup> WWW. Federal Bourcau Investigation, 1996.

## CAPÍTULO II EVOLUCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN.

*"Nosotros leemos la muerte en el cuerpo de Jezebel que ha sido devorado por los perros de Jezreel, así que no hay hombre con fuerza para afirmarlo. ¡Éste es Jezebel!; los perros solamente han dejado su cráneo, las palmas de sus manos y las plantas de sus pies; no tiene muchos restos del cuerpo para ser ciertamente identificado, sin embargo las impresiones de las palmas de las manos y las plantas de los pies hechas durante la vida, están disponibles."*

*Sir Francis Galton*

La identificación es una necesidad social que se remonta a los primeros siglos de la humanidad, y día a día se hace más indispensable, hasta llegar a convertir a los hombres en simples fichas, como podemos verlo en aquellos lugares en los que por razones de seguridad, las personas son identificadas por medio de avanzados sistemas de cómputo, electrónicos, digitales, o láser; ya que no se puede confiar al ojo humano tan delicada labor.

Como tal, la identificación es una función primordial, no solo en la vida del hombre sino también en la de los animales; por ejemplo las aves, que identifican a su pareja, su nido, los sitios a donde emigrar, la comida, etc.

Al igual que estos organismos, el ser humano identifica a sus amigos y parientes cuando los encuentra y saluda, el lugar de su trabajo, su casa y todo lo que lo rodea. De lo anterior se deduce que la función de identificación es una tarea diaria y constante, cuya importancia es tal, que si no fuera posible identificarnos, ello traería el caos sobre la humanidad en vista de que no sabríamos en un momento dado quién es quién, ni qué función le correspondería a cada cual en el ámbito social.

En un principio y cuando los grupos sociales eran muy reducidos, esta identificación se hacía mediante el instinto natural, propio de todas las especies animales, pero cuando tales grupos fueron creciendo se hizo necesario que la comunidad reconociera a sus jefes mediante distintivos en su atuendo y colores

---

diferentes en su maquillaje; posteriormente también fue necesario distinguir a la mujer casada de la soltera y a los esclavos de los libertos por medio de su respectiva identificación.

Más adelante cuando se da la comunicación entre varios grupos y tribus diferentes, se buscó una identificación colectiva, para lo cual cada tribu usaba pinturas y atuendos diferentes, de donde nacieron posteriormente los tatuajes, como un sistema más personal.

Lo anterior es parte de lo que hace las relaciones de las personas y de los pueblos en general, y la necesidad de poderse identificar en cualquier momento y saber a qué grupo, familia o profesión pertenece cada cual, pues aún hoy vemos cómo dentro de las instituciones básicamente de seguridad nacional, se diferencian por un uniforme entre sí, y una marca numérica personalizada del arma que les es asignada a cargo para el desarrollo de sus funciones; así en algún momento histórico, los jueces llegaron a usar diversos tipos de togas, pelucas; los reyes la corona, etc.

No sólo en los grupos sociales se ha hecho necesaria esta identificación, también en el aspecto personal; es así como diariamente nos enteramos por algún medio masivo de comunicación de acontecimientos como accidentes, desapariciones, hallazgos, o hasta de catástrofes enormes en que no ha sido posible identificar los cuerpos o miembros recuperados, debido a que sus pertenencias se quemaron, se destruyeron o simplemente desaparecieron.

También nos hemos enterado de casos particulares en los que determinada persona dice pertenecerle la identidad de otra, como en algunos casos famosos entre los cuales están:

- El caso de la señora Tchaikowskaya que en 1928 manifestó ser la duquesa Anastasia, hija del Zar Nicolás de Rusia.
- O una más reciente, alguien que alegaba ser el hijo del coronel Lindbergh.

Casos imposibles de comprobar si no existiera una reseña anterior a la desaparición de esas personas, como en el caso de la primera, cuya falsedad fue comprobada por el dentista de la familia real Dr. Skostritsky.

Cuando los pueblos comenzaron a agruparse como sociedades más organizadas surgió también, como era de esperarse, la delincuencia dentro de ellas; lo cual confirma la teoría del italiano Enrique Ferri citado por Juventino Montiel S. cuando dice: "*La criminalidad sigue a la civilización como la sombra al cuerpo*"; de allí el surgimiento de nuevos y diversos sistemas de identificar a los delincuentes, siendo algunos de ellos en su origen, brutales, inhumanos pero evidentemente necesarios; y aunque primitivos, de una efectividad indiscutible.

Sabemos por la historia, que en muchos países se castigaba al delincuente cercenándole el miembro con el cual había cometido el delito. En Francia se marcaba en la frente a los reos de ciertos delitos con la "flor de lis", marcada permanentemente sobre la piel mediante hierro candente y que era la representación del signo real; luego se cambió por una "V" para los ladrones y la sílaba "GAL." para aquellos reincidentes; en Babilonia se cortaban las orejas a los delincuentes; en Grecia y Roma se les marcaba también con hierros candentes.

Como vemos, estas prácticas eran inhumanas y representaban desventaja para las personas que por alguna razón, posiblemente en labores honradas, perdían un miembro del cuerpo; una mano, brazo o una oreja, ya que esta circunstancia las señalaría como delincuentes sin serlo; además, el delincuente marcado quedaba impedido para rehabilitarse, y en otros casos no dejaría de idearse su propio sistema para ocultar la marca delatora, burlando así a las autoridades.

Con el correr de los tiempos y los adelantos científicos, en la Criminológica surgieron nuevos métodos de identificación de personas, y más propiamente de quienes delinquieran; buscando siempre evitar que pudieran seguir evadiendo y burlando la acción de la justicia.

## 2.1 Concepto y Objetivos

### Concepto

En el ámbito de la Criminológica, se está muy familiarizado con el concepto de Sistemas de Identificación y todo lo que a ellos concierne; sin embargo, para muchas otras personas, la idea es vaga y solamente se refiere a la tradicional huella dactilar que ha logrado situarse en la sociedad desde su descubrimiento, como el símbolo único y permanente para diferenciar a una persona de otra.

Un ejemplo común de dicha situación lo puede constituir el estampado que de ella se hace en algunos documentos oficiales y que es realizado sin la técnica adecuada ni los materiales idóneos para que pueda ser verazmente representativa; terminando finalmente como un "manchón" amorfo del cual no es posible obtener análisis alguno ni aún por el más calificado experto.

Para la identificación de personas, los métodos que se siguen con dicho propósito son mucho más que eso, ya que su campo de acción es increíblemente amplio; de allí se origina la conveniencia de incluir un concepto que maneje los elementos principales que constituyen los sistemas y evitar así extraviarse en la cantidad de interpretaciones que por sentido común se le pueda dar al término.

*Los sistemas de identificación son el grupo de métodos y técnicas que mediante el adecuado análisis científico de algunos hallazgos (indicios); permiten llegar a determinar la única y exclusiva identidad de una persona, probablemente relacionada de alguna manera con la comisión de algún acto o hecho y respecto a las demás involucradas; de manera eficaz, confiable, rápida y certera; y que se usan tradicionalmente dentro del campo del delito.*

## Objetivos

Al hablar de los objetivos de la Criminalística General, necesariamente se contempla la existencia de objetivos particulares que pertenezcan a cada una de las disciplinas que la integran; en ese supuesto, el área de Sistemas de Identificación no sólo resume las cinco tareas básicas y fundamentales de la propia Criminalística, sino que además aportará datos, resultado de la investigación científica en indicios particulares con los que se pretende comprobar mediante la aportación de datos y elementos *no siempre visibles*, el grado de participación de los involucrados.

Esta aportación podrá efectuarse si se aplican *adecuadamente* los conocimientos, métodos y técnicas, a fin de identificar inequívocamente a personas, independientemente del estado en el que se les encuentre: vivas, muertas, quemadas, ahogadas, putrefactas, descuartizadas, machacadas, descarnadas o en cualquier otro estado.

## 2.2 Identidad e Identificación

En la convivencia humana, generalmente es suficiente con el propio testimonio del interesado para considerarlo como la persona que dice ser; sin embargo esto no es correcto ni eficaz; por lo que para garantizar que sea específicamente una persona, es necesario comprobar su identidad, incluyendo casos más difíciles como el de los incapacitados que *no pueden* proporcionarla; o el de los delincuentes que *no desean* hacerlo; y el término "*identidad*" no significa precisamente el acto en el que se exhibe un documento oficial.

No solo en la vida cotidiana es común mencionar los términos de *identidad e identificación*; también dentro de los propios Sistemas de Identificación es frecuente; lamentablemente es constante el hecho de hacerlo de manera indistinta y como palabras sinónimas, cuando cada una de ellas posee un significado propio

y diferente. De manera que, para entender mejor la diferencia, es necesario examinar algunas definiciones.

Identidad:

*"Es la cualidad inherente a todo ser de permanecer igual a sí mismo y, a la vez, diferenciándose de todos los demás".<sup>1</sup>*

*"Es el conjunto de caracteres físicos que individualizan a una persona, haciéndola igual a sí misma y distinta de todas las demás. Si aplicamos este concepto, identificar será comprobar si una persona es la misma que se supone o se busca".<sup>2</sup>*

*"En lo personal, con repercusión en el estado civil y en lo criminalística, filiación o señas particulares de cada cual".<sup>3</sup>*

*"El hecho comprobado de ser una persona o cosa la supuesta o buscada; constituye la determinación de la personalidad individual a los efectos de las relaciones jurídicas".<sup>4</sup>*

Identificación:

*"Es descubrir en un ser determinado ese principio de invariabilidad y diferenciación, y fijarlo de manera permanente para reconocerlo y confrontarlo en el momento que sea necesario".<sup>5</sup>*

*"Es la cualidad de una cosa que hace que ésta sea ella misma, diferenciándose de cualquier otra".<sup>6</sup>*

*"Reconocimiento y comprobación de que una persona es la misma que se supone o busca".<sup>7</sup>*

---

<sup>1</sup> Goldstein Raúl, *"Dicc. de Derecho Penal y Criminología"*, Astrea, Argentina, 1993, pág. 565.

<sup>2</sup> Reyes Martínez Armitida, *op cit.* pág. 1.

<sup>3</sup> Ossorio Manuel, *"Dicc. de Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales"*, Heliasta, Argentina, 1974, pp.797.

<sup>4</sup> Cabanellas Guillermo, *"Diccionario Enciclopédico de Derecho Usual"*, 21ª, Heliasta, Argentina, t.II, 1989, pág.327.

<sup>5</sup> Goldstein Raúl, *Op cit.* pág. 565.

<sup>6</sup> Reyes Martínez Armitida, *Idem.*

<sup>7</sup> Cabanellas Guillermo, *idem.*

*"Es la acción que permite determinar si una persona es la misma que se afirma ser o en otros casos si puede reconocerse en ella a una persona buscada".<sup>8</sup>*

De manera que el término *identidad* significa la cualidad de ser uno mismo de manera única, lo cual es una característica inherente a la persona; y el término de *identificación* es el hecho de poder establecer la *identidad* de alguien por cualquier persona o institución.

Además es conveniente aclarar que el hecho de identificar es un acto humano, no una cualidad como en el primer caso; y esa identificación se puede efectuar mediante algunos métodos, medios o sistemas; y son precisamente ese conjunto de métodos, técnicas, conocimientos y aplicaciones, lo que pertenece exclusivamente al campo de los "*Sistemas de Identificación*" que aquí se tratan, creando de manera lógica, un estrecho vínculo entre los dos primeros términos con el tema, y al mismo tiempo diferenciándolos entre sí.

Con ésta base, comparto el sentido de las palabras del Dr. Oscar Lozano Andrade cuando define que es necesario particularizar la identificación legal de todas aquéllas que se pudieran efectuar de manera similar, al definirla como:

*"La identificación legal es el resultado del conjunto de procedimientos y medios empleados para el establecimiento de la individualidad de una persona".<sup>9</sup>*

## 2.3 Sistemas de Identificación

### 2.3.1 Antropometría Forense

Aproximadamente en el año 1840, el estadístico belga *Quetelet*<sup>10</sup>, afirmó que no hay en el mundo dos seres humanos exactamente del mismo tamaño. Se dice que esta teoría la utilizó por primera vez para fines criminológicos con *Stevens*, alcaide de la prisión de Lovania, quien en 1860 procedió a medir manos, orejas, pies, bustos y estaturas de delincuentes.

---

<sup>8</sup> Ossorio Manuel, op cit. pág.798.

<sup>9</sup> Procuraduría General de Justicia del D.F., "*Memoria de Labores 1973 - 1874*", México, 1975. pág. 343.

<sup>10</sup> *Lambert Adolphe Jacques Quetelet*, estadístico, astrónomo y matemático nació en Ghent en 1796 y murió en Bruselas en 1874; se le considera el padre de la estadística moderna.

En tal caso, a *Stevens* se le debe el haber sido el primero en identificar delincuentes, pero sus mediciones sólo fueron una prueba y pronto se dejaron de efectuar.<sup>11</sup>

Con fundamento en la tesis de *Quetelet* y con los conocimientos antropológicos de ese entonces; corresponde el honor de haber efectuado el primer estudio científico sobre identificación, y crear un sistema de identificación que actualmente es conocido como Antropometría Forense, a *Alfonso Bertillón* en 1882.

El Sistema Antropométrico comenzó a utilizarse en México el 1º de septiembre de 1895, en el gabinete Antropométrico de la cárcel de Belén; por moción del regidor *Antonio Salinas Carbó*, quien se fundó en la proposición del *Dr. Ignacio Fernández Ortigoza* médico forense del D.F.

En 1920, el *Profesor Benjamín A. Martínez* fundó el gabinete de identificación; y en 1924 el laboratorio de Criminalística dependiente de la Inspección General de Policía, así fue enriquecido el Bertillonaje por la Identificación Daquilográfica, debido a que en 1907 *Don Carlos Roumagnac* la había puesto en práctica en la Correccional para Mujeres de Coyoacán, D.F., de donde pasado el tiempo, pasó a la Inspección General de Policía del D.F.

Antropometría significa: del griego *antropos* = hombre, *metros* = medida o medición, es la manera de medir a un hombre. Está constituida básicamente por la utilización sistemática de las mediciones óseas, aunque posteriormente perfeccionó este método al agregar el retrato hablado bertilloniano, que no fue otra cosa que la descripción de los caracteres de la fisonomía particular de cada persona.

El sistema Antropométrico se basa en tres principios fundamentales:

- La estabilidad en el crecimiento del esqueleto humano desde los veinte años. Los huesos de los muslos continúan creciendo algo después de esta edad, pero su crecimiento queda compensado con la curvatura de la espina dorsal que comienza a manifestarse más o menos a la misma edad.
- Por la múltiple variedad de dimensiones que presenta el esqueleto humano comparando un ser con otro. En consecuencia, es imposible encontrar dos seres humanos que tengan los huesos exactamente iguales.
- La relativa facilidad y precisión con que pueden verificarse las mediciones sobre el ser humano, toda vez que los instrumentos que se pueden utilizar son de materiales y diseños sencillos.

<sup>11</sup> *Söderman Harry*. "Policía, planeación y métodos modernos", ed.4ª, Ed. Ciencia y Técnica, México, 1991, pág. 98.

## MEDIDAS GENERALES

Éstas medidas deberán ser tomadas con el sujeto estando de pie:

1. *Peso*.- Entre 3000 y 3500 grs. puede decirse que es el peso normal del recién nacido por ejemplo; en este caso como en la estatura hay variaciones en función del sexo, grupo étnico, condiciones socioeconómicas y geográficas.
2. *Talla total*.- Que va desde el punto más elevado de la cabeza (vértex), al talón en su parte baja estando apoyado en el suelo, preferentemente utilizar el antropómetro.
3. *Altura craneal*.- Va del vértex al tragión (punto sobre el borde superior del trago en la oreja), donde se une con el hélix.
4. *Perímetro Torácico*.- Se mide con cinta métrica metálica; existiendo diversas técnicas para obtenerlo.
  - a) *Perímetro torácico axilar*.
  - b) *Perímetro torácico mamelonar*.<sup>12</sup>

Con éstos fundamentos se elabora la ficha antropométrica, quedando constituida en su totalidad, con los datos anteriores y los siguientes elementos:

- ◇ *Fotografía* (de busto, frente y perfil).
- ◇ *Estatura* (sin calzado).
- ◇ *Envergadura* (longitud de los brazos tendidos en cruz, medida desde la punta del dedo medio de una mano al de la otra).
- ◇ *Busto* (altura de la persona en posición sentada).
- ◇ *Longitud de la cabeza* (diámetro craneano antero-posterior máximo; es la medida desde la concavidad de la raíz de la nariz, hasta lo más saliente de la cabeza en su parte posterior, de preferencia, practicar esta medida con un compás especial).
- ◇ *Ancho de la cabeza* (diámetro craneano transversal máximo, se calcula sin punto fijo)
- ◇ *Altura de la oreja derecha* (medido con compás especial de corredera).
- ◇ *Pie izquierdo* (desnudo, dejando descansar todo el peso del cuerpo sobre ese pie puesto en el suelo, manteniendo el pie derecho levantado y hacia atrás, utilizando compás de corredera).
- ◇ *Dedos* (medio y auricular de mano izquierda, son medidas en escuadra a partir del dorso de la mano, utilizando compás de corredera).
- ◇ *Codo izquierdo* (desde la punta hasta el extremo del dedo medio, con el antebrazo doblado en ángulo recto con respecto al brazo, con la mano plana sobre la mesa y con las uñas hacia abajo).

El sistema Antropométrico tiene el inconveniente que las medidas de un sujeto varían con la edad y no es aplicable de manera confiable hasta antes del desarrollo completo; varían también en límites que sobrepasan los admitidos por su autor, aún en sujetos que han alcanzado el desarrollo completo; pero que son medidos por operadores distintos y en épocas diversas.

<sup>12</sup> Comas Juan, "Manual de Antropología Física", UNAM, México, 1976, pág. 260.

Así pues, la base numérica del Bertillonaje aparentemente muy buena, aunque con fallas importantes que fueron estudiadas en Cuba por el *Dr. Israel Castellanos* y por antropólogos físicos que dedicaron muchas horas y muchas páginas a la estatura según sus observaciones.

Dado el enorme problema que representaba el hecho de tomar medidas, aún cuando se siga un procedimiento específico, existe un margen de error a considerar. Esta circunstancia también fue observada en sus orígenes, formulándose al respecto una tabla de márgenes de error, pero aún así no podían evitarse algunos de ellos considerados como serios.

La descripción antropométrica como sistema de identificación ha sido ya reemplazada casi en todo el mundo por sistemas y métodos más evolucionados como las impresiones dactilares; quedando en ella solamente lo que corresponde al que actualmente conocemos como retrato hablado, que dista mucho de ser lo que en sus orígenes con *Bertillón* y que hoy es un valioso Sistema de Identificación que sirve de apoyo a otros sistemas.

### 2.3.2 Dactiloscopía y Huellas Latentes

#### Dactiloscopía

Los datos que se conocen sobre la utilización de huellas dactilares son bastante escasos, aunque hay algunas narraciones antiguas acerca del interés que comenzaron a despertar, procedentes del lejano oriente. Hasta donde lo revelan los escritos, sólo hubo muy contadas ocasiones en que nuestros antepasados europeos y americanos mostraron interés en las impresiones digitales.

El mérito de haber adoptado impresiones dactilares para fines comerciales corresponde al oriente, pues encontraron tales huellas en placas de arcilla babilónicas. Los babilonios para protegerse contra falsificaciones, marcaban una huella digital en la arcilla todavía suave cuando escribían recibos u otros documentos importantes. Parece que desde antes de la era cristiana, los chinos usaban las impresiones digitales como sellos para identificación.

Sabemos también que en el primer siglo de la era cristiana, un abogado romano llamado *Quintiliano*, fue el defensor de un ciego procesado por haber dado muerte a su padre. En el lugar del crimen había huellas sanguinolentas de palmas de manos sobre las paredes, que según se creía, habían sido dejadas por el ciego después del homicidio. El defensor trataba de demostrar que el verdadero homicida había sido la madrastra del acusado y que ella había hecho aquéllas

impresiones en la pared para arrojar la sospecha sobre su hijastro ciego. Los lectores (magistrados) romanos, deben haber estado muy cerca de descubrir las huellas palmares como pruebas, pero no se intentó identificarlas.

El criminólogo alemán *Robert Heindl*<sup>13</sup>, estudió minuciosamente la historia de las huellas dactilares en el lejano oriente, y encontró que ya se usaban de manera común para fines de identificación durante la dinastía Tang (618 - 906 a.C.)

Más tarde los chinos inventaron una clasificación de huellas dactilares basada en los bucles o presillas para identificar delincuentes. Este sistema de clasificación fue descrito por el *Dr. McCarthy* en una revista estadounidense en 1886, y de ella lo aprendió *Galton*; por eso *Heindl* está convencido de que *Galton* derivó su sistema de clasificación del chino.<sup>14</sup>

La Dactiloscopia, o sea la identificación por medio de huellas dactilares, fue descubierta simultánea pero independientemente, por dos ingleses que vivían en Asia, *Sir William Herschel* en la India y el *Dr. Henry Faulds* en Japón como ya se vió; y ambos negaron haber tenido conocimiento previo del uso de las huellas dactilares para fines de identificación.

La historia continúa, una innumerable lista de trabajos referentes a la impresión que dejaban las marcas en los dedos de las manos de cada individuo. En realidad la historia científica de las impresiones digitales inicia en el siglo XVII con los estudios de carácter científico llevados a cabo por el famoso anatomista italiano *Marcello Malpighi*, quien en 1665 examinó y descubrió las diferentes partes del cuerpo humano con el entonces recién inventado microscopio, descubrió también las figuras de las líneas papilares en la cara palmar de los dedos, a los que les atribuyó funciones fisiológicas y efectuó algunas observaciones sobre sus formas<sup>15</sup>. Pero ni él ni *Purkinge*<sup>16</sup>, pensaron en utilizar tales dibujos para fines de identificación.

Muchos han sido los aciertos de la Dactiloscopia a partir de su descubrimiento, pero las simples huellas no decían mucho, había que clasificarlas, así su evolución continuó después del trabajo de 20 años de *Herschel*, durante los cuales estableció

<sup>13</sup> El *Dr. Robert Heindl*, último jefe del Instituto Bávaro Central de la Policía de Munich, autor de un libro muy importante sobre identificación; gracias a su iniciativa, las clasificaciones dactiloscópicas se introdujeron en Alemania a principios de este siglo, y él ha hecho extensas investigaciones y estudios sobre impresiones dactilares y su historia.

<sup>14</sup> *Söderman Harry*, *op cit.*, pág. 116.

<sup>15</sup> *Reyes Martínez Arminda*, *op cit.*, pág.21.

<sup>16</sup> Al *Dr. Juan Evangelista Purkinge* se debe la tesis presentada en 1823 titulada: "*Commentatio de Examine Physiologica Organivessus et Systematis Cutanei*" de donde obtuvo nueve clasificaciones; mismas que influyen de manera determinante para lo que se conoce propiamente como sistemas identificativos; interesado posteriormente al Alemán *Huschke*, quien encontró lo que en la actualidad se denomina Delta.

la utilidad de las huellas dactilares como medio de identificación, con lo cual, si comparamos sus resultados con el trabajo simplemente especulativo de *Faulds*, se debe considerar por consiguiente a *Herschel* como el precursor de la Dactiloscopia.

Los trabajos de *Herschel* y *Faulds* fueron adoptadas por un científico inglés que dio a la Dactiloscopia sus bases científicas, ya que ideó el sistema de clasificación Galton-Henry.

Estos dos últimos aportaron aspectos como la utilización práctica de los dibujos dactilares, mediante la asignación de determinados símbolos a cada una, su propia clasificación el primero y la creación de un sistema más práctico y eficaz de clasificación el segundo.

De manera similar, el residente argentino de nombre *Juan Vucetich*, clasificó las fichas con los signos utilizados por *Galton*. Poco después aumentó los tipos, elevándolos a 101 y en 1896 los redujo a cuatro, combinándolos como lo constituye el sistema actual. Este sistema se ha generalizado tanto que es utilizado en todos los países iberoamericanos en su forma original o modificada; en América del Sur, Francia, Suiza, Noruega y otros; siendo adoptado desde 1901 por Scotland Yard.

La palabra "Dactiloscopia", hoy aceptada en el mundo entero, fue inventada por un ingeniero argentino de apellido *Lutzina*, quien hizo la proposición a efecto de sustituir el término primitivo de "Ignofalangometría" usado en ese entonces, por considerar que esta nueva expresión resultaba más corta y eufónica.

El término Dactiloscopia se deriva de dos voces griegas: *dactylos* (dedos), *skopein* (examen - examinador); es el procedimiento técnico que tiene por objeto el estudio de los dibujos digitales (dactilogramas), con el fin de identificar a las personas.

El éxito de casi todos los sistemas dactiloscópicos radica en tres principios básicos:

- *Perennidad*.- La fisiología ha demostrado que las crestas papilares aparecen en el sexto mes de la vida intrauterina y permanecen invariables en número, situación, forma y dirección, hasta que la putrefacción del cadáver destruya la piel, sin que el crecimiento produzca otra diferencia que la pueda existir entre un cliché fotográfico y las copias que sucesivamente se vayan obteniendo de éste.
- *Inmutabilidad*.- Esta característica se basa en el hecho de que las crestas papilares no pueden modificarse fisiológica, voluntaria, ni patológicamente, pues hasta los traumatismos, quemaduras y desgastes profesionales e

intencionales reproducen íntegra y rápidamente el dibujo papilar, siempre que no haya sido destruida extensa y profundamente la dermis.<sup>17</sup>

- *Diversidad de características.*- El hecho de que los dibujos sean diversiformes, lo prueba la circunstancia de no haberse hallado todavía, entre los millones de dactilogramas clasificados en los gabinetes de identificación de todo el mundo, dos impresiones idénticas producidas por dedos diferentes.

Es de anotar, que los dactilogramas, lo mismo que los números, no necesitan ser traducidos a ningún idioma, pues se interpretan mundialmente por la simple observación.

Para abordar directamente el tema, es necesario recordar algunos sencillos aspectos fisiológicos, como el hecho de que la mayor parte del cuerpo humano está cubierto de pelo y bello muy rudimentario, pues sólo se encuentra bien desarrollado en determinadas zonas del cuerpo y algunas completamente carecen de él, por ejemplo, la palma de la mano, incluyendo los dedos, así como las plantas de los pies.

En ese mismo sentido, recordemos que la piel se compone de dos capas principales, la *epidermis*<sup>18</sup> y la *dermis*<sup>19</sup>. En las partes superiores de la dermis están las llamadas papilas que forman el dibujo de las líneas de fricción o contacto que originan diversas figuras. Tales líneas de fricción, más o menos desarrolladas, se encontrarán en las correspondientes partes del cuerpo de todos los mamíferos. Los nervios sensorios terminan en los surcos localizados entre las líneas.

Además, si se examina una línea de fricción con una lente de aumento, se encuentra que en cada una hay una hilera de poros, que son las "bocas" de las glándulas sudoríferas equidistantes entre sí, un poro sudorífero más la parte de la línea de fricción que lo rodea se llama *islote*.

Hay fundamento para creer que las líneas de fricción están formadas por la fusión de tales islotes, por tanto, el número de poros sudoríferos, representa el número de islotes que se funden en una línea. Desde el punto de vista de la identificación, las líneas de fricción o de contacto se dividen en tres grupos:

<sup>17</sup> Las enfermedades no influyen sobre tales impresiones, excepto la lepra; dado que implica la aparición de máculas rojizas en las orejas, cara, muslos y brazos, que desaparecen y vuelven a aparecer, se endurecen formando nudosidades con ulceraciones y en etapas más avanzadas producen insensibilidad, parálisis, úlceras abiertas, caída de las uñas y finalmente pérdida de los dedos de las manos y los pies. Las huellas obtenidas de personas que presenten parálisis cerebral o infantil, raquitismo o acromegalismo (enfermedad que agranda los miembros como cara, manos y pies); han demostrado que a pesar de incrementarse las distancias entre las líneas papilares, los trazos y dibujos originales no se modifican.

<sup>18</sup> Membrana epitelial que envuelve el cuerpo de los animales, y que junto con la dermis forma la piel.

<sup>19</sup> Capa de la piel, situada debajo de la epidermis, que cubre los músculos y la carne.

*Huellas dactilares.*- Son las huellas que dejan impresas las yemas de los dedos.

*Huellas palmares.*- Impresiones de la palma de la mano.

*Huellas de plantas.*- Impresiones de las plantas de los pies.

Una vez analizado lo anterior y siguiendo las ideas del maestro Ángel Vélez se dirá que se conoce como "*dactilograma*", al conjunto de crestas papilares correspondientes a cada dedo, y se subclasifican de la siguiente manera:

- ⇒ *Dactilograma Natural:* El existente en las yemas de los dedos;
- ⇒ *Dactilograma Artificial:* El dibujo que cada dedo imprime después de entintado como si fuera un sello;
- ⇒ *Dactilograma Latente:* El producido por un dedo al simple contacto con cualquier superficie lisa, tersa y pulimentada. Este tipo de dactilogramas son en realidad a los que se les conoce como *huellas digitales*, lamentablemente éste término se ha generalizado para hacer referencia a cualquiera de los tres tipos de dactilogramas.

Dado lo anterior, si se observan los pulpejos de los dedos, notaremos que están constituidos por salientes y depresiones que adoptan formas específicas. Las salientes son conocidas con el nombre de "*Crestas Papilares*" y las depresiones entre cada saliente con el de "*Surcos Interpapilares*".

Sobre las crestas papilares podemos agregar de manera particular, que son los relieves epidérmicos que formando variadísimos dibujos, aparecen visibles en la cara palmar de las manos y de los pies y deben su origen a la disposición de las papilas de la dermis, y en ellas también se encuentran vasos sanguíneos y nervios.

Además de localizarse como ya se vió, separadas por finísimos surcos interpapilares; en el lomo de la cresta tienen multitud de orificios microscópicos conocidos como "*poros*" por los cuales se expele sudor y grasa natural, ésta secreción de los poros, contiene de 98.5 a 99.5 % de agua y de 0.5 a 1.5% de materia sólida; de esta última, más o menos una tercera parte se compone de materia inorgánica, principalmente sal y dos terceras partes de sustancias orgánicas; en su mayoría urea, ácidos grasos volátiles (ácidos fórmico, acético y graso), y a veces una pequeñísima cantidad de albúmina (0.045%).

Estos elementos son de gran importancia, pues debido a ellos es que quedan plasmadas en su mayoría, las huellas localizadas en los lugares de los hechos. Son también algunas de estas sustancias las que, expuestas a vapores específicos, dan como resultado el revelado de una huella aparentemente no existente, como se verá más adelante.

Las principales variedades que en general presentan las crestas papilares se les conoce como *puntos característicos* y se encuentran contemplados dentro de cuatro categorías, morfología, ramificación, dirección e interrupción y son las siguientes:

- 1.) *Abrupta*.- Denomínase así la cresta papilar situada entre otras dos paralelas a ella, que termina sin volver a reaparecer.
- 2.) *Bifurcación*.- Se le llama a la cresta papilar que parte del lado izquierdo del dibujo y se desdobra en dos que siguen paralelamente un trecho más o menos largo.
- 3.) *Convergencia*.- De forma igual a la bifurcación, pero de situación opuesta, o sea dos crestas que parten del lado izquierdo de la impresión y se fusionan formando una sola.
- 4.) *Desviación*.- La constituyen dos crestas procedentes de lados opuestos de la impresión, que parece van a encontrarse y formar una sola, pero cuyos extremos se desvían cuando ya están próximas y quedan separadas por un surco.
- 5.) *Empalme*.- Cresta corta, de dirección oblicua, que se fusiona por sus extremos con otras paralelas, formando ángulos muy agudos.
- 6.) *Fragmento*.- Cresta de extremos abruptos y de longitud variable. Se llama "pequeño" el que no es cinco veces más largo que ancho y "grande" el que su longitud es de más de diez veces su anchura.
- 7.) *Interrupción*.- Es, como su nombre lo indica, una cresta que se fragmenta y luego continúa, siendo dicha interrupción el doble de larga que de ancha, mientras los extremos de la cresta son redondeados y abruptos.
- 8.) *Ojal*.- Llámese así al espacio elíptico formado por las ramas de una cresta bifurcada que vuelve a fusionarse por convergencia. Los ojales por su longitud se subdividen en pequeños y grandes.
- 9.) *Punto*.- Es un pequeño fragmento de cresta, tan corto como ancho, que suele estar situado en el centro de una interrupción o de un delta hundido, generalmente entre dos crestas.
- 10.) *Transversal*.- Es la cresta que se aparta de la dirección principal y cruza entre otras de dirección opuesta.

Por otro lado es conveniente mencionar los tres sistemas principales en que se agrupan todas las crestas papilares a la vez, esta clasificación atiende básicamente a su situación, topografía, forma y dirección.

- *Sistema Basilar*.- Este sistema se denomina así por estar en la base de la yema del dedo y, por consiguiente, se limita por la parte inferior con el pliegue de flexión que existe entre la primera y segunda falanges en los dedos pulgares y entre la segunda y tercera en los demás dedos. La cresta papilar más alta de las que constituyen este sistema, recibe el nombre de *limitante basilar* y contribuye a formar los deltas exteriores, apareciendo como base del triángulo en los hundidos y como lado o vertiente inferior en aquéllos con forma de trípode.

- *Sistema Marginal*.- Este sistema se halla situado en el extremo del dactilograma. Las crestas integrantes parten de un costado del dibujo, paralelamente a las basilares, de las que se apartan pronto, para elevarse hacia la región ungueal; describen curvas muy acentuadas, de convexidad superior y que descienden por el costado opuesto al de partida hasta reunirse nuevamente a las basilares, en los dactilogramas bideltos, o perderse en el nimbo del dibujo; aproximándose al sistema basilar. Su cresta inferior se denomina *limitante marginal*; constituye el lado externo del triángulo en los deltas hundidos, y la vertiente que mirará hacia dicho lado en los deltas en forma de trípode.
- *Sistema Nuclear*.- Se halla situado en la región central o núcleo del dactilograma. Este sistema aparece demarcado por las limitantes basilar y marginal y es el que ofrece más variedades de dibujos. Denomínase *limitante nuclear* la cresta exterior del núcleo que constituye el lado interno del triángulo en los deltas hundidos y la vertiente también interna en los deltas en trípode.<sup>20</sup>

## DELTAS

Se le denomina *delta*<sup>21</sup> en identificación dactiloscópica, a la figura triangular que determina la aproximación de los tres sistemas distintos de crestas papilares, y también la que, en forma de trípode, resulta de la fusión de las crestas limítrofes de dichos sistemas. En el estudio de los deltas interesa conocer características como: número, situación, relieve y variedades morfológicas.

Por ejemplo, en los sistemas dactiloscópicos español y sudamericano, todas las formas posibles de dactilogramas, se clasifican por la característica especial de ausencia, existencia, situación o número de deltas; clasificación que queda contemplada en alguna de las cuatro variedades de los tipos de dibujos siguientes:

♪ *Adeltos*.- Dactilogramas que carecen de delta y de sistema nuclear. Estos reciben igualmente los nombres de arciformes, por estar formados por arcos, y nucleados por carecer de núcleo; las crestas del sistema basilar se van superponiendo y arqueando cada vez más hasta confundirse con las marginales.

♪ *Dextrodeltos*.- Dactilogramas que tienen un solo delta, la cabeza del núcleo a la derecha del observador y la cola formada por las ramas de las horquillas o el mango de la presilla hacia la izquierda.

<sup>20</sup> Existe un tipo de dactilograma que carece de sistema nuclear, porque las crestas vacilares se van arqueando sucesivamente a medida que se apartan de la base, hasta confundirse con las marginales.

<sup>21</sup> El delta, en su origen, significa la cuarta letra del alfabeto griego, misma que se le encuentra representada con una figura en forma de triángulo equilátero que representa a la "d". Para efectos de identificación representa el lugar dentro de un dactilograma específico, donde se juntan tres líneas de fricción.

♯ *Sinistrodelto*.- Presenta también un solo delta, pero situado a la izquierda del observador y la cola hacia la derecha, o sea lo contrario del anterior.<sup>22</sup>

♯ *Bideltos*.- Se les llama así a todos los dactilogramas que presentan dos deltas. Estos reciben también el nombre de verticilos, por ser la forma verticilar la más común en sus núcleos. Sin embargo, existe la posibilidad aunque escasa, de encontrar dactilogramas que tienen tres deltas, de manera que de hallarlos, se les llamará trideltos, pero en realidad se clasifican como bideltos agregando la aclaración.

#### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN GALTON-HENRY

Galton redujo los 41 tipos primitivos a los siguientes:

- *Arcos* (en tienda y simples), (A = *arches*).
- *Presillas* (L = *loops*), (radiales (R = *radial*) y cubitales (U = *ulnares*), llamadas así por la orientación que presentaban, dirigidas a la ubicación de los huesos con dichos nombres existentes en las manos de todo individuo).
- *Verticilos*: (W = *whorls*)
  - a) Simples (espiral, círculos concéntricos y elipsoidal).
  - b) Bolsa Central o Gota de Agua (presilla con tendencia a verticilo y dirigida al núcleo).
  - c) Doble Presilla (con forma de "s" o "z").
- *Accidental* (todo núcleo que no se ajuste a lo ya clasificado), (C = *composite*).

Henry, al perfeccionar el sistema Galton propuso designar a los dedos con las cifras 1, 2, 3, 4, 5; y en 1901 redujo a dos los tipos: Tipo W (verticilos, *whorls*), y Tipo L (presillas, *loops*). Efectúa las tomas de impresiones de los 10 dedos comenzando por la mano derecha y en ambas por el pulgar, disponiéndolas de la forma siguiente:

(Grupo 1)

Pulgar de la mano derecha  
Medio de la mano derecha

(Grupo 2)

Índice de la mano derecha  
Anular de la mano derecha

<sup>22</sup> Tanto los dextrodeltos como los sinistrodeltos se denominan igualmente *monodeltos*, por tener un solo delta, y *ansiformes* por estar su núcleo formado por asas.

(Grupo 3)

Meñique de la mano derecha

Pulgar de la mano izquierda

(Grupo 4)

Índice de la mano izquierda

Medio de la mano izquierda

(Grupo 5)

Anular de la mano izquierda

Meñique de la mano izquierda

Sustituye las letras L y W por cifras, L por 0 siempre; y W por 16 en el primer grupo, por 8 en el segundo, por 4 en el tercero, por 2 en el cuarto y por 1 en el quinto; hecho esto se suman las 5 fracciones, se agrega 1 a cada suma (numerador y denominador), se invierte la fracción total y el resultado será la fórmula dactiloscópica de cada individuo.

Así, los cinco numeradores y los cinco denominadores dan cada uno 32 variedades, cuya combinación produce 1,024 divisiones; según el número de líneas papilares contadas entre el centro y el vértice del delta (vértice de la línea límite), en los dos índices o medios, lo que suministra un total de 589,824 fichas absolutamente distintas.

#### SISTEMA DE CLASIFICACIÓN VUCETICH.

En esta clasificación existen cuatro tipos fundamentales:

1. *Arco*.- Se caracteriza porque carece de deltas y sus crestas corren de un lado a otro sin volver sobre sí mismas (A).
2. *Presilla Interna*.- Caracterizada por tener un delta a la derecha del observador; las crestas papilares que forman el núcleo nacen a la izquierda, corren hacia la derecha dando vueltas sobre sí mismas para salir al mismo lado de partida (I).
3. *Presilla Externa*.- En este tipo el delta es uno y se localiza a la izquierda del observador; las crestas papilares que forman el núcleo nacen a la derecha y corren hacia la izquierda, dando vuelta sobre sí mismas para salir al mismo lado de partida (E).
4. *Verticilo*.- Caracterizado porque posee dos deltas, uno a la derecha y otro a la izquierda más o menos bien situados; sus núcleos adoptan formas espiroidales, dextrógiras, sinestrógiras, ovoides, círculos concéntricos, ovoides concéntricos, en "s" o en "z" (V).

Los tipos fundamentales se designan por las letras citadas y cuando se refiere a los pulgares se designan por cifras para los demás dedos (1, 2, 3, 4). Para fijar las líneas directrices que delimitan las figuras tipos, se toman como punto de partida las líneas superior e inferior que parten del delta y circunscriben el núcleo.

La ficha dactiloscópica bajo este sistema, comprende los dactilogramas de los 10 dedos y está formada de dos partes:

Serie: mano derecha.

Sección: mano izquierda.

De manera que la sección y la serie comienzan por el pulgar y se continúan con los demás dedos. Al pulgar se le llama "fundamental" en la serie y "subclasificación" en la sección. A los otros dedos se les llama "división" en la serie y "subdivisión" en la sección. Bajo éstas características la ficha queda formada de la manera siguiente:

Serie (*mano derecha*):- Fundamental (dedo pulgar), división (índice, medio, anular y meñique).

Sección (*mano izquierda*):- Subclasificación (dedo pulgar), subdivisión (índice, medio, anular y meñique).

Para hallar la fórmula dactiloscópica de cada individuo, se sustituyen los dibujos de cada dedo por las letras y cifras correspondientes, por ejemplo:

*Mano derecha*: pulgar con verticilo, índice con arco, medio con presilla interna, anular con presilla externa y meñique con verticilo.

*Mano izquierda*: pulgar con arco, índice con verticilo, medio con presilla externa, anular con presilla interna y meñique con arco.

De manera que la fórmula dactiloscópica del individuo que posea éstas impresiones sería:

Serie V. 1,234

Sección A. 4,321

Las cifras 1, 2, 3, y 4, dan 256 combinaciones diferentes, pudiendo recibir cada una a su vez otras 4 con las letras A, I, E y V; dando como lugar a 1,024 series y 1,024 secciones, las que si se combinan (1,024 x 1,024) dan un total de 1'048,576 fórmulas absolutamente distintas.

En México se emplea este sistema ya que posee grandes ventajas, como son la facilidad para la lectura de las fórmulas y la formación de las clases. El gran número de fichas que pueden obtenerse y el tamaño de las fichas que es la mitad de las usadas en Europa, con lo que se ahorra la mitad del espacio en archivo.

El sistema *Vucetich* también posee puntos característicos similares a los que ya se mencionaron, mismos que necesitan ser abordados dada la importancia y popularidad de este sistema en los laboratorios de identificación de muchas partes del mundo.

1. *Islote*.- Pequeña cresta que no debe exceder de una extensión de cinco veces el grosor de una cresta (2 1/2 milímetros).
2. *Cortada*.- Es una cresta que nace en alguno de los lados y no termina su carrera.
3. *Bifurcación*.- Es una cresta que se divide en dos ramas, adoptando las dos ramas que se abren una forma arqueada.
4. *Horquilla*.- Es una cresta que se abre en dos, dando lugar a la formación de un ángulo.
5. *Encierro*.- Este se forma por una cresta que se bifurca y que después se encierra, dando lugar a la formación de una elipse o de un semicírculo.

La importancia de los puntos característicos es que entre más de ellos se localicen, mayor posibilidad habrá de encontrar, comparar y/o clasificar entre las ya archivadas, al individuo que las dejó en el lugar de los hechos, de haber sido fichado con anterioridad. De allí que cada autor maneje un número distinto en cuanto a los puntos característicos que se deben encontrar en un dactilograma.

La exigencia de que haya en las impresiones 12 o más puntos similares, se deriva de la tradición de Galton, Remus, Balthazard y otros. El Código Internacional de Identificación, establece: al compararse dos dactilogramas, deben concordar cuando menos de 12 a 15 puntos característicos, en número, forma, situación y relación entre sí, para que exista identidad entre los dos dactilogramas. Aunque autoridades más recientes como *Steinwender* y *Cooke*, se inclinan a opinar que de ocho a doce puntos de comparación pueden bastar para la identificación.

Sin embargo, los tribunales de varios países europeos han adoptado una norma nacional:

|                   |   |                  |
|-------------------|---|------------------|
| <i>Alemania</i>   | ↔ | 8 a 12 puntos.   |
| <i>Austria</i>    | ↔ | 12 por lo menos. |
| <i>España</i>     | ↔ | 10 a 12 puntos.  |
| <i>Francia</i>    | ↔ | 17 por lo menos. |
| <i>Inglaterra</i> | ↔ | no menos de 16.  |
| <i>Suiza</i>      | ↔ | 12 a 14 puntos.  |

En nuestro país se maneja una cifra de por lo menos ocho puntos característicos<sup>23</sup>, para emitir una identificación positiva. En ese mismo sentido, *Edmond Locard* opina

<sup>23</sup> Nakahodo Rivera Antonio C., *op cit.*, 4/mayo/1995.

que cuando el núcleo de un dactilograma es de tal manera característico, se puede dictaminar con cinco o seis puntos.

Además se debe considerar que no siempre la toma de huellas en caso de hacerlo directamente a la persona, presenta las mismas características. La única situación que puede modificar la clasificación ordinaria de los dactilogramas en relación a los tipos fundamentales lo pueden constituir las anomalías *patológicas o congénitas*; para ello hay que conocer la metodología adecuada para el caso de que se presenten alguna de dichas situaciones; que generalmente en el ámbito de la identificación se encuentran agrupadas en un sólo término, denominándolas *Anomalías Dactilares*:

- Cuando un dibujo dactilar presenta *cicatrices profundas* que lo han deformado y no es posible clasificarlo.
- La *ausencia* de uno o más dedos por amputación o algún otro motivo.
- *Anquilosis*.- Consiste en la privación de movimientos de las articulaciones de los dedos.
- *Polidactilia*.- La existencia de un número mayor de dedos de los normales en cualquier posición.
- *Siudactilia*.- El caso en que dos dedos o más se encuentren pegados entre sí por alguna causa natural o accidental.
- *Ectrodactilia*.- Cuando los dedos de una mano o ambas se encuentran de manera rudimentaria o primitiva, esto es que no lograron su desarrollo normal y aparecen como pequeños colgajos en forma de bolitas.

#### IDENTIFICACIÓN DACTILOSCÓPICA

El término es aplicado propiamente para la clasificación y posterior identificación de las huellas tomadas directamente a personas y es generalmente usado en instituciones de investigación, procuración y administración de justicia.

La maestra Arminda Reyes, considera que además de seguir el procedimiento propio de toma de impresiones, es necesario que sea efectuada por una persona experimentada, ya que de una correcta toma de impresiones depende generalmente una correcta formación del archivo dactiloscópico. Menciona además que para ello hay que cuidar diversos aspectos de importancia como la nitidez del dactilograma y el hecho de que éstos se encuentren completos, ya que una parte de la subformulación está fundamentada en las observaciones e íntima relación de los deltas; generalmente se cree que con sólo una práctica mecánica se logra formar un buen operador, esto es un error ya que en realidad el operador debe conocer además todo lo relativo al funcionamiento del archivo y a los métodos de clasificación y subformulación.

Por razones técnicas, es conveniente tener aparte de un método adecuado de toma de huellas, el equipo necesario para mejorar los resultados de la posible identificación, así que dentro del equipo básico se encuentran contemplados los siguientes elementos:

*Material:*

- a).- Plancha-tintero de cristal de 30 x 20 cms.
- b).- Un rodillo de hule o melaza.
- c).- Tabla de madera de 20 x 9 cms.
- d).- Tinta de imprenta, preferentemente color negro.
- e).- Estopa.
- f).- Gasolina.
- g).- Ficha dactiloscópica de preferencia.

*Procedimiento:*

Extender una pequeña cantidad de tinta de imprenta sobre la plancha-tintero, practicando el batido de la tinta de manera fuerte y constante ya que ésta es gruesa y difícil de extender, lo que además originará que se extienda de manera homogénea.

La manera más adecuada es pasar tinta de un extremo al otro con el rodillo para que los grumos de la primera aplicación no pasen al segundo. Un exceso de tinta originará un empastamiento de la impresión de las crestas papilares del sujeto. Existen varios tipos de procedimientos para el entintado desde el punto de vista de la maestra Arminda:

- a) Pasando el rodillo varias veces sobre cada uno de los pulpejos dactilares, sin embargo este procedimiento requiere mucha práctica para tener resultados ideales.
- b) Sobre la plancha-tintero en que se practicó el segundo batido, se rueda cada uno de los dedos, para que las crestas papilares tomen la cantidad de tinta necesaria y salgan de esta manera claras.
- c) Pasando tinta de la plancha-tintero a un cristal de 20 x 9 cms. la cantidad de tinta deberá ser la necesaria para evitar que las impresiones se empasten. Sin embargo, este procedimiento es poco usual.

En seguida, se tomarán las impresiones en la ficha correspondiente cuidando de imprimirlas en el casillero adecuado, recordando además que para fines prácticos, las impresiones de los casilleros son "rodadas" y una toma de impresiones "apoyadas" de cada mano, se efectuará en la parte posterior de la ficha para efectos de comprobar la toma original; procediendo así a la clasificación mediante alguno de los sistemas ya mencionados.

Al término de las impresiones se dará al sujeto un pedazo de estopa con gasolina para limpiar la tinta depositada en los dedos.

En éste tipo de toma hay algunas consideraciones importantes como el hecho de que el individuo que proporcione los dactilogramas, por razones de trabajo, tenga que ser tratado en los pulpejos de sus dedos bajo algún procedimiento para mejorar la calidad de las impresiones, o en su caso el hecho de que a la persona le suden mucho las manos, entre otros.

## NECRODACTILIA

También se puede presentar el hecho de tomar huellas a cadáveres para su identificación por medios dactiloscópicos, a este hecho se le llama *Necrodactilia*.

### *Rigidez Cadavérica*

La rigidez cadavérica es un estado del cuerpo humano una vez que ha muerto y en el cual se avanza hasta la presencia de putrefacción, se puede establecer y determinar con el Crono-tanato-diagnóstico, y es el médico forense el que determina su existencia o transcurso ya que es difícil de establecer debido a la caprichosa evolución de los fenómenos cadavéricos, que varían de sujeto a sujeto y por la causa de muerte.

La rigidez cadavérica, es una reacción bioquímica complicada que se presenta poco tiempo después de la muerte, originando que los músculos pasen por tres fases:

- *Flacidez inicial*
- *Rigidez muscular*
- *Flacidez secundaria*

En teoría, se inicia al mismo tiempo en todo el sistema muscular, pero en la práctica se reconoce primero en los músculos de la cara (aproximadamente a 6 horas de la muerte). En las tres horas siguientes se extiende a los miembros superiores y en otras tres horas a las extremidades inferiores. Se mantiene así durante otras 12 horas para luego desaparecer paulatinamente, en el mismo orden de su instalación. Hay que considerar también que debido al clima y cambios extremos de temperaturas, hay diversos fenómenos que se retardan o se aceleran, además de la presencia de algunas enfermedades o algunos tipos de ejercicios violentos.

Por tanto, simplemente como una orientación general se citan las directrices de *Vivert* en palabras del *Dr. Alfonso Quiróz Cuarón* en un cuadro cronológico sobre la estimación del tiempo transcurrido desde la muerte, estimada en función de los cambios cadavéricos.

- El cuerpo todavía está caliente y sin livideces cadavéricas: la muerte data de 6 a 8 horas.
- El cuerpo se pone rígido y las livideces cadavéricas desaparecen a la presión: la muerte data de 6 a 12 horas.
- El cuerpo se pone frío y hay rigidez cadavérica y livideces acentuadas e inmutables, pero la putrefacción no se ha iniciado: la muerte data de 24 a 48 horas.
- La rigidez cadavérica tiende a desaparecer y se inicia la mancha verde abdominal: la muerte data de más de 36 horas.

*Estimación del tiempo de la muerte por los cambios cadavéricos:*

| TEMPERATURA     |                              |                     |
|-----------------|------------------------------|---------------------|
| Tiempo en horas | En la tierra                 | En el agua          |
| 0 - 12          | -17.5°C a -16.66°C por hora. | -16.11° C por hora. |
| 12 - 24         | -17.5°C a -17.22°C por hora. | -16.94°C por hora.  |
| 5 - 6           |                              | Se siente frío.     |
| 10 - 12         | Se siente frío               |                     |
| 20 - 24         | Está frío.                   |                     |
| 8 - 10          |                              | Está frío.          |

| LIVIDECES       |              |  |
|-----------------|--------------|--|
| Tiempo en horas | En la tierra | En el agua   |
| 3 - 5           | Aumentan     | "Carne de gallina" y palidez.<br>No hay livideces. |

| RIGIDEZ CADAVERICA |  |                             |
|--------------------|--|-----------------------------|
| Tiempo en horas    | En la tierra                               | En el agua                  |
| 3 - 5              |  | Rigidez más temprana        |
| 5 - 7              | Aparece en la cara, nuca y cuello          | Rigidez completa y dura más |
| 7 - 9              | Se extiende a los brazos, tronco y piernas |                             |
| 12 - 18            | Es completa                                |                             |
| 24 - 36            | Desaparece en orden inverso                | No ha pasado todavía        |
| 48 - 96            |  | La rigidez desaparece       |

En casi todos los casos, los cadáveres quedan con las manos cerradas al producirse el estado de rigidez cadavérica y siempre sucede así cuando la muerte sobreviene por la acción del fuego; por ello es un poco difícil la toma de las impresiones digitales; pero con un poco de ingenio, según el maestro *Ángel Vélez* se puede lograr fácilmente.

En estos casos se recomienda practicar una serie de indicaciones que ablandarán mediante flexiones o extensiones bruscas, las articulaciones carpo, metacarpo y dedos; luego, se sumerge la mano en agua caliente por unos minutos, continuando dentro del agua con los mismos movimientos hasta que la mano quede completamente dócil y flexible para manejarla de manera que nos facilite la toma de impresiones.

Existe un procedimiento para toma de huellas en ahogados cuya piel se arruga sobremedida. Para efectuar una toma idónea se sumerge la mano algunas horas en agua tibia o varios días en agua fría (de ser posible), con lo cual la piel de las manos se desprenderá como si fuera un guante pudiendo así obtener huellas excelentes de la piel desprendida, toda vez que se puede extender y evitar así la pérdida natural de alguna parte del dactilograma como cuando se utiliza el método "rodado".<sup>24</sup>

Cuando se presenta el hecho de tomar impresiones a un cadáver que tenga varios días, encontraremos que la piel se hallará completamente arrugada o momificada; para volverla al estado natural, se deberá inyectar en el pulpejo de cada dedo con auxilio de una jeringa de tamaño regular, una dosis considerable de glicerina, parafina líquida o formol.

Por razones evidentes no será práctica tomar las impresiones en las fichas normales. Para efectuar una toma adecuada se deberán tomar una por una en cuadritos de cartulina del tamaño de una huella; una vez tomadas de manera "rodada", se procederá a pegar dichos cartoncitos en el orden normal sobre las fichas correspondientes.

Es importante mencionar que algunos de estos procedimientos pueden ser destructivos de no aplicarse con la destreza debida; para hacer frente a dicho problema se puede valer de un método conocido como de "*Emilio Steri*"<sup>25</sup>, el cual se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Aplicable a cadáveres frescos o momificados e inclusive aquéllos que permanecieron dentro del agua.

<sup>24</sup> Tello Flores Francisco Javier, *op cit*, pág. 197.

<sup>25</sup> Steri Emilio, "*Revista Internacional de Policía Criminal*". Nueva técnica de obtención de huellas, Noviembre de 1976, Italia, n° 302.

2. Se limpian las pulpas digitales perfectamente, p.e. con un pincel suave si están momificadas o con agua dulce en caso de tratarse de ahogados.
3. Se unta el pulpejo con algún tipo de aceite, ninguno en especial.
4. Con suavidad y delicadeza, se extiende con ayuda de un pincel muy suave y sobre el dedo al cual se le ha untado aceite; una película de pegamento vinílico, (acetato de polivinilo en emulsión acuosa, conocido comercialmente en Italia como "Vinaril").
5. Se procede a acelerar el secado del pegamento con ayuda de algún radiador eléctrico o secadora, hasta hacerlo transparente.
6. Con sumo cuidado se despega la película formada por el pegamento y se retira con pinzas; el aceite impide la adherencia de la película a la piel y facilita la toma.
7. El fragmento de película se depositará sobre una superficie negra y aparecerán las crestas en sombra y los surcos en claro, (ello dado que al haberse depositado una mayor cantidad de pegamento en surcos, la transparencia será menor que en crestas donde la capa es evidentemente más delgada); Esta película se aplanará en seguida, luego se hará una ampliación fotográfica y se comparará con la huella que aparezca en los archivos de la policía, la cual, deberá darse vuelta porque la huella impresa en el pegamento seco se nos presentará tal como la vemos al estudiarla directamente sobre el dedo.
8. La ventaja principal es que debido a la sutileza del procedimiento, no se destruye ni daña por ninguna circunstancia el dactilograma del dedo; además de que excluye el difícil procedimiento de la tinta, rodillo y las famosas "rodadas", que sólo se pueden apreciar de manera nítida cuando se tiene suficiente experiencia en la toma de impresiones. La técnica es aplicable a cualquier tipo de cadáver y los resultados son muy superiores a cualquier otra para necrodactilia.

Independientes a las consideraciones propias de cada técnica hay que considerar algunas otras que pudieran presentarse en otros casos, como por ejemplo, en putrefacción, quemaduras, mutilación, entre otras. Debe obrarse con las manos completas, nunca con los dedos aislados, para tal efecto las precauciones elementales que deben tomarse son las siguientes:

- a).- Evitar fricciones innecesarias, para impedir el desprendimiento de la epidermis.
- b).- En cualquiera de los casos mencionados la amputación de las manos debe hacerse con instrumentos de filo y no con sierras o serruchos; en el mismo sentido se debe cortar a nivel de las líneas articulares de las muñecas.
- c).- Nunca efectuar amputaciones parciales, interfalángicas o aisladas.
- d).- El embalaje se debe efectuar en frascos herméticos de boca ancha (para evitar introducciones forzadas); y rotulados.
- e).- No agregar ninguna especie de líquido o conservador al frasco, ni antes ni después de introducir la muestra.

## EMBALAJE DE HUELLAS

Por otro lado, es conveniente precisar que respecto al embalaje de las huellas, en caso necesario; deberá procurarse que los objetos remitidos no toquen las paredes de la caja en la que se guarden; tampoco se deben envolver en papel ni trapos que puedan rozar y con ello borrar las huellas allí localizadas.

Para manipular los objetos, se deben tomar con los dedos y sujetarlos de los bordes; en los cuales al ser angostos, no se podrá dañar la huella localizada y tampoco se podrá dejar ninguna propia.

En realidad, es difícil precisar un sistema adecuado de embalaje para huellas en objetos, ya que pueden ser tantos y tan variados que sería demasiado extenso describir el sistema de cada uno. El hecho es que, teniendo siempre en cuenta las normas básicas de cuidado para objetos puede efectuarse con relativa facilidad el embalaje adecuado.

Muy similar al embalaje pero más práctico resulta el "*trasplante de huellas*", el cual se efectúa enseguida de ser reveladas con algún reactivo adecuado como se verá más adelante; con un rollo de cinta transparente engomada de por lo menos tres centímetros. de ancho; se pega al extremo libre en el soporte en que se encuentra la huella, más o menos a un centímetro de distancia de uno de los costados de ésta, luego se extiende paulatinamente sobre la huella de manera que la cubra toda y en forma que la cinta no haga arrugas o bombas de aire, haciendo que la huella se imprima perfectamente.

Una vez efectuado dicho procedimiento se despega la cinta y se pega en la ficha o cartulina que deberá ser preferentemente de un color que forme contraste con el reactivo usado para el revelado; una vez efectuado este procedimiento la huella está lista para ser confrontada.

Cabe precisar que la importancia del hallazgo de huellas no sólo radica en encontrarlas; existe toda una metodología para revelarlas, levantarlas, embalarlas y confrontarlas. Además de precisas consideraciones prácticas cuando se han descubierto huellas en algún lugar en que se ha cometido un ilícito.

## Huellas Latentes

Las huellas digitales latentes se producen al ser depositada la grasa natural que se encuentra en las manos, y por el sudor que expelen los poros o glándulas sudoríferas, que en los casos de comisión de hechos ilícitos se encuentra altamente estimulada por la tensión nerviosa de quien va a efectuarlo.

Es conveniente anotar que las huellas en general, se pueden hallar en uno o varios de los siguientes estados :

- *Huellas moldeadas.*- Son las estampadas en materiales plásticos como manteca, jabón, goma, cera, alquitrán, mastique, masa, esperma y todas aquéllas sustancias similares.
- *Huellas visibles.*- Son aquéllas que están impresas en colorantes naturales o artificiales como la sangre, e inclusive la mugre; pinturas, tintas u otros materiales. En realidad presentan poca utilidad para la identificación de delincuentes ya que suelen ser borrosas o corridas, sin embargo el valor que aportan es que suelen indicar la trayectoria que siguió el delincuente en la comisión del ilícito. Generalmente este tipo de huellas no requiere de métodos especiales para revelarse.
- *Huellas latentes.*- Este tipo de huellas suele ser generalmente invisibles bajo la luz directa; pero con luz indirecta pueden descubrirse y una vez reveladas utilizarse. Por lo general son éstas últimas, el tipo de huellas que se encuentran con relativa mayor facilidad y en mayor cantidad, dado el gran número de lugares y objetos que pueden ser susceptibles de presentarlas; no poseen ninguna diferencia en cuanto a procedimiento de revelado, embalaje y materiales a emplear con respecto a los dos tipos restantes.

Lamentablemente el hecho de que éste tipo de huellas no sean tomadas en circunstancias ideales, sino que son obtenidas de una impresión efectuada de manera circunstancial, implica que no siempre sean de la mejor calidad.

Las huellas digitales incluyendo las latentes, pueden permanecer intactas sobre una superficie durante años, de manera que, con una técnica adecuada pueden ser reveladas y presentar alguna utilidad para confrontación; sin olvidar que las huellas digitales reveladas por cualquier método siempre deben ser fotografiadas pues sólo una fotografía constituye una prueba eficaz de que se han encontrado impresiones dactilares en determinado objeto.

#### 2.3.3.1 Técnicas Convencionales para Huellas Latentes

Cuando se tiene conocimiento de la comisión de un delito que haga necesaria la búsqueda de huellas digitales para identificar al delincuente, esta se debe efectuar con el debido orden y cuidado, a fin de no borrarlas, ni dejar sin explorar los lugares en donde puedan hallarse precisamente las que buscamos.

No obstante existen gran cantidad de sitios en los que sería prácticamente imposible espolvorear reactivos en todo el lugar para localizar huellas; por ello es conveniente esforzar la imaginación de acuerdo al tipo de ilícito de que se trate y descubrir así con mayor certeza los lugares y objetos que puedan estar relacionados con la comisión del hecho o con el presunto delincuente.

#### I. REACTIVOS ORDINARIOS

Existen diversidad de reactivos para revelar huellas; éstos están determinados para la superficie en que se localice la huella. Son conocidos como reactivos físicos ya que se considera que los hay también de tipo químico. En el medio de la Criminalística los más usados y fáciles de adquirir son los siguientes:

- a).- Albayalde
- b).- Aluminio-cobre
- c).- Betún de Judéa
- d).- Carbonato de plomo
- e).- Grafito
- f).- Negro de humo
- g).- Óxido de zinc
- h).- Polvo de aluminio
- i).- Sangre de drago; entre otros

En años recientes, los especialistas en el área de la salud, han formulado polvos para huellas digitales elaborados con sustancias orgánicas, ello con el fin de eliminar los riesgos que implica el contacto con componentes inorgánicos tan peligrosos como plomo, cadmio, cobre, silicio y mercurio, los cuales se encontraban generalmente contenidos en la mayoría de los polvos comerciales para usarse en este tipo de huellas.

En el mismo sentido se han elaborado polvos fluorescentes o también otros llamados fosforescentes para solucionar el problema de contraste que presente la obtención de huellas digitales en superficies con color.

#### *Procedimiento*

Una vez elegido el reactivo y determinado el lugar de localización de la o las huellas, se les espolvoreará reactivo usando una brocha de pelo de camello, o también con una pluma de avestruz; se toma con la misma brocha un poco de reactivo, se espolvorea suave y homogéneamente sobre la superficie que presenta la huella y luego se pasa la brocha varias veces de manera suave y siguiendo la dirección que presentan las crestas papilares que conforman la huella, hasta que

aparezca nítida; procediendo luego, a quitar con la misma brocha el reactivo sobrante.

En la actualidad aunque poco común y específicamente para determinados materiales como el papel, cuero, piel, muros entre otros; se utiliza el sistema del *polvo magnético* o *brocha magnética*, el cual es generalmente un instrumento de construcción simple parecido a un bolígrafo, cuya punta está magnetizada, y con reactivos similares a los enumerados, pero a base de hierro; se espolvorean las huellas y se logra mejor nitidez ya que las propiedades adhesivas de los polvos pueden revelar huellas donde no es posible hallarlas con los reactivos comunes.

El reactivo magnético presenta además, la ventaja de que con el magnetismo de la punta de la brocha, se pueden recoger todas las partículas que sobren del reactivo, sin trasladar suciedad de ningún tipo y con gran economía de reactivo.

Como se mencionó, existen además *reactivos fluorescentes* que tienen la propiedad de hacer más visibles las huellas dactilares cuando éstas se revelan con ellos.

Entre los más comunes se encuentran:

- Aceite refinado de oliva
- Aceite mineral
- Antipirina
- Antraceno
- Benzoato sódico
- Fenol
- Novocaína
- Sacarina
- Salicilato mercúrico
- Salicilato sódico

Los reactivos de referencia pueden encontrarse en polvo o pomada y se aplican generalmente a los lugares y objetos que usualmente son abstraídos, teniendo la precaución de aplicarlos en soportes que presenten colores similares a los del reactivo; para que no formen contraste y no puedan ser notados con facilidad.

Una vez descubierto el robo, por ejemplo; se reúne a todos los sospechosos con el fin de no hacer discriminaciones, y se les aplica en las manos la luz de la lámpara Wood, o luz ultravioleta; y entonces, aparece una fluorescencia especial de acuerdo al reactivo usado, que no dejará lugar a duda alguna sobre quien sustrajo lo desaparecido, e inclusive aparecerá en los objetos o ropas con que trató de cubrir lo robado.

Este tipo de reactivos al hacer contacto con la piel, producen una mancha de color generalmente oscuro, que puede ser negro, rojo o algún otro según el reactivo

usado; éstos colores son muy difíciles de quitar aún tras lavarse las manos con jabones o solventes y perdura aún varios días después.

Existen también otro tipo de reactivos similares que no necesitan el uso de la lámpara de Wood ya que producen, al poco tiempo de entrar en contacto con la superficie de la piel (básicamente por la composición química del sudor), grandes manchas en toda la extensión que estuvo en contacto con él y que son evidentes para cualquiera, dada su tonalidad y extensión; presentando grandes dificultades para ser eliminados.

## II. VAPORES

En algunas otras circunstancias como el encuentro de huellas en materiales como papel, cartón, madera sin pintar y algunas otras superficies porosas; se utiliza con frecuencia a los procedimientos que involucran una base de vapores químicos.

### *Yodo*

Por más de medio siglo se han empleado los vapores de yodo. Los cristales de yodo se vaporizan rápidamente al ser sometidos al calor y generan emanaciones violentas que son absorbidas por los aceites de la piel. Al colocar una muestra en una cámara con vapores de yodo o al "rociar" la misma con una pistola que contiene dicha sustancia, cualquier tipo de huellas latentes absorberán las emanaciones de yodo y se harán visibles, apareciendo de un color café amarillento.

Este tipo de huellas son sólo visibles mientras estén en contacto con las emanaciones por lo que hay que fijarlas de manera fotográfica con la mayor rapidez posible; lamentablemente las huellas con determinada antigüedad no aparecen claramente con la utilización del yodo; lamentablemente hay que considerar el hecho de que los vapores son tóxicos para el técnico y corrosivos para los materiales.

### *Cianoacrilato*

Es un vapor químico descubierto en 1982 por los examinadores de huellas digitales latentes del Laboratorio de Investigación Criminalística del Ejército de los Estados Unidos en Japón y la Oficina para el Control de Bebidas Alcohólicas, Tabaco y Armas de Fuego. Este método es especialmente útil para revelar impresiones latentes en objetos de uso doméstico como bolsas de polietileno, cintas

aislantes plastificadas, espuma de estireno, láminas de aluminio, celofán y bandas de goma.

Esta sustancia química es utilizada en la fórmula de elaboración del pegamento *Superglue*. Los vapores del pegamento se adhieren al residuo de la cresta de fricción de las impresiones latentes, se endurecen y producen los detalles del surco a medida que se condensan más partículas. La mejor manera para que la muestra entre en contacto con el vapor es en un compartimiento sellado herméticamente.

*Ninhidrina*  
(Hidrato de tricetohidrindeño)

La presentación de éste químico es en forma de solución o polvo blanco; los rastros de los aminoácido presentes en la transpiración humana, se enlazan a la ninhidrina y las impresiones aparecen en menos de una hora y siguen siendo visibles hasta un día después. El calor acelera el proceso y los técnicos en huellas latentes con frecuencia "planchan" sus muestras tratadas con éste químico. Su utilidad se ha manifestado principalmente en el revelado de huellas sobre papel.

*Nitrato de Plata*

Este químico produce una reacción al entrar en contacto con la sal (cloruro de sodio), producto de la transpiración natural, revelando así las huellas latentes cuya manifestación es muy parecida a la del químico anterior. En un examen sistemático de muestras el examen a base de nitrato de plata se efectúa luego del fumante químico y ninhidrina, ya que la solución de nitrato de plata elimina los restos de aceite y aminoácidos que pudieran encontrarse en la muestra. Generalmente es utilizado al 10% <sup>26</sup>, este reactivo también se aplica en capas delgadas para el revelado de dactilogramas sobre papel, una vez seca la solución, se expone a rayos de luz ultravioleta revelándose así en unos cuantos segundos la huella; que inclusive puede ser conservada hasta por un año si es preservada completamente en la oscuridad.

---

<sup>26</sup> El porcentaje de nitrato de plata en la solución, varía en los diferentes laboratorios; por ejemplo el FBI en Washington, emplea una solución al 3%.

### *Violeta de genciana*

Este elemento es también usado para revelado de huellas latentes, el violeta de genciana o el violeta cristal se emplea para teñir células epidérmicas muertas o transpiración dejada en casi cualquier tipo de superficie. Se usa una cinta para retirar todo aquello que podría estar presente en la superficie de la muestra, posteriormente se baña en una solución de violeta de genciana, retirando el exceso del colorante con agua ordinaria.

Existen otros materiales que suelen ser menos comunes y que también proporcionan resultados confiables como es el *Sulfuro de amoníaco*, para los casos de localizar huellas latentes en placas de vidrio, donde el procedimiento es similar al utilizado en el caso del yodo.

#### 2.3.3.2 Técnicas de Láser

Mucho se ha hablado del *rayo láser* en términos de tecnología, pese a ello muy poca gente conoce en realidad su significado; debido a lo anterior es necesario explicar someramente que el significado de su nombre es la abreviatura de la descripción en inglés "*Light amplification by stimulated emission of radiation*"; que significa: "amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación".

Básicamente es un sistema de amplificación de la luz que produce rayos u ondas de igual frecuencia y que están siempre en fase con una increíble intensidad. El aparato consiste en un tubo con espejos en los extremos, uno de ellos semitransparente; mismo que por ser coherente, puede llevar una señal, como la voz humana, música o imágenes de televisión.<sup>27</sup>

El primer aparato de láser lo fabricó el norteamericano *Theodore Maiman* en 1960 pero el invento fue un poco anterior y se le atribuye la paternidad al *Dr. Charles Townes* del Instituto Técnico de Massachusetts quien lo patentó en 1958.

La tecnología de láser, utilizada con fines criminalísticos, fue adoptada y puesta en práctica por primera vez en 1978 por el FBI, constituyendo toda una revolución en el revelado de huellas digitales latentes. La metodología para emplear el láser en el revelado de impresiones latentes es más sencilla de lo que generalmente se piensa.

El maestro *Zonderman* menciona que no hay necesidad de tratar previamente la muestra, y que con frecuencia el láser se utiliza antes que los otros métodos. Sin embargo, debido a que algunos procedimientos facilitan el revelado de las huellas,

<sup>27</sup> *Diccionario Enciclopédico Ilustrado*, op cit, pág. 2137.

a menudo se alterna el uso del láser con el de las otras técnicas. Los polvos fluorescentes son muy útiles para mejorar las imágenes antes de ser examinadas con el láser.

Primeramente, se pone en funcionamiento el rayo láser de argón, y la muestra se pasa por el área de observación. El examinador mira la muestra a través de unas gafas protectoras que sirven como filtros. Es posible observar muestras grandes a través de un cable de fibras ópticas, lo que permite al examinador enfocar áreas específicas. El filtro polarizador también puede emplearse con la cámara para huellas digitales.<sup>28</sup>

### SISTEMA AUTOMATIZADO DE IDENTIFICACIÓN PARA HUELLAS DIGITALES

En diversas oportunidades se ha hablado de la importancia de la tecnología en el ámbito de la Criminalística, básicamente en lo que se refiere a Sistemas de Identificación. Debido a esto es necesario mencionar que después del rayo láser los Sistemas Automatizados de Identificación de Huellas digitales (SAIH) se han colocado a la vanguardia, y son la primera área de aplicación de los conceptos primitivos de la inteligencia artificial en la labor de investigación, aunque muchos expertos no estén de acuerdo en llamar inteligencia artificial a la comparación computarizada de patrones dactilares.

Según este autor, se puede considerar a la inteligencia artificial como la emulación más cercana a la inteligencia humana efectuada por una computadora; esto es, el programa de la computadora emula la experiencia y habilidad del ser humano en aspectos como clasificación, búsqueda y confrontación de huellas dactilares.

#### *Componentes*

- Lector óptico con un programa digitalizador que puede "mirar" una huella dactilar (tarjeta impresa o huella latente); y crear un "mapa" geométrico espacial de los patrones que siguen los surcos y los detalles más pequeños de la huella, traduciéndolos a un código binario digital que luego se registra en la memoria de la computadora.
- Un algoritmo matemático permite que la computadora busque en un archivo de huellas digitales predeterminado y compare en unos cuantos minutos las nuevas huellas con las que se encuentran en el archivo y proporcione así un grupo de posibles huellas. La puntuación de umbral se fija en un punto donde

---

<sup>28</sup> Zonderman Jon, *op cit*, pág. 66-68.

la computadora reduce el campo de posibles iguales hasta un número razonable que puede cotejar el examinador en poco tiempo.

Sin embargo, en sus primeros años los SAII presentaron algunas dificultades como su constante incompatibilidad con sistemas existentes en el mercado que presentaban distintos algoritmos, afortunadamente esto se superó en 1987, cuando se creó un estándar nacional y se diseñaron sistemas de conversión para los sistemas adquiridos antes de establecer el estándar.

Otro inconveniente era que aunque podían buscar en archivos extensos, sólo proporcionaban al examinador un índice de posibles iguales, por tanto, el mismo técnico tenía que sacar del archivo las tarjetas con huellas o las reproducciones de huellas dactilares latentes. Una vez que la huella digital (latente o en tarjeta), es buscada y digitalizada, se puede almacenar para ser recuperada posteriormente, lo cual constituye una ventaja adicional.

En 1983 el FBI empezó a diseñar equipo para generar imágenes digitales de la calidad de huellas dactilares. Al combinar las imágenes digitales con un lector de segunda generación, también comenzó a trabajar en la clasificación computarizada de impresiones nuevas, lo cual completará la cadena y automatizará todo el proceso de identificación de huellas dactilares constante y permanentemente.

Además, como dato adicional, una compañía llamada *Fingermatrix*, ubicada en Nueva York ha creado un sistema que explora y digitaliza huellas dactilares vivas, para crear tarjetas decadactilares de imagen de computadora, que eliminan el proceso de entintar y rodar las huellas dactilares en el momento posterior al arresto. Existe un gran riesgo en todo esto ya que conforme mejore la tecnología, éste tipo de sistemas irá más allá de las agencias gubernamentales, haciéndolos más accesibles para todos, y es un área importante que debe de tener un control adecuado, debido a la importancia de sus aplicaciones y resultados.

Por otro lado, es necesario mencionar que una de las variantes más innovadoras dentro del sistema existente de identificación de huellas dactilares automatizado, es el que se encuentra utilizando y adaptando el FBI, ya disponible de manera piloto y que es consultado actualmente por más de 100,000 peticiones electrónicas remotas diarias (todo el país), ya que ofrece el archivo delictivo completo, de existir determinada persona, así como su huella o viceversa, e inclusive una lista de por lo menos 10 candidatos potenciales responsables de un hecho; ésta base de datos consta de más de 35,000 tarjetas de archivo de huellas dactilares y es alimentada diariamente aunque todavía de manera manual, por los datos captados en todo el país.

Además se pretende la captura de datos generales y relacionados con ilícitos, así como la propia huella desde el momento en que el infractor es detenido por algún motivo y que utilizando la misma red de acceso se puedan integrar mediante un

formato electrónico, automáticamente todos los antecedentes a la base nacional de datos del FBI. Esta situación evitará que una persona tenga más de un archivo delictivo ya que la intención es que todas las poblaciones se encuentren interconectadas; independientemente del hecho de que quede actualizado automáticamente. Tal es la magnitud de dicho sistema que dará servicio las 24 horas los 365 días del año; permitiendo además búsquedas latentes hasta que se integre la respuesta correspondiente. Se espera que al final de este año la entrada en vigor de una ley que regule jurídicamente hablando la captura, acceso y uso de ésta información debido a que la demanda se incrementará al doble para fines de éste siglo.

### **2.3.3 Odontología Forense**

La importancia de la Odontología Forense es evidente en la identificación de cadáveres que se encuentran mutilados, putrefactos o carbonizados, bien por traumatismos o por la acción del fuego, ya sea que se trate de hechos provenientes de accidentes de tránsito terrestre, aéreos o catástrofes de diversa índole.

Para la mayor parte de las Instituciones que imparten justicia, la evidencia es invaluable en la identificación personal y en Criminalística, por lo que pugna por un método válido, valioso y tan fidedigno como los métodos de identificación ya existentes; como son la dactiloscopia y la clasificación de grupos sanguíneos, entre otros.

La participación del odontólogo forense es esencial ya que no sólo está capacitado en el conocimiento de la odontología en general, sino que debe abarcar todas las especialidades dentales, además de tener una experiencia práctica de los aspectos legales de la materia, para colaborar con el médico forense y la Ley.

Para la identificación, la Odontología Forense siempre requiere de información anterior a la muerte de la persona, es decir, necesita un registro ante mortem para establecer los puntos de comparación en el Cadáver; pero a pesar del esfuerzo de las Instituciones de Salud Pública, la atención dental en México a nivel masivo es precaria, por lo que resulta difícil encontrar expedientes dentales para tratar de establecer la identidad de alguna víctima, limitándose sólo a aquellas personas que cuentan con un servicio dental a nivel institucional o con cirujanos dentistas particulares.

De manera que la Odontología Forense es una de las principales fuentes de ayuda en la Medicina Forense, basándose en técnicas y recursos confiables para identificar cadáveres que por los métodos convencionales establecidos no se logra determinar su identidad.

En México hacia 1974 el Servicio Médico Forense del Departamento del Distrito Federal creó el *Departamento de Identificación* que incluye: Odontología Forense, Medicina Forense y Antropología Forense, En el cual, el C.D. *Oscar Lozano y Andrade*, Perito Odontólogo Forense, en coordinación con el *Físico José María Lujan Saldivar*, Perito Antropólogo Forense y colaboradores, han resuelto diversos e interesantes casos de identificación, entre los cuales destaca el accidente aéreo de la línea Wester Air Lines ocurrido en el Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México en 1979; el caso de aeronaves del Perú sucedido en el Estado de México en 1980, y el caso Monterrey en 1979.

Con lo anterior nos enseña la importancia de elaborar expedientes dentales de los pacientes y tener un registro de los trabajos realizados, porque posiblemente ésta acción llegue a proporcionar información importante en la identificación del cuerpo de algún sujeto desconocido en un momento posterior.

*La Odontología Forense* es un método de identificación que trata del manejo y examen adecuado de la evidencia dental y la valoración y presentación apropiadas de los hallazgos dentales en interés de la justicia.

*La Odontología Legal* es la rama de las ciencias médicas que apartándose de la terapéutica, forma un lazo de unión entre la Medicina y el Derecho. De igual manera es una disciplina que se encarga de la identificación de los sujetos por medio de sus arcadas dentarias, que por alguna circunstancia adversa han perdido las características físicas que nos pudieran ayudar a determinar su identidad

En su evolución, los elementos dentarios de identificación se desarrollan paralelamente a la edad del individuo. Desde la séptima semana de vida intrauterina hasta después de los 25 años de edad tiempo aproximado en que termina la erupción, señalando en forma visible y a manera de corroboración los distintos ciclos de la existencia, estableciendo cuadros que brindan puntos importantes de partida al experto para sus investigaciones periciales en la identificación de cadáveres o restos humanos, aplicando conocimientos respecto a las características que presentan las piezas dentarias, las que además del orden cronológico poseen particularidades individuales de forma, posición, número, anomalías de volumen, alteraciones patológicas, restauraciones y accesorios de apoyo.

La mayoría de los Cirujanos Dentistas en su práctica diaria llevan a cabo un registro de sus pacientes a los cuales se les ha realizado algún tipo de tratamiento, lamentablemente esto no se puede generalizar, quedando latente el hecho de que este tipo de acciones ayudaría a la identificación de tantos sujetos que ingresan y permanecen en los Servicios Médicos Forenses como desconocidos.

## ÁREAS DE APLICACIÓN

- ☺ Antropología
- ☺ Diagnóstico de edad, raza y sexo
- ☺ Diagnóstico del niño maltratado
- ☺ Evaluación radiológica
- ☺ Examen de los senos
- ☺ Examen de mordeduras
- ☺ Hábitos personales
- ☺ Identificación en homicidios (en masa o individuales)

### *Técnicas de Odontología Forense para Identificación de Personas vivas o muertas*

#### 2.3.3.1 Fichas Dentales

Es un documento en el cual por medio de un esquema se anotan el estado de las piezas dentales, incluyendo procesos cariosos, obturaciones, prótesis, etc.

La ficha dental es el documento que contiene las características de los elementos dentales de un individuo determinado. Formando parte de la ficha dental tenemos el *odontograma* que es el medio para presentar en forma gráfica, el nombre y las características de los órganos dentarios.

#### VENTAJAS DEL ODONTOGRAMA

- 1.- Fácil de entender en su lectura, aún para personas que desconozcan de odontología.
- 2.- Fácil de realizar.
- 3.- Fácil de transmitir por cualquier medio de comunicación.

Para designar de una manera más práctica los nombres de cada una de las piezas dentales, los cuales resultarían largos y difíciles de manejar, se han elaborado los Sistemas de Numeración, consistentes en sustituir estos nombres, con números o letras.

## SISTEMAS EN EL USO DEL ODONTOGRAMA

### *Sistema Zimondy*

Representa las piezas por medio de letras mayúsculas y números romanos en la primera dentición y números arábigos en la segunda dentición. Esta ideado en cuadrantes con una línea horizontal que indica superiores e inferiores, y un vertical para derecho e izquierdo.

### *Sistema Universal*

Se toma a partir del tercer molar superior derecho asignándole el número 1; se continúa con el segundo molar del mismo lado con el número 2 y así sucesivamente hasta llegar al tercer molar superior izquierdo al cual le corresponde el número 16, completándose el maxilar superior. De manera similar con el inferior designándole el número 17 al tercer molar inferior izquierdo siguiendo el número progresivo hasta el tercer molar inferior derecho que sería el número 32.

## OBJETIVO DE ELABORAR FICHAS DENTALES

La elaboración de fichas dentales tiene como objeto el obtener un registro, tanto a nivel institucional como en la práctica privada de cada paciente para que de una forma sencilla, constante y accesible, se tenga un panorama de su cavidad bucal, siendo un dato importante y de utilidad para un caso de identificación.

### *Tipos de fichas dentales:*

- 1.- *Ante Mortem.*- Esta ficha es aquella que se realiza con individuos vivos.
- 2.- *Post Mortem.*- Es la ficha en la cual se hacen anotaciones, particularidades o modificaciones sufridas en las piezas dentales, para identificar el cadáver de un sujeto desconocido.

La identificación de cadáveres por medio de fichas dentales requiere que se tenga a la disposición registros dentales ante mortem para compararlos con datos obtenidos de la ficha post mortem.

En el Servicio Médico Forense del Distrito Federal se utiliza la ficha dental post mortem, Idento-odonto-estomatograma, diseñada por el C.D. *Oscar Lozano*, Perito Odontólogo Forense, la cual contiene datos como sexo, edad, número de averiguación previa y/o expediente, y a la vez presenta un diagrama con las

piezas dentales con base en el sistema universal. Pudiendo auxiliarse para el aspecto de la edad en algunas tablas ya elaboradas, tal es el caso de la establecida por el Dr. Ernestino López de Silva para establecer los cambios dentarios, básicos para determinar con mayor precisión la edad cronológica del cuerpo a identificar.

| DENTICIÓN TEMPORAL             |       | DENTICIÓN PERMANENTE     |        |
|--------------------------------|-------|--------------------------|--------|
|                                | Meses |                          | Años   |
| Incisivos centrales superiores | 7     | Primeros grandes molares | 6      |
| Incisivos centrales inferiores | 9     | Incisivos centrales      | 6 a 10 |
| Incisivos laterales superiores | 11    | Incisivos laterales      | 8      |
| Incisivos laterales inferiores | 13    | Primeros molares         | 9      |
| Primeros molares superiores    | 15    | Segundos molares         | 11     |
| Primeros molares inferiores    | 17    | Caninos                  | 11     |
| Caninos                        | 22    | Segundos grandes molares | 12     |
| Segundos molares               | 26    | Terceros grandes molares | 18     |

Por otra parte en los países escandinavos se sustituyó la ficha dental por la fotografía dental que primero se utilizó en blanco y negro, lo que no permitía la diferenciación de los elementos metálicos en su color, pasándose a la fotografía en color, la cual permite apreciar el cromatismo de los distintos trabajos efectuados en la boca.

En Dinamarca y Suecia actualmente se utiliza una nueva concepción de la fotografía en color, el método consiste en emplear en la fotografía de la persona una escala de colores para luego comparar los distintos metales como son restauraciones y prótesis.

### 2.3.3.2 Modelos de estudio

Son reproducciones o copias de los órganos dentarios y procesos maxilares que serán utilizados para diferentes fines. Tienen como meta llevar a cabo un comparación en peritajes de identificación, ya que nos proporcionan datos característicos de estructuras dentarias y tejidos blandos de una persona en particular.

## TIPOS

- 1.- *Modelos de Estudio* o también llamados anatómicos, son auxiliares para el diagnóstico y tratamiento ortodóntico y de cirugía, determinantes en la identificación forense.
- 2.- *Modelos de Trabajo*.- Son utilizados para el diseño y elaboración de aparatos que ayudan a la rehabilitación funcional de la cavidad oral del paciente.

## TÉCNICAS DE ACCESO A LA CAVIDAD BUCAL EN CADÁVERES

Cuando se trata de cadáveres en los cuales es difícil un acceso a su cavidad oral para elaborar fichas dentales, se practica cualquiera de las siguientes técnicas:

### *Técnica extraoral con corte de comisura-tragus*

Por lo general se aplica a cuerpos con rigidez cadavérica, carbonizados, mutilados, en estado de putrefacción o momificación, la técnica utilizada consiste en trazar una línea desde la comisura labial hacia el tragus de la oreja en ambos lados de la cara, se realiza la incisión con una profundidad suficiente para lograr el corte de todos los planos anatómicos al paso, se disecan los tejidos blandos en forma de libro con una legra, hasta descubrir el hueso, logrando de ese modo la desarticulación de la mandíbula. Una vez obtenidos los registros se sutura.

### *Técnica extraoral inframandibular o estética*

Se utiliza para cuerpos momificados principalmente, se traza una línea desde la parte baja del lóbulo de la oreja, siguiendo la parte posterior de la rama ascendente de la mandíbula hasta el gonion y continuando por el borde del cuerpo hacia el mentón, siguiendo hasta el extremo opuesto hasta llegar al lóbulo de la oreja contraria.

La disección se efectúa en forma sistemática desde la piel hasta el hueso, hasta descubrir el cuerpo y las ramas de la mandíbula, tanto por vestibular como por lingual, realizándose con bisturí, legra y pinzas. La desarticulación se hace auxiliándose del bisturí y la legra para el periostio, pudiendo ser retirada y limpiada para tomar la impresión fuera de la boca, en tanto que el maxilar superior será dentro, aunque puede ser también fuera pero en casos especiales.

### Técnica condilar

Consiste en realizar una incisión a nivel de los condilos, teniendo acceso y localización de la articulación temporo-guion-mandibular, desplazando los condilos de su cavidad glenoidea y efectuando el movimiento de apertura, para su impresión se requieren alginatos, yeso piedra, glicerina y gasas; como instrumental separadores, porta impresiones, taza de hule y espátula para yesos.

Se abre la cavidad oral con los separadores, procurando no fracturar las piezas dentales, se empaqa y se seca con las gasas y se seleccionan los porta impresiones superior e inferior, hidratándose los tejidos deshidratados con glicerina, para que los alginatos puedan desplazarse fácilmente. Se mezcla el alginato, empacándolo inmediatamente en el porta impresión para introducirlo a la cavidad, colocándolo desde la zona retromolar hacia adelante, oprimiendo con una sola intención firmemente desplazando carillos y labios para impresionar correctamente los tejidos blandos.

### 2.3.3.3 Radiología

En el año de 1895 a un hombre llamado *Wilhelm Conrad Roentgen*, se le ocurrió exponer durante algún tiempo las manos de su esposa a la radiación de un tubo de Crookes (electrones emitidos en una especie de ampolla de cristal cerrada casi al vacío que produce una serie de relámpagos violáceos), colocando debajo una placa fotográfica, el resultado: *la primera radiografía de la historia*. Que pese a ser la imagen, evidentemente burda y fantasmagórica de los huesos de una mano, representó uno de los mayores descubrimientos de finales del siglo XIX. Por cierto, que el nombre de "*Rayos X*", lo eligió porque no tenía la menor idea de la naturaleza exacta de lo que había descubierto.

Hoy sabemos que un rayo "X" es una radiación electromagnética de la misma naturaleza de la luz, pero con una longitud de onda diferente. Las propiedades del rayo van desde su capacidad de poder atravesar la materia, ser absorbido por los elementos con los que se encuentra y una propiedad de carácter químico, reduce el bromuro de plata de una placa fotográfica, es decir, puede imprimir una imagen sobre una emulsión.

Para fines de identificación comenzó con la *Roentgenología Judicial* (estudio de los rayos "X" con aplicaciones judiciales), mas tarde sustituido por la *Antropometría Radiográfica* en 1899, y en 1914 utilizada en Berlín, Alemania; por un científico de apellido Kronecken con aplicaciones dactiloscópicas y como complemento de las fichas de identificación.

La ventaja primordial que se obtiene con el empleo de los rayos "X" en las diversas técnicas de identificación en las que se puede aplicar reside en que todos los datos obtenidos sobre el sistema óseo son inmutables, pudiendo ser confirmados inmediatamente después de localizado un cuerpo, sin importar su estado. Ésta situación es debida principalmente a que el tejido óseo se conserva durante meses e incluso años, preservando todas sus características estructurales.

El siete de abril de 1934, el Dr. Luis Delcros presentó una tesis doctoral que tituló "*Ensayo de un método radiográfico de identificación*", a base exclusivamente de los rayos "X"; éste estudio se inclinaba a efectuar un estudio completo de los senos frontales, para poder diferenciar a los seres y, por ende, establecer una identificación.

La aplicación más conocida del fenómeno de los rayos "X", es la radiografía médica. Por ende, la Radiología juega un papel importante en la Ciencia de la Odontología Forense. Y es el paso siguiente al examen clínico detallado de un cuerpo; mucha de la investigación subsecuente la indica la radiología, toda vez que ocasionalmente es necesaria la remoción de tejido para el examen de laboratorio.

El examen radiológico comúnmente se realiza sin quitar el tejido y debe llevarse a cabo al principio en una investigación y no como una reacción tardía. La apariencia radiológica de los dientes y los huesos de la cara es un registro permanente de esos tejidos e incluso este se tiene disponible para referencia cuando los dientes y las secciones del hueso tienen que removerse para el examen histopatológico.

El uso principal a que se puede dirigir la radiología en la odontología forense es a la identificación de víctimas. En principio la radiología ayuda a formar un expediente sobre el individuo que se encuentra bajo investigación estableciendo edad, sexo, altura y raza. Una vez que se ha hecho una identificación tentativa, las radiografías ante mortem (de existir), se comparan con las películas post mortem ayudando a establecer una identificación positiva.

La moderna tecnología de la informática ha llegado a la aplicación forense; logrando combinar y sustituir la tradicional aplicación radiológica con soportes digitales parecidos a un disco óptico; gracias a lo cual, el forense puede manipular las imágenes a su gusto con gran rapidez, creando además la posibilidad de que todos los datos estén a disposición del personal con sólo abrir el archivo correspondiente capturado en una computadora.

Sin lugar a dudas, el accesorio que ha revolucionado la historia de las observaciones radiológicas ha sido el *escáner*; con lo cual termina la gran limitación unidimensional de las tradicionales láminas dando origen a una visión tridimensional en una computadora así como al color de las piezas óseas de estudio. Tal es la importancia de éste instrumento que puede ser utilizado no sólo por radiólogos sino por cirujanos, traumatólogos, odontólogos, etc. Obviamente las ventajas que ofrece a un investigador forense son ilimitadas ya que no sólo puede utilizarse en odontología forense sino en diversos tipos de reconstrucción con fines de identificación en restos humanos.

La última mejora en éste sistema de visualización es la llamada adquisición volumétrica o helicoidal. Tal procedimiento consiste en que un escáner convencional captura la imagen que "visualiza" un tubo de rayos "X" que gira continuamente 360° alrededor de la pieza de estudio o en su caso de un paciente, hasta formar una "tajada" de una zona determinada del cuerpo y envía la información a una computadora que va integrando la imagen completa.

Este tipo de visualización se le llama 3-D, debido a que es presentada en 3 dimensiones con movimientos ilimitados; éste tipo de tecnología evita completamente la manipulación de las piezas de estudio, óseas o dentarias lo cual desecha completamente el hecho de deteriorar piezas o cuerpos como parte del estudio a efectuar. Increíblemente útil en el área de reconstrucción facial, lamentablemente en las instituciones de investigación e impartición de Justicia Mexicanas, no se tiene la capacidad económica para la adquisición del equipo técnico adecuado y mucho menos para su capacitación y utilización de manera usual, aunque sus aplicaciones y resultados sean excepcionales.

#### 2.3.3.4 Fotografía Odontológico Forense

La fotografía puede constituir una herramienta valiosa ya que es más gráfica y comprensible que una descripción detallada por obvias razones.

La documentación fotográfica previa a un tratamiento puede ser fundamental desde el punto de vista médico-legal, en el supuesto que una falsa interpretación da origen a una mala investigación.

Como técnica de identificación odontológica, la fotografía se basa en las siguientes tomas:

1. Cara: Norma frontal, lateral derecha y lateral izquierda.
2. Boca: Anterior, oclusal-maxilar-superior, ocluso-mandibular, lateral derecha, lateral izquierda.

Usos:

- 1.- Método de enseñanza.
- 2.- Registro de cambios en tejidos (recuperación, regeneración).
- 3.- Auxiliar de la Fotorugoscopia y huellas de mordedura.
- 4.- Otros registros de importancia.

### 2.3.3.5 Marcación de Prótesis

Cada una de las técnicas de odontología forense para identificación es adecuada para aplicarse a determinada circunstancia. La de Marcación de Prótesis es utilizada principalmente en los casos de desastres en masa, en los que se utilizan los registros dentales que se lleguen a encontrar en las prótesis de las víctimas para intentar su identificación, es lo más difícil debido a que pocos cirujanos efectúan este tipo de marcas en los trabajos realizados a sus pacientes.

La marcación de prótesis es un trabajo extra para el Cirujano Dentista dado que debe ser meticulosa cuando es hecha por ellos mismos; sin embargo, la marcación puede ser realizada por el laboratorio empleando un método especial que evite confusiones entre las prótesis de varios pacientes. Dicha marcación puede efectuarse grabando las iniciales del laboratorio, del paciente, del médico e inclusive por alguna fecha en particular, que indique la época del trabajo dental, el expediente del paciente o algunas otras fechas.

Todo esto es de gran ayuda cuando se trata de identificar plenamente un cadáver ya que reduce de una manera importante, el trabajo del Odontólogo Forense.

Dichos registros sobre los que se basa ésta técnica son:

- I. *Prótesis parciales*.- Pueden proveer una evidencia invaluable en la identificación, ya que reemplazan funcionalmente los dientes ausentes del paciente, formando un modelo individual.
- II. *Prótesis totales*.- No aportan mucha evidencia si se efectúan de manera no particular (serie) y con materiales iguales como el acrílico rosa para base y dientes. Esta circunstancia dificulta grandemente la identificación.

### FACTORES PARA IDENTIFICAR PRÓTESIS TOTALES

- a) La forma del área auxiliar del paladar (Post-dams)
- b) Color del acrílico
- c) Nombres y/o números marcados por el laboratorio

- d) Forma, tipo y profundidad del paladar
- e) Acabado vestibular anterior
- f) Festoneado
- g) Material, modelo y medida de los dientes artificiales
- h) Espacio retromolar
- i) Detalles de reparación
- j) Si los modelos de yeso o provisionales de las prótesis se encuentran disponibles

#### ELEMENTOS DE MARCACIÓN

En Colombia, el Dr. Echeverri y colaboradores, después de realizar diversas pruebas de marcación de prótesis llegaron a la conclusión de utilizar una laminilla de oro o acero inoxidable con la inscripción de los siguientes datos:<sup>29</sup>

- 1.- Nombre (sólo la inicial), apellido completo o preferentemente nombre y apellidos completos, seguidos de la edad del paciente.
- 2.- Debajo de estos datos la ciudad o población donde se realizó la prótesis, finalmente los dos últimos dígitos del año en que se encuentre.
- 3.- Nombre y apellidos del profesional, anteponiendo la abreviatura indicadora de la profesión, en este caso "Dr." p.e.

*A. Velez T./30  
Medellín/68  
Dr. A. Echeverri M.*

No especifica las medidas de la laminilla, solamente hace la observación de que sea lo suficientemente adecuada a las dimensiones del paladar del paciente.

Por otro lado se ha propuesto la inclusión de la laminilla con algunas variantes en los datos. Existe diversidad de técnicas para marcar las prótesis, por ejemplo, en los Estados Unidos se realizan algunas técnicas de gran sencillez como son las de anotar con bolígrafo común los datos, sellando dicha superficie con un barniz.

En la Sociedad Británica de Protopodencia utilizan entre otros métodos de marcación el uso de los siguientes:

- a).- Una placa de latón o acero de 0.050 mm de espesor y una medida de 3x1 centímetros marcando los datos con un bolígrafo.
- b).- El uso de papel y tinta india.
- c).- Papel de 2x0.5 centímetros y bolígrafo.
- d).- Placa de metal de 0.050 mm. de grosor con los datos grabados.

---

<sup>29</sup> Echeverri M. Alfonso. "La Odontoscopia como Ciencia Auxiliar de la Justicia". Edit. Difusión. Medellín, Colombia, 1980.

e).- Banda de Ortodoncia de acero inoxidable con datos grabados.

Cualquiera de éstas inclusiones pueden efectuarse debajo de los molares, o en las superficies vestibulares, palatinas o linguales de las prótesis. Pese a las posibilidades enumeradas, se prefiere trabajar con inclusiones en algún tipo de metal ya que éstas pueden llegar a resistir temperaturas de 900° y hasta 1000° C.

Siguiendo las ideas del *Dr. Echeverri* otro ejemplo sería el siguiente:

Datos:

Prótesis marcada:

|                       |                     |                          |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| Nacionalidad:         | <i>Gran Bretaña</i> | <i>GB. - D.35461</i>     |
| Reg. del médico:      | <i>35461</i>        | <i>14.10.70 - No.132</i> |
| Fecha de la prótesis: | <i>14/10/70</i>     |                          |
| Orden del Lab. núm.:  | <i>132</i>          |                          |

En México el sistema más usual es el uso de laminillas grabadas e incluidas por el laboratorio dental en la prótesis, generalmente incrustadas en la zona del paladar.

La especie, la raza, el sexo, la talla, la edad, los hábitos individuales y muchas veces las ocupaciones, lo mismo que los antecedentes patológicos se graban en el aparato dentario, así, el conjunto de caracteres físicos de las piezas dentarias basta para distinguir a un individuo incluso después de la muerte, en virtud de que éstos resisten la putrefacción y de manera relativa el fuego.

Lamentablemente la aplicación de cualquiera de las técnicas resultarían invalidadas sin la presencia de datos ante mortem que nos ayudaran a desechar o no la identidad positiva del sujeto.

### 2.3.4 Reconstrucción Facial<sup>30</sup>

El Sistema de Identificación por medio de la Reconstrucción Facial, se aplica básicamente al estudio de la forma de los cráneos intentando reconstruir su fisonomía con auxilio de la Antropología Física. Mediante técnicas de escultura o moldeado, éstas pueden llevarse a cabo con elementos como arcilla, plastilina, silicones u otro material; todo ello con objeto de lograr una identificación positiva del cuerpo o restos investigados.

<sup>30</sup> Técnica aplicada actualmente en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal para identificar a personas descarnadas, putrefactas o quemadas.

Sin embargo, también se aplica desde la reconstrucción del propio cráneo, comparaciones con fotografías y/o restauración de la cabeza completa a partir del cráneo.

Un cráneo puede darnos aproximaciones valiosas sobre la edad, sexo y grupo étnico, es decir, el cráneo es como un centro óseo de la cabeza y la cara, contribuyendo con esos datos a gran parte de la identificación.

Para una reconstrucción de arcilla sobre cráneo (la más común), no requiere más que el moldeo de un busto en arcilla y el auxilio de un Antropólogo Físico.

#### TIPOS DE RECONSTRUCCIÓN

##### *Reconstrucción Craneal a partir de Retratos*

La técnica consiste en dibujar el contorno craneal en base a tres medidas:

- 1.- Un contorno transversal y la fotografía del cráneo en una vista facial.
- 2.- Un contorno sagital y la fotografía del cráneo en una vista lateral.
- 3.- Un contorno horizontal y la fotografía del cráneo en una vista vertical.

Una vez efectuado esto, se compara el contorno craneal dentro del retrato (que a diferencia de la fotografía es elaborado por un artista, a lápiz, pincel o carbón).

Automáticamente se podrán observar las diferencias o no con relación al punto de referencia (retrato), aunque para mayor seguridad es conveniente que esté presente el Antropólogo Físico.

##### *Reconstrucción del Cráneo a partir de una Fotografía*

Ana María Mendoza, reporta que al examinar un cráneo para conocer la edad, sexo y grupo étnico, la fotografía es un útil auxiliar basándose en una inspección visual.<sup>31</sup>

Diversos investigadores han utilizado para la identificación de víctimas la sobreposición fotográfica, obteniendo buenos resultados, por lo que se recomienda esta técnica siempre y cuando sea posible. Y el procedimiento es el mismo que para el caso anterior.

---

<sup>31</sup> Mendoza M. Ana María, "Identificación Antropo - Odontológica Legal". Tesis Recepcional, ENEP Izacala, México, 1974, pág. 92.

Puede darse el caso de que la posición de la cabeza en la fotografía no corresponda precisamente el trazo craneal, por lo que es importante corroborar esta situación y tratar de evitarla.

#### *Reconstrucción de la Cabeza a partir del Cráneo*

En éste sistema generalmente se utilizan datos y medidas tomadas cuidadosamente del cadáver, como son grosor del tejido de la cabeza y cara del cuerpo.

*Krogman*<sup>32</sup>, sugiere usar una aguja delgada con un pequeño trozo de goma, la cual penetra al tejido hasta chocar con el hueso formando un ángulo recto, se anota un número en el sitio de punción, quedando el trozo de goma en la superficie del tejido.

La distancia de la punción hacia el trozo de goma es medida en milímetros, registrándose así el grosor del tejido en esa zona. A partir de estas medidas, se han elaborado una serie de tablas correspondientes al grosor del tejido, estableciendo un parámetro de diferencia de acuerdo al sexo.

Las principales medidas a considerar para efectuar un busto son las siguientes:

- ◆ Relación del hueso de la órbita con el ojo.
- ◆ Tipo de nariz.
- ◆ Localización de la oreja.
- ◆ Ancho de la boca.
- ◆ Largo de la oreja.
- ◆ Forma del mentón.
- ◆ Ancho de la frente
- ◆ Forma de los pómulos

---

<sup>32</sup> Krogman Wilton Marion, *"The Human Skeleton in Forensic Medicine"*, Thomas Books Symbol of Leadership, 2a. printing, Springfield, Illinois, USA, págs. 162 -164.

### 2.3.5 Retrato Hablado

El *retrato hablado* de Bertillón, era utilizado en sus orígenes solamente como complemento de la ficha antropométrica; tenía características peculiares que se basaban en la división tripartita de las cualidades posibles de cada órgano.

#### Cualidades

| MENSURATIVAS | FORMALES     |              | CROMÁTICAS |
|--------------|--------------|--------------|------------|
| • pequeño    | • cóncavo    | • horizontal | • rubio    |
| • mediano    | • rectilíneo | • levantado  | • castaño  |
| • grande     | • convexo    | • abatido    | • oscuro   |

\* Los mínimos y máximos en las cualidades mensurativas son susceptibles de subdividirse en "muy" y "ligeramente".  
 \* En las cualidades cromáticas cada una se puede subdividir en clara, mediana y oscura. Considerando las graduaciones especiales para cabellos y piel.

#### Rostro humano:

- Frente.- comprendida desde la inserción del pelo hasta la raíz de la nariz.

| FRENTE              |  |
|---------------------|--|
| Arcos superciliares | Según su relieve: pequeño, mediano y grande.   |
| Inclinación*        | Oblicua, intermedia, vertical, prominente y abombada.<br>Se observan imaginariamente formando un ángulo recto. |
| Altura              | Pequeña, mediana y grande.   |
| Anchura             | Pequeña, mediana y grande.   |
| Particularidades    | Surcos frontales y fosa frontal.   |

\* en cada característica quedan comprendidos el "muy" y el "ligeramente".

- Nariz.- Comprendida desde la raíz de la misma hasta su base, o sea, la parte más baja del tabique nasal.

| <b>NARIZ</b>  |
|---|
| Tamaño.- pequeña, mediana y grande.                   |
| Altura.- pequeña, mediana y grande.                   |
| Dorso.- recto, cóncavo, convexo.                      |
| Base.- horizontal, levantada y abatida.               |
| Saliente.- pequeño, mediano y grande.                 |
| Espacio naso-bucal.- pequeño, mediano y grande.       |
| Comisuras.- horizontales, caldas y levantadas.        |
| Mentón.- inclinación, huyente, vertical y prominente. |
| Altura.- pequeño, mediano y grande.                   |

- Espacio naso-bucal.- comprende desde el límite del tabique nasal hasta la punta del mentón.
- La altura general de la cara se practica en cada sujeto en particular.

| <b>CARA</b>         |                   |                    |                   |                          |
|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|
| Inserción del pelo  | Raíz de la nariz  | Espacio naso-bucal | Mentón o barbilla | Punta externa de la ceja |
| Frente              | Dorso de la nariz | Labio superior     | Punta del mentón  | Ala de la nariz          |
| Arcos Superciliares | Punta de la nariz | Labio inferior     | Cejas             | Tabique de la nariz      |

| <b>CEJAS</b>                      | <b>CABELLO</b>                      | <b>OREJAS</b>                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Unidas, próximas o separadas.     | Inserción: círculo y punta.         | Descripción del miembro derecho.    |
| Arco, rectas, sinuosas, oblicuas. | Ondas, lanoso, crespo, lacio.       | Rectangular, redonda, ovalada, etc. |
| Escasas, medianas, abundantes.    | Calvicie: frontal, tonsural, total. | Tamaño.                             |
| Naturales, pintadas.              | Obs.: tintes, cortes, quemaduras    | Con adornos o no.                   |

| OJOS      | CABELLO Y CALVICIES     |                    | BIGOTE Y BARBA |            |
|-----------|-------------------------|--------------------|----------------|------------|
| Chicos    | Lacio                   | Puntas ascendentes | Abundante      | Abundante  |
| Medianos  | Ondulado                | Coronaria          | Normal         | Escasa     |
| Grandes   | Chino                   | Frontal            | En puntas      | Candado    |
| Hundidos  | Crespo                  | Total              | Escaso         | Piocha     |
| Saltones  | Blondo                  | Frontocoronaria    | Est. mosca     | En orillas |
| Caídos    | Lanoso                  | Otros              | Est. káiser    | Otros      |
| Alargados | Común (hacia atrás)     |                    | Otros          |            |
| Redondos  | Dividido (centro, lado) |                    |                |            |
| Otros     | Otros                   |                    |                |            |

Características que se anotan en el retrato hablado:

1. *Borde o élix*.- Original, superior, posterior; que pueden ser: pequeño, mediano y grande.
2. *Lóbulo*.- Contorno, adherencia y altura.
  - a) En escuadra, en punta descendente, en golfo.
  - b) Descendente, parcialmente adherido, separado.
  - c) Pequeño, mediano y grande.
3. *Antitrigo*.- Inclinación, perfil, volumen.
  - a) Horizontal, intermedia o inclinada.
  - b) Cóncavo, rectilíneo, intermedio o saliente.
  - c) Pequeño, mediano y grande.
4. *Trago o saliente*.
  - a) Bifurcado.
5. *Antiélix*.- Se divide en repliegue superior (borroso, intermedio, acentuado); y repliegue inferior (cóncavo, intermedio o convexo).
6. *Foseta digital*.- Anotar la anchura y la profundidad.

### 2.3.6 Superposición Radio-Fotográfica Cráneo-Cara<sup>33</sup>

La Superposición Radiográfica tiene su origen en trabajos realizados por *Glaister y Bresch* (ingleses), y consiste en la superposición de radiografías (craneales), con fotografías faciales.

La Superposición Fotográfica de rostro y cráneo del individuo que se pretende identificar se efectúa de frente y perfil de tres cuartos, lo anterior obedece a los trabajos que realizó el investigador argentino *Piacentino*. La Superposición Fotográfica de rostro y cráneo en planos frontal y lateral obedece a los trabajos de los polacos *Malinowski y Porawski*.

Esta técnica fue aplicada por primera vez en 1934, en el caso *Ruxon* estudiado por *Jurgen Thorwald*<sup>34</sup> y en 1935 según el *Dr. Moreno González* en un caso sucedido en Edimburgo, Inglaterra donde se identificaron los cuerpos de una niñera y su patrona, asesinadas por un médico.

Este sistema de identificación se encuentra en relación estrecha con el de reconstrucción facial debido a que en muchas ocasiones el cráneo utilizado para la reconstrucción facial es estudiado anteponiéndolo a una fotografía de la probable víctima y con auxilio de elementos radiográficos.

Una vez dispuestos los elementos técnicos, con auxilio de un antropólogo forense se podrán efectuar las apreciaciones fisonómicas respecto de ambos debido a que la estructura craneal difiere en muy poco respecto de la estructura que presenta en vida, así que las grandes curvas de la cara podrán observarse perfectamente; de manera que con un análisis profundo de ambos se puede emitir un dictamen positivo o no, respecto a la identificación de la víctima.

El maestro *Soto Izquierdo*<sup>35</sup>, afirma que primero se debe realizar la reproducción de una foto en buen estado de la presunta víctima, confeccionándose una diapositiva de la misma a tamaño de 5x7 centímetros, la cual se colocará bajo el cristal esmerilado de la cámara fotográfica ampliadora.

Posteriormente se marcarán sobre el cristal los puntos antropométricos coincidentes y al finalizar se podrá efectuar el estudio inductivo-comparativo de ambos.

---

<sup>33</sup> Técnica actualmente utilizada en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

<sup>34</sup> *Jurgen Thorwald, op-cit.*

<sup>35</sup> Dr. Héctor Soto Izquierdo, médico forense del Instituto de Medicina Legal en la Habana, Cuba. Conferencia magistral en el curso: "Actualización en Identificación Médico-Legal", auditorio del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal en septiembre de 1984.

Los principales elementos sujetos a consideración dentro de este sistema son:

- ◆ Características de la barbilla.
- ◆ Dentición en relación a la ubicación de la boca.
- ◆ Forma de los pómulos.
- ◆ Localización y forma del mentón.
- ◆ Relación entre la nariz y la abertura piriforme.
- ◆ Tamaño de la órbita ocular.
- ◆ Tamaño del cráneo.
- ◆ Ubicación de las regiones geniales.

Sobre ésta técnica el Dr. Moreno González explica:

*"El fundamento de la técnica de superposición fotográfica cara-cráneo aplicada por Brash y Glaister, estriba en la correspondiente que existe entre la fisonomía y la tipología craneana señalada en los tratados de antropología física. Ahora bien, esta técnica la aplicaron contando con un cráneo casi carente de partes blandas. Sin embargo, con base en su fundamento, se puede, ante un cráneo cubierto de partes blandas, específicamente carbonizados o en estado avanzado de putrefacción, aplicar una variante, consistente en tomar una radiografía al cráneo del occiso y después intentar la superposición con la fotografía de la cara, pudiéndose denominar a esta técnica, Superposición fotorradiográfica cara-cráneo".<sup>36</sup>*

De manera similar a otros sistemas de identificación, se busca encontrar determinado número de puntos de coincidencia para poder emitir un dictamen, en ese orden de ideas cabe mencionar que los autores que citan algo al respecto no coinciden en dicha cifra, los hay quienes manejan desde 6 puntos hasta 14, en México se busca encontrar por lo menos 14 coincidencias.

Los múltiples intentos por llegar a una identificación positiva han hecho que se utilicen combinaciones y variantes de los sistemas de identificación, en esa situación esta técnica a criterio y capacidad del identificador puede sufrir variantes como las siguientes:<sup>37</sup>

- I) Mediante un circuito cerrado de televisión y dos cámaras de TV, una enfocando al cráneo y otra a la fotografía, con auxilio de una mezcladora de imágenes efectuar la superposición (ideada por investigadores ingleses).
- II) También puede efectuarse superposición de la imagen recogida de un cráneo en rayos "X" y se compara con la fotografía del sujeto investigado.

<sup>36</sup> Moreno González L. Rafael, *Op cit*, pág. 234.

<sup>37</sup> Memorias del Simposium Internacional de Medicina Forense. Sociedad Mexicana de Medicina Forense, Criminología y Criminalística. A.C., y Servicio Médico Forense del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal, julio de 1985.

Otra técnica más es la superposición de imágenes radiológicas de los dientes antes y después de la muerte.

## 2.4 Otros Sistemas

Existen gran número de Sistemas de Identificación, que han ido evolucionando o creándose paralelamente a la evolución de la delincuencia, lamentablemente en casi todos ellos encontramos una fuerte limitante debido ha lo difícil que es el hecho de encontrar los indicios correspondientes que nos den la pauta para aplicar determinado sistema.

Pese a lo anterior se ha podido contar con sistemas de identificación que aunque menos populares que los citados anteriormente, han podido aportar en no pocas ocasiones datos esenciales para llegar a resolver las incógnitas nacidas en una investigación. Estos sistemas no son tampoco los únicos ya que la evolución y desarrollo tecnológico del ser humano va creando nuevas perspectivas y por lo tanto nuevas posibilidades de hacer mal uso de ellas o utilizarlas como medio para la comisión de actos delictivos.

### 2.4.1 Huellas de Mordedura

El sistema de identificación por huellas de mordedura generalmente es contemplado al tratar Odontología Forense por obvias razones, sin embargo al dar origen a un sistema de identificación particular, considero que merece un apartado propio.

Se define como huella de mordedura a una lesión traumática, causada por un agente mecánico, que puede ser un hombre o un animal.<sup>38</sup>

Siguiendo las ideas del *Dr. Francisco Javier Tello* se puede decir que las huellas de mordida no son exclusivas de homicidios por estupro o violación como pudiera pensarse, se les ha encontrado también no en pocas ocasiones en homicidios de niños maltratados, delitos sexuales, riñas o inclusive pudo haber sido dejada en algún material o alimento. Y en otro tipo de muertes en las que se han visto involucrados circunstancialmente diversos tipos de animales.

---

<sup>38</sup> Padilla C. María Victoria. "Identificación por mordeduras". Tesis recepcional. UNITEC. México, 1978. pág. 78.

Otra técnica más es la superposición de imágenes radiológicas de los dientes antes y después de la muerte.

## 2.4 Otros Sistemas

Existen gran número de Sistemas de Identificación, que han ido evolucionando o creándose paralelamente a la evolución de la delincuencia, lamentablemente en casi todos ellos encontramos una fuerte limitante debido ha lo difícil que es el hecho de encontrar los indicios correspondientes que nos den la pauta para aplicar determinado sistema.

Pese a lo anterior se ha podido contar con sistemas de identificación que aunque menos populares que los citados anteriormente, han podido aportar en no pocas ocasiones datos esenciales para llegar a resolver las incógnitas nacidas en una investigación. Estos sistemas no son tampoco los únicos ya que la evolución y desarrollo tecnológico del ser humano va creando nuevas perspectivas y por lo tanto nuevas posibilidades de hacer mal uso de ellas o utilizarlas como medio para la comisión de actos delictivos.

### 2.4.1 Huellas de Mordedura

El sistema de identificación por huellas de mordedura generalmente es contemplado al tratar Odontología Forense por obvias razones, sin embargo al dar origen a un sistema de identificación particular, considero que merece un apartado propio.

Se define como huella de mordedura a una lesión traumática, causada por un agente mecánico, que puede ser un hombre o un animal.<sup>38</sup>

Siguiendo las ideas del *Dr. Francisco Javier Tello* se puede decir que las huellas de mordida no son exclusivas de homicidios por estupro o violación como pudiera pensarse, se les ha encontrado también no en pocas ocasiones en homicidios de niños maltratados, delitos sexuales, riñas o inclusive pudo haber sido dejada en algún material o alimento. Y en otro tipo de muertes en las que se han visto involucrados circunstancialmente diversos tipos de animales.

---

<sup>38</sup> Padilla C. María Victoria, "*Identificación por mordeduras*", Tesis recepcional, UNITEC, México, 1978, pág. 78.

Debido a lo anterior es necesario saber que existen diversos tipos de mordedura, y que éstos tipos se encuentran definidos por el tipo de ser viviente que las causó, así pueden ser de ser humano o de animal.

### MORDEDURA HUMANA

Siguiendo las ideas del maestro Raffo se puede decir que se les encuentra no sólo sobre la víctima; puede presentarlas también el victimario cuando aquélla se ha defendido. Son de forma curvilínea ("en doble paréntesis" -Bonnet-).

Según la fuerza de la mordida y extensión de la zona injuriada, podrá observarse la huella característica de cada diente, en forma de equimosis, o de pequeñas soluciones de continuidad si la piel ha sido perforada; y otras veces, una herida contusa única.

En el primer caso, cuando la impronta de la pieza dentaria es ostensible, el examen comparativo de la herida con la dentadura que la produjo, puede señalar al autor o descartar a un sospechoso. El rastro de las mordeduras es el negativo de las piezas dentarias, ante este tipo de investigaciones es imprescindible la intervención del odontólogo.

Al producirse escoriaciones en una huella de mordedura, se origina una especie de arrancamiento de la epidermis, fluye linfa y la escoriación se humedece si además se lesiona el tegumento, sangra y se forma corteza hemática.

Cuando la escoriación no presenta rastros de sangre, no se puede decir si se ha originado antes o después de la muerte, si es hemorrágica, no cabe duda que ha tenido lugar en vida.

### OBTENCIÓN DE REGISTROS

Existen varios métodos para la obtención de registros, para registrar una huella se utilizan las fotografías y los moldes; las fotografías deben obtenerse con lentes de aproximación y diapositivas en color; para los moldes se utiliza material elástico para impresiones, como el alginato o los elastómeros. El señalamiento descriptivo de las mordeduras requiere minuciosidad y en su redacción se consideran las cuestiones detalladas a continuación.

#### 1).- *Detalles de conjunto:*

- a) Disposición de los arcos dentarios
- b) Existencia de todas las piezas dentarias
- c) Inexistencia de algunas piezas dentarias

II).- *Caracteres individuales:*

- a) Disposición del diente en el arco
- b) Anomalías de forma
- c) Anomalías de volumen
- d) Anomalías de número
- e) Anomalías del borde dentario

Para la correcta interpretación de la marca de mordida es necesario tomar en cuenta por lo menos cuatro factores:

- 1.- Los dientes del que mordió.
- 2.- La acción de la lengua, labios y carrillos del victimario.
- 3.- Estado mental del victimario al inflingir la mordida.
- 4.- La región del cuerpo donde fue inflingida la mordida.

### MÉTODOS BÁSICOS

I).- Impresiones para elaborar modelos de estudio:

#### *Procedimiento*

Se monta un juego de modelos de estudio en el articulador dental simulando las huellas de mordedura, colocando una hoja de papel cebolla y otra de papel carbón sobre un tubo flexible, en el cual se pone las caras oclusales e incisales de las piezas dentales, cerrándose para plasmar la impresión de una mordida.

A cada huella producida en el papel cebolla, se le puede asignar un número correspondiente al número de pieza que hizo la huella, en esta forma es posible identificar a las piezas dentales responsables individualmente en la huella de mordedura original.

II).- *Técnica fotográfica*

La fotografía provee un registro permanente de las huellas de mordedura en el sitio como se encontraba originalmente, ya que hay también cambios en piel por la pérdida de agua y putrefacción; en alimentos si no se usa un medio conservador hay pérdidas de agua, grasas o sufren oxidación.

### Procedimiento

Las fotografías se deben tomar en blanco y negro, y color en diferentes ángulos de la huella, el área general de la huella y del cuerpo en general, aquí se debe tener la precaución de incluir una regleta a escala en el mismo plano de la huella pero sin obstruirla (muy común en las diversas Procuradurías de Justicia del país).

La luz debe ser puesta en ángulo para darle sombra a las huellas, las cuales van a aparecer más definidas en la impresión positiva, los filtros pueden ser usados para hacer más fuertes varios tonos de coloración que son asociados con los tonos comunes de las huellas.

Si hay huellas de mordedura con depresiones en la piel se puede usar una luz más potente para reproducirlas en la fotografía. La iluminación ultravioleta o infrarroja puede ser necesaria para hacer resaltar algunos detalles que no podrían ser obvios en la impresión normal.

La selección de la película generalmente es en blanco y negro, la cual da un negativo claro y agudo, y subsecuentemente una buena impresión positiva.

Las transparencias de color son de gran valor siendo de buena calidad y ciertamente cuando las huellas son refotografiadas en intervalos de 24 horas; cuando huellas muy leves que aparecen posteriormente, se revelan borrosas sin poder definir las.

Las técnicas empleadas van a depender de la habilidad del experto en particular, utilizando aquéllas que convengan o se ajusten mejor al tipo de caso que se investigue.

Ambas técnicas pueden ser aplicadas a la investigación de mordeduras dejadas en piel, alimentos o cualquier otro material. El perito forense debe llevar a cabo una descripción completa y detallada de las piezas dentarias del sospechoso, elaborando odontogramas, dos juegos de modelos de estudio, uno como evidencia directa y otro con el propósito de comparación.

### MORDEDURA DE ANIMAL

Su forma ("en acento circunflejo" -Bonnet-), se diferencia muy bien de la mordedura humana. En las zonas urbanas los casos mortales son excepcionales. Lo habitual es que la mordedura animal se vincule a problemas de mutilación *post mortem*. Es necesario conocer algunos detalles de las lesiones producidas por animales en el cadáver, para no incurrir en confusiones con sevicias que no han existido.

Los peces y ratones producen pérdidas de sustancia de forma redondeada, semejantes a úlceras ( se han llegado a confundir con quemaduras producidas por colillas de cigarrillos encendidos).

Las ratas labran túneles bajo la piel, o atacan cara, manos y pies. Las aves destruyen los ojos. Los perros abren y vacían el cadáver. El gato, al arrancar las partes blandas apoya las zarpas y deja marcas de arañazos; esto suele observarse en los casos de ancianas solitarias que han fallecido por causas naturales, que al vivir con este tipo de animales, estos al encontrarse encerrados y hambrientos terminan mutilando el cadáver.

Los cerdos amputan las extremidades; las anguilas y cangrejos descarnan el cuerpo y lo reducen a esqueleto; el tiburón descuartiza; la hormiga "pica" las comisuras nasolabiales o labra en su trayecto por la epidermis un rintero de lesiones que recuerdan el aspecto de un "rosario".

En todas estas lesiones, lo importante es comprobar su carácter no vital. De allí la necesidad de interiorizarse siempre de la fauna local, como se aconseja cuando se habla del examen del lugar de los hechos en opinión de muchos autores.

Las mordeduras plantean, a menudo, problemas médico-legales de importancia.

Las características de estas heridas son las siguientes:

- 1).- Son lesiones de tipo contuso
- 2).- Su gravedad oscila de la equimosis al arrancamiento
- 3).- El mecanismo causal es la atracción
- 4).- Las características particulares de su morfología permiten el diagnóstico de especie o de individuo
- 5).- Radican en zonas descubiertas por los vestidos, generalmente
- 6).- Su ubicación topográfica suele indicar la motivación:
  - a) Ofensivas (orejas, nariz y labios de la víctima).
  - b) Defensivas (manos, antebrazos del victimario), suelen ser difusas, con poco detalle y dan la impresión de que se realizaron de manera rápida, con rabia y aleatoriamente.
  - c) Eróticas (pezones y genitales). Suelen presentarse bien marcadas y con gran dosis de sadismo.

La mayoría de las veces el Odontólogo Forense hace impresiones múltiples en moldes apropiados, siempre en cera, de las marcas de la mordida del sujeto sospechoso y las compara con las que se encuentran en la víctima en una buena fotografía tomada con lentilla de acercamiento.

En realidad no se tiene gran experiencia en este procedimiento, por lo cual los resultados no suelen ser muy confiables, pero constituyen una buena prueba.

Será aún más valiosa si en caso de levantamiento de cadáver se tomó algo de material de las horquedades del mordisco, con el cual se pueda clasificar el tipo de sangre. Además otro aspecto importante que puede obtener el Médico Forense con el apoyo odontológico es poder determinar con gran aproximación un diagnóstico sobre la edad.

Por otro lado hay que aclarar que el Odontólogo Forense no pretende afirmar que una señal de mordida sea tan valiosa como una huella digital para identificar un sujeto sospechoso; sin embargo, puede ser bastante útil puesto que el Odontólogo Forense podrá determinar si una señal de mordida es o no absolutamente compatible con una dentadura específica.

Además las pruebas serológicas realizadas en caso de mordida también son útiles, ya que a veces el serólogo logra clasificar las huellas de saliva de un sector dado, añadiendo así otra prueba valiosa a la investigación.

La evidencia de las huellas de mordedura pueden ser mejor usadas en la eliminación del sospechoso, más que en la identificación positiva del mismo.

#### **2.4.2 Pelmatoscopia**

El término Pelmatoscopia, proviene del término griego "*pelma*" (planta del pie); y "*skopein*" (examinar); así que significa el examen o análisis de las plantas de los pies. La impresión obtenida es llamada pelmatograma y de ella se obtienen figuras muy similares a las que presentan las huellas dactilares o palmares.

A diferencia del examen de las palmas de las manos e inclusive de las huellas dactilares, rara vez se encuentran huellas de pies descalzos, a pesar de que la historia de la delincuencia relata varios casos en que los delincuentes se han quitado zapatos y calcetines para maniobrar más silenciosamente y no mancharse de sangre el calzado.

La pelmatoscopia es utilizada generalmente en recién nacidos, a los cuales como primera acción para su posterior identificación, se hace una toma de su huella pelmatoscópica en casi todos los centros hospitalarios nacionales, públicos o privados.

El documento o documentos en que se tome la impresión, debe ser colocado sobre una superficie dura y lisa, cuidando que el menor extienda los dedos al momento de tomarla.

Debemos admitir que no siempre se consiguen de primera intención pelmatogramas descifrables; algunos niños, particularmente los prematuros, presentan la planta profundamente surcada de arrugas que se entrecruzan, ocultando tras ellos los delicados dibujos papilares. Sin embargo, si se insiste pacientemente, se logra el éxito aún en los casos más difíciles.

#### *Procedimiento*

De la plancha tintero, pasar tinta a una placa de vidrio por medio del rodillo, hasta lograr que quede una capa delgada y uniforme. Al mismo tiempo se limpia perfectamente la planta del pie para entintarla; y con una presión firme sobre el miembro (de preferencia con el menor de pie), y previamente preparada la ficha correspondiente hacer la toma. Esta técnica es la misma que la utilizada para tomar las impresiones pelmatoscópicas de adultos con propósitos de identificación en Criminalística.

Se considera conveniente el uso de las fichas propias de este tipo de tomas ya que presentan los espacios idóneos para la obtención de impresiones plantares.

En gran número de delitos cometidos en lugares interiores se encontrarán huellas, éstas se pueden clasificar en alguno de los siguientes tipos:

*Profundas.*- Las localizadas en superficies blandas como tierra, ceniza, arena, etc.

*Ordinarias.*- Encontradas en superficies duras como pisos, mesas, sillas, materiales plásticos; y pueden encontrarse húmedas o secas.

Las huellas de pies descalzos pueden encontrarse:

- *Incoloras.*- Mismas que se manejan de manera similar a las huellas dactilares latentes;
- *Coloreadas.*- Lo que sucede cuando el pie está manchado de sangre, polvo, tierra, hollín o alguna otra sustancia que las haga evidentemente visibles.

Al determinar el tamaño del pie se deberá tener mucho cuidado, pues la presión y la materia colorante pueden influir mucho sobre el tamaño de las huellas. En ellas deberán buscarse generalmente algún tipo de deformaciones y sobre todo pies planos.

Con objeto de lograr una imagen verdaderamente valiosa de un pelmatograma para una identificación con fines criminalísticos, se utiliza la toma del pie en

diversas formas; para ello es necesario efectuar las tomas en las siguientes posiciones:

- 1.- Posición normal del sujeto (de pie)
- 2.- En movimiento (al caminar)
- 3.- De pie con presión sobre la parte exterior del pie
- 4.- De pie con presión sobre la parte interior del mismo

#### IDENTIFICACIÓN DE PELMATOGRAMAS

Para efectuar una identificación precisa, es necesario partir de puntos predeterminados para la toma de mediciones. En el caso de pies descalzos los puntos son la orilla posterior del talón y la punta del dedo grande (gordo). Una vez localizados dichos puntos se traza lo que se conoce como una "red de Causé" (que no es más que una cuadrícula graduada, trazada sobre la huella, muy similar a las utilizadas para efectuar dibujos a escala), con la cual se efectúa una primera confrontación de tipo milimétrico, para acto seguido efectuarla localización de los puntos característicos de la impresión, de igual manera que en dactiloscopia.

#### CLASIFICACIÓN PELMATOSCÓPICA

En realidad los elementos a considerar para conformar una clasificación adecuada, no distan mucho de los considerados para los dactilogramas en cuanto al tipo de dibujos que se pueden encontrar. Para realizar un intento de clasificación hay que comenzar por dividir la huella pelmatoscópica en secciones, existen diversos tipos de división según al autor y el país de que se trate.

*Dewan K. S. Puri* considera que la división debe ser la que comprende cuatro partes; dedos, eminencia metatarsiana, arco plantar y talón.<sup>39</sup>

En ese orden de ideas se encuentra que la huella plantar en realidad se puede dividir en mas partes, por ejemplo las que cita el maestro argentino *Oswaldo H. Raffo*:<sup>40</sup>

1. *Dedos*.- En un número normal de cinco, pueden ser largos, anchos, medianos; y la nomenclatura para ellos es dedo mayor (gordo), segundo dedo, tercer dedo, cuarto dedo y dedo pequeño.

<sup>39</sup> K. S. Puri Dewan, "Las huellas de los pies", Revista Internacional de Policía Criminal, India, 1965, n° 187.

<sup>40</sup> Raffo Oswaldo H., "La muerte violenta", 4ª ed., Ed. Universidad, Argentina, 1993, págs. 232 - 233.

2. *Línea de base.*- Es el surco que separa los dedos de la eminencia matatarsiana, se llama también surco superior. Éste puede ser profundo, mediano o poco pronunciado.
3. *Contornos.*- Son las líneas que forman los bordes de la huella y pueden ser:  
Internos.- Bordes internos de la huella.  
Externos.- Borde externo de la huella y que puede ser encorvado, menos encorvado o recto.
4. *Curva terminal.*- Es la línea que forma el borde del talón, es decir, el extremo posterior del pie que toca el suelo.
5. *Curva metatarsiana.*- Es la que crea el borde metatarsiano localizado entre el comienzo de la planta y el final de los dedos.
6. *Arco Interno.*- Es la porción del arco situada en el hueco del contorno interno, delimitada por el comienzo y el fin del arco plantar. Según el grado de la curva, el arco puede ser: profundo, mediano o poco marcado.

El Maestro en Ciencias Penales Antonio C. Nakahodo en nuestro país, sigue el criterio de la división tripartita de la huella, la cual se efectúa de manera horizontal a ésta partiendo del final de los dedos hacia el talón del pie y de frente a la huella; división que se caracteriza por las siguientes secciones: <sup>41</sup>

- *Distal.*- Esta parte es la que se utiliza para identificación criminalística debido a que presenta de manera mas clara y precisa las crestas papilares.
- *Media.*- Que abarca básicamente todo el alto y ancho del puente del pie y que es precisamente la mitad de la huella.
- *Proximal.*- El área restante que se encuentra formada por el talón del pie en toda su extensión. Se le llama así por su proximidad al cuerpo.

En un intento de clasificación pelmatoscópica encontraremos arcos, presillas internas, presillas externas y verticilos, de los mismos tipos que los considerados para los dactilogramas pero en mayor tamaño. Así también deltas con crestas a su alrededor y los verticilos casi siempre de tipo espiral.

---

<sup>41</sup> Nakahodo Rivera Antonio C. *op cit.* 10/junio/1995.

## TIPOS DE PIE

Es necesario considerar la existencia de ciertos tipos de pie para tener un margen de comparación que nos pueda dar como resultado una mejor y más exacta clasificación, en los tipos fundamentales no se considera ningún caso específico de anomalía ya que pueden ser tantas y tan diversas que sólo entorpecerían la clasificación.

El maestro *Ángel Vélez*, explica que dentro de ésta clasificación el caso del pie plano el cual se considera dentro de los tipos a mencionar es muy particular; ya que pese a ser una anomalía, es tan común localizarse en cualquier individuo en el mundo que se ha considerado dentro de los tipos fundamentales dada la gran facilidad de identificarse hasta por el común de la gente.

- *Pie normal.*- El que guarda proporción entre el talón, los dedos y su arco.
- *Pie plano.*- Cuyo puente es casi inexistente y por ende evidentemente desproporcionado, dando un aspecto de un ancho casi parejo a la huella.
- *Pie arqueado.*- Aquél que presenta un arco tan delgado y largo que también representa un tipo de desproporción que hace ver una huella extremadamente delgada en su parte media.

Existe otro método para clasificar las huellas y es el que sigue otro autor argentino ya citado, el maestro *Raffo*; el cual nos dice que se pueden clasificar de las siguiente manera:

- *Huella normal.*- Huellas que en general no presentan ninguna deformidad o anomalía. Es decir, que una huella se considera completa si es normal; o sea que si los cinco dedos, la eminencia metatarsiana, el arco plantar y el talón aparecen bien pronunciados y se encuentran bien ubicados y proporcionados entre sí.
- *Huella anormal.*- Son, por ende, aquellas que presentan algún tipo de deformidad (congénita o accidental), o anomalía. Y dentro de ésta clasificación agrupa los siguientes casos:
  - Arco interrumpido: cuando el arco no toca el suelo. La huella comprende en éste caso, los dedos, la eminencia metatarsiana y el talón.
  - Huella encorvada: La que forma una curva normal (puede ser producto de cargar cosas muy pesadas).
  - Huella plana: Aquélla que parece no tener arco, sumamente ancha y producida generalmente por exceso de peso o que el hecho de llevar cargas pesadas.

- o Huella oblicua: Generalmente se debe a un defecto físico y es extremadamente rara.
- o Huella accidental: toda huella con deformidades accidentales, o aquella que el número de dedos es menor a cinco o inclusive no los presenta.
- o Huella compuesta: constituida por la combinación de varios de los tipos anteriores.

## MORFOLOGÍA

Este aspecto se refiere principalmente a la forma en que podemos encontrar impresiones palmatoscópicas las cuales pueden ser pequeñas, medianas y largas, sin embargo comprende también un aspecto muy importante como es el conjunto de las líneas que forman los bordes externo e interno, dentro de éste se pueden decir que se les considera *simétricas* o *irregulares*.

## DEDOS

Dentro de los aspectos generales es muy importante considerar el que se refiere a los *dedos*; principalmente porque cualquier dato diverso de los especificados puede ser de gran utilidad al efectuar una confrontación.

- a).- *Dimensión*.- Pueden ser grandes, medianos o pequeños, y aunque el tamaño generalmente disminuye conforme se observa partiendo del dedo gordo, es importante si se aprecia que alguno de ellos es menor o mayor respecto a los demás.
- b).- *Forma*.- Esta es diversa, se pueden encontrar redondos, ovalados, triangulares, etc.
- c).- *Dirección*.- También es importante ya que puede ser recta u orientada hacia algún otro lado.
- d).- *Distancia*.- Para ella se debe tomar en cuenta la separación entre:
  - 1) Los dedos del pie y la línea de base.
  - 2) Entre un dedo y el que lo precede.
- e).- *Alineación*.- Se le conoce así a la posición relativa de un dedo del pie con respecto a los demás, para determinarla hay que trazar:
  - 1) La línea que enlaza los extremos de los dedos.
  - 2) La línea que enlaza sus bases.

## MEDICIÓN DE IMPRESIONES PELMATOSCÓPICAS

Las mediciones se efectúan cuando se procede a comparar las huellas de dos pies.

- *Medición general* (forma un triángulo útil y significativo).
  - 1) Distancia entre la línea media del dedo gordo y la curva terminal del talón.
  - 2) Distancia entre el centro del dedo pequeño y el centro de la curva del talón.
  - 3) Distancia entre el centro del dedo gordo y el centro del dedo pequeño.
- *Medición externa* (la huella queda enmarcada por líneas que se trazan siguiendo las partes salientes de la figura).
  - 1) Ancho del extremo superior de la huella.
  - 2) Ancho del extremo inferior de la huella.
  - 3) Longitud de la huella.
- *Medición interna* (son las medidas de las diferentes partes de la huella).
  - 1) Longitud y ancho de la eminencia metatarsiana.
  - 2) Longitud y ancho del arco plantar.
  - 3) Longitud y ancho del talón.
  - 4) Distancia entre el centro de cada dedo y el más próximo.

Aunque poco común, también es posible identificar rastros de calcetines, en los cuales se deberá tener el trato de una impresión latente y al hacer la identificación trataremos de basarnos en la estructura del tejido y especialmente se pondrá atención si se localizan o existen roturas o zurcidos.

Para cualquier tipo de huellas de pies calzados, descalzos o de calcetines siempre es conveniente efectuar tomas fotográficas de las impresiones.

Se ha comentado ya sobre la existencia de cierto margen de error dentro de cualquier sistema de identificación, al respecto, en éste sistema se ha hablado que no es importante si una huella llega a presentar diferencias de décimas de milímetro, porque el pie se agranda o encoge dependiendo de la actividad que el sujeto esté realizando, así como de la superficie en que se encuentre; sin embargo el Jefe de Investigaciones de la Policía de Nueva York, el investigador *Charles O' Hara*, opina que no sólo no es importante, que es realmente imposible apreciar medidas micrométricas en la huella de un pie y que de poder apreciarse pueden considerarse dentro del margen de error citado y no precisamente por provenir del tipo de actividad que realizaba el sujeto al dejarlas o por la substancia que éste adquirió en el proceso de la comisión.

También es conveniente precisar que es necesario advertir al hacer referencia al tamaño de las impresiones que, realmente no es viable el hecho de guiarse por éste ya que además de las mencionados existen otros factores que modifican la huella, como el hecho de que una impresión dejada por el pie, es en realidad de mayor tamaño que éste, lo cual se debe al deslizamiento que se produce, especialmente

cuando la persona efectúa movimiento (por ejemplo: caminar, correr, etc.), especialmente si va de prisa y más aún cuando se trata de superficies lisas.

De manera que puede ser el tamaño un apoyo para la identificación pero de ninguna manera es determinante, como lo son en realidad los dibujos y su clasificación pelmatoscópica, ya que éstos comparten las mismas características de perennidad, inmutabilidad y diversidad de características que las huellas dactilares y palmares.

### 2.4.3 Poroscopía

Dentro de la gran variedad de sistemas de identificación disponibles a nuestro alcance, existe el conocido como *Poroscopía*, que propiamente es la identificación de personas por medio de los poros sudoríficos; éste sistema fue descubierto por *Edmond Locard* <sup>42</sup>.

El valor identificativo de los poros deriva lógicamente de las características de perennidad, inmutabilidad y diversidad de forma de las crestas papilares, pues éstas últimas se encuentran formadas por una serie de orificios de las glándulas sudoríferas (poros). En consecuencia, dichas características son comunes a ellas y a los poros.

Los poros existentes en los dactilogramas, en general aparecen ante el ojo humano como filas de puntitos blancos en las líneas de fricción o contacto, pueden utilizarse también en las identificaciones, especialmente cuando se encuentran impresiones fragmentadas de dactilogramas donde el número de características no es suficiente para emitir consideración alguna sobre la identidad de alguien.

Aunque poco común, con la aplicación de la Poroscopía se han podido efectuar identificaciones de personas aún cuando sólo se ha podido utilizar una parte pequeñísima de la huella obtenida.

Los poros tienen las mismas propiedades de otros detalles en las figuras que forman las líneas de contacto o fricción propias de la dactiloscopía, es decir, son absolutamente individuales en cada ser humano y en cada dedo; no cambian durante la vida, y si la piel se lesiona de alguna manera, reaparecen en idéntica forma después de que la lesión haya sanado.

---

<sup>42</sup> Nacido en Francia, Doctor en Medicina y Maestro en Derecho, en 1910 fue nombrado Director del Laboratorio Científico del Departamento de Policía de Lyon, Francia. Fue vicepresidente de la Academia Internacional de Criminología y editor en jefe de la *Revue Internationale de Criminologie* en ese mismo país. Es considerado uno de los más destacados criminalistas y criminólogos del mundo en éste siglo.

Las características de los poros susceptibles de analizar son:

- Forma
- Tamaño
- Posición
- Número

Pero además, los poros tienen otra propiedad importante, a diferencia de las alteraciones que ocurren en los detalles del dibujo de los dedos, no están sujetos a cambios resultantes de la presión que se ejerza, sino que conservan su forma en todas las circunstancias. En las impresiones sin colorear o en las que se toman por métodos especiales.

Se ha podido establecer que el *tamaño* de los poros varía mucho, aún en el mismo individuo e independientemente del sexo del que se trate, el diámetro de un poro fluctúa entre 0.08 y 0.25 mm, aunque la maestra *Armiinda Reyes*<sup>43</sup> al igual que el *Dr. Alfonso Quiroz Cuarón* en su texto de Medicina Forense, se inclina por un tamaño que oscila entre 80 y 250 milésimas de milímetro.

Por otro lado la *ubicación* de los poros dentro de las líneas de contacto varía mucho al igual que en el tamaño, en algunas personas se encuentran localizados tan cercanos, que la distancia entre uno y otro es menor que el diámetro de la abertura, mientras que en otras la distancia es siete u ocho veces mayor que éstas; o también puede encontrarse en medio de la línea o tan alejados lateralmente que la orilla de la línea de fricción puede llegar a parecer desgarrada.

Según *Locard*, el número de poros considerado en relación a una unidad de longitud dada, varía de sencillo a doble, aunque en casos normales llegan a encontrarse un *número* de 9 a 18 poros en cada milímetro de la línea de contacto o cresta.

En cuanto a la *forma* de los poros, los puede haber de figura oval, ojiva, circular, triangular y curvilínea. Es muy difícil por cualquier método de conteo dactiloscópico, poder observar en los dactilogramas obtenidos por entintado de dedos, la ubicación que presentan los poros así como demás características; para tal efecto es conveniente seguir los métodos propios de cada sistema.

Como ya se mencionó las identificaciones poroscópicas tienen métodos y sistemas únicos y característicos para toma de impresiones, lo cual implica que las tomas hechas con tinta de imprenta no son apropiadas. La fórmula empleada se encuentra formada por los siguientes elementos <sup>44</sup>:

<sup>43</sup> Reyes Martínez Armiinda, *op cit.* pág. 108.

<sup>44</sup> Método ideado por los dactiloscopistas Maestre y Leclia Marzo de origen español.

**Ingredientes:**

4 grs. de cera amarilla  
16 grs. de resina griega  
1 gr. de esperma de ballena  
5 grs. de cebo

**Fijador:**

25 grs. de goma arábica  
10 grs. de alumbre de Potasio  
5 grs. de formal (al 40%)  
300 cc de agua

Una vez integrados los ingredientes, se deja solidificar la mezcla en un receptáculo plano de vidrio o metal, mismo que debe servir para preservarlo temporalmente si se tapa de manera adecuada. El dedo, después de limpiarse con éter o xilol (dimetil-bencina C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>), se frota contra la superficie de la mezcla y luego se oprime contra un papel muy satinado o contra celuloide. La impresión resultante se colorea con antimonio metálico finamente pulverizado o con óxido de cobalto y de estimarse conveniente, la impresión final se puede fijar con una mezcla como la especificada como fijador.

Sin embargo éste método resulta un tanto complicado, de manera que según *Heindl*, recomienda hacer rodar el dedo limpio contra una placa de vidrio y revelar la impresión con vapores de yodo, usando el mismo método que en dactiloscopia para huellas latentes. También existen reactivos para el revelado de poros como:

- a).- Carbonato de plomo
- b).- Óxido rojo de plomo (pulverizado y caliente)
- c).- Yoduro de plomo

De cualquier manera se recomienda siempre fotografiar las impresiones reveladas y/o sin colorear, utilizando el sistema de iluminación oblicua de *Stokis*.

#### 2.4.4 Queiloscopía

La *queiloscopía* es el estudio y análisis de los surcos que se encuentran en los labios de la boca de una persona.

El maestro *Montiel Sosa* más que hablar sobre una técnica de identificación, se inclina solamente por considerarlas como huellas labiales y menciona que éstas pueden ser encontradas en hoteles, moteles, departamentos de soltero, interiores de automóviles y hasta en casas habitación.

Este tipo de huellas generalmente se localizan definidas con cosmético para labios, y pueden encontrarse relacionadas con personas homosexuales o del sexo femenino.

Los lugares mas comunes para localizarlas son:

- Boquillas de cigarros
- Copas
- Hojas de papel para escritura
- Kleenex
- Servilletas
- Tazas
- Vasos, entre otros.

En las boquillas de cigarros en su mayoría se observarán superpuestas, o sea que no tendrán en realidad mucha utilidad ya que los surcos, que son el elemento principal de estudio de este sistema no se presentan definidos debido a la pequeña superficie de que constan las boquillas. Sin embargo, pueden llegar a presentar fragmentos importantes que a la vez servirán para cotejar particularidades posteriormente.

En cuanto a las localizadas en papel, servilletas o pañuelos desechables generalmente tienen origen en el hecho de que gran cantidad de mujeres tiene la costumbre de fijar el tono y cantidad de cosmético labial, imprimiendo las huellas de sus labios sobre el borde de alguno de los elementos antes citados, arrojándolos comúnmente al cesto de la basura; de allí la importancia de la recolección de indicios. En éste caso suelen ser muy útiles ya que la impresión generalmente es de la boca completa, por ende, su contorno, dimensión y surcos verticales permitirán efectuar un análisis realmente útil.

Existe la posibilidad de que se les halle embarradas o corridas, para lo cual no tendrán ningún valor comparativo, sin embargo serán indicio suficiente para establecer la presencia de alguna persona del sexo femenino u homosexual en el lugar de los hechos. En éste sentido se sugiere el análisis del cosmético para en caso necesario efectuar una comparación con otros patrones.

Como otros tipos de huella presenta características propias, las cuales podemos enumerar como sigue de acuerdo al *Maestro Antonio C. Nakahodo*:<sup>45</sup>

- ☞ *Pereunidad*.- Siempre existirán a lo largo de la vida de un ser humano.
- ☞ *Mutabilidad*.- La forma, tamaño y sinuosidad que presentan cambia constantemente.
- ☞ *Variabilidad*.- Esta característica se da en un lapso de tiempo aproximado de cada 2 semanas.

---

<sup>45</sup> Nakahodo Rivera Antonio C., *Op cit.*, sesión del 16/06/1995.

La metodología a seguir para efectuar el análisis de los surcos se puede realizar por cuadrantes y se llevarán a cabo definiendo la *forma*, *tamaño* y *sinuosidad* que presenten los surcos.

#### 2.4.5 Quiroscopía

Muy a menudo se encuentran en los lugares donde se cometen actos delictivos, impresiones accidentales de la palma de la mano. En éstos casos, si las huellas dactilares no bastan, o si la impresión de la palma es la única que se encuentra, deberá aprovecharse ésta para obtener de ella alguna aportación para la identificación.

Puede suceder que se tenga arrestado a algún sospechoso por el motivo mencionado, al mismo se le tomarán impresiones de las huellas de las manos para confrontarlas con las obtenidas o encontradas en el lugar del delito. Si el delincuente es completamente desconocido, se deberá hacer una búsqueda minuciosa en el registro de impresiones palmares (de existir).

Sin embargo este tipo de archivos clasificados son sumamente raros, pese a ser tan necesarios como los existentes de huellas digitales aisladas.

Existen diversas maneras de efectuar tomas de huellas palmares, uno de los más comunes es el mismo utilizado para la toma de impresiones dactilares mediante el uso de tinta de imprenta; ya descrito en el capítulo correspondiente. Otro es el inventado por el criminólogo belga *Stockis*, el cual consiste en auxiliarse de un aparato formado por un bloque de madera común, como de 38 por 15 centímetros, con la superficie convexa. La mitad de ésta superficie está cubierta con una placa de aluminio o de cobre, la cual se entinta de la misma manera que para tomar huellas dactilares y la otra mitad se cubre de papel blanco.

Se oprime suavemente la mano contra la placa entintada y luego contra el papel. Los dedos deberán quedar ligeramente abiertos y ejercer presión, especialmente contra las articulaciones y la muñeca. Para lograr el grado correcto de presión, generalmente la persona encargada de dirigir la toma, pone su propia mano sobre la de la persona que está proporcionando la impresión, algunas oficinas de identificación usan una almohadilla de caucho inflada, en vez del aparato que se describió anteriormente.

La identificación comienza dividiendo en tres partes diferentes la impresión palmar, sin importar de momento la mano de que se trate, ya sea en tomas directas a sujetos o en hallazgos de impresiones palmares, a saber:

- *Superior*.- Que abarca desde el principio de los dedos, partiendo de la parte superior propiamente de la palma hasta el final o punta de los dedos, sin considerar el tamaño de las uñas de existir éstas largas.
- *Tenar*.- Es la que se considera desde el principio de la palma (a la mitad de la muñeca, medida aportada por la media aritmética localizada entre ambos costados de la muñeca viendo de frente a la palma de la mano); hasta el punto de nacimiento del costado externo del dedo índice.
- *Hipotenar*.- Es toda el área restante de la palma una vez determinadas las dos anteriores, y que va desde el citado punto medio de la muñeca en el principio de la palma, corre hasta el nacimiento del costado externo del dedo índice y termina en el principio del costado externo del dedo meñique.

La clasificación de las huellas palmares se efectúa igual que la de las huellas dactilares, considerando que si se efectúa de la manera acostumbrada en una mano, en la otra debe efectuarse exactamente al revés por obvias razones (p.e. clasificando según *Henry*, si a presillas se refiere lo que para la mano derecha es radial, para la izquierda es cubital y viceversa).<sup>46</sup>

Es posible encontrar hasta cien puntos característicos en una identificación pero, como se mencionó, es considerablemente menor el número de puntos característicos con los cuales se considera una identificación positiva o excluyente.

Por otra parte, la interpretación de la impresión palmar es difícil para quien no esté adiestrado especialmente si sólo se dispone de impresiones accidentales fragmentarias. Éste tipo de impresiones han sido estudiadas por autores como el mencionado *Stockis*, *Ferrer*, *Wilder*<sup>47</sup> y *Wentworth*<sup>48</sup>.

#### 2.4.6 Rugoscopia

Es el estudio de los surcos y prominencias del paladar duro conocidos como rugosidades palatinas, éstas, están situadas en la región anterior del paladar duro, que se forman en el embrión cerca del tercer mes de vida intrauterina y no

<sup>46</sup> Independientemente de la mano, el hueso "cubital" está en el costado externo del dedo meñique, y el hueso "radial" en el costado externo del dedo pulgar. De allí el nombre de radial o cubital de las presillas según la clasificación de *Henry*.

<sup>47</sup> *Harris Hawthorne Wilder*, profesor de zoología y famoso antropólogo conocido por sus extensas investigaciones y estudios sobre diversos problemas de identificación.

<sup>48</sup> *Beri Wentworth*, ex comisionado de policía en Dover, New Hampshire; inventó una clave para transmitir a distancia datos para identificación de huellas digitales y puede considerarse como uno de los más destacados expertos en dactiloscopia.

desaparecen sino hasta la completa desintegración de los tejidos por efectos de putrefacción.

Este sistema está basado en la variedad de las arrugas palatinas o crestas papilares que existen en la bóveda palatina de los individuos formando parte de los datos que se llegan a anexar a la ficha dental.

Se han realizado estudios comparativos con algunos animales y se ha llegado a la conclusión de que en éstos las rugosidades palatinas guardan cierta simetría, como es el caso de los felinos los cuales presentan solamente estas arrugas de manera transversal; mientras, en el ser humano ésta simetría no existe. Descubriendo además que las arrugas son distintas en cada persona perennes durante la vida, consistentes en sus formas y absolutamente distintas una de otra.

#### TIPOS

En el estudio de las rugosidades palatinas se ha encontrado que presentan las siguientes características:

- ◆ *Diferentes*
- ◆ *Inmutables*
- ◆ *Perennes*

En Brasil, el *Prof. Luis Silva* realizando estudios al respecto, creó un sistema diferenciando según la forma que dibujan en el paladar. Para ello las ha dividido de la siguiente manera:

#### *Simples:*

- 1) Rectas
- 2) Curvas
- 3) Angulares
- 4) Circulares
- 5) Sinuosas
- 6) En puntos

#### *Compuestas:*

La formación de dos a más líneas simples nos dan como resultado las líneas compuestas, éstas pueden ser entre otras, de la siguiente manera:

- ☺ Una línea formada por una recta (1) y una curva (2) se anotaría el número 12, pero si las líneas se encontraran separadas se anotarían 1-2, es decir, el guión indica que están separadas; si estuvieran formadas al contrario, sería 21.
- ☺ Si una compuesta se formara por una sinuosa (5), una recta (1) y una curva (2) se anotaría el número 512.
- ☺ Si se presentara una angular, una recta y un punto; se escribiría el 316.
- ☺ Otro caso formado por una sinuosa, una recta y angular dentro de la recta, se anotará 51(3).
- ☺ Cuando una compuesta está formada por tres líneas, una sinuosa teniendo en cada extremidad una recta dirigida hacia abajo anotaremos: 5/1-1.
- ☺ El caso contrario, cuando es sinuosa, teniendo en sus extremidades rectas pero dirigidas hacia arriba: 1-1/5.
- ☺ Cuando una sinuosa tiene en una de sus extremidades un ángulo dirigido hacia arriba y en la otra extremidad una curva con un punto dentro anotaremos:  
3  
5  
2 (6)

La anotación siempre comienza por la línea más alta, o la línea que está más próxima a la región meso-anterior de la arcada alveolodentaria, debiendo anotarse entre paréntesis la línea a líneas que estuvieron dentro de la otra. En ésta forma la disposición de las cifras por sí solas nos darán la morfología de las rugosidades palatinas.

La papila situada en la línea media se presenta en cuatro formas:

- a) Una papila simple, casi un punto (S).
- b) Una papila con una prolongación que llegue más o menos a la porción correspondiente a una línea imaginaria que se traza de canino a canino, desde sus caras distales (C).
- c) Una papila cuya prolongación llegue a otra línea transversal trazada desde ambas caras distales de los segundos premolares (M).
- d) Cuando la línea es aún más larga y pesa más allá de ésta última línea transversal (L).

Hay ocasiones en que aparece una línea llamada dupla-prolongación, que es en realidad una pseudo-prolongación de la arruga palatina; podrá ser independiente

o ligada a la prolongación de otras papilas, en éste caso se anotará agregadas a las letras ya mencionadas la nueva anotación:

- 1) Dupla prolongación: *d*.
- 2) Dupla independiente prolongación a la derecha: *id*.
- 3) Dupla independiente prolongación a la izquierda: *ii*.
- 4) Prolongación unida a las papilas derechas: *ud*.
- 5) Prolongación unida a las papilas izquierdas: *uí*.

En la ficha se anotará primero en el lado izquierdo y luego en el derecho (como se coloca la reproducción invertida, la izquierda de la ficha representa la parte derecha de la bóveda palatina del sujeto). Una vez clasificada se sumarán los valores iguales de cada lado, colocando el resultado en el casillero correspondiente, los que una vez totalizados nos darán el número de la ficha rugoscópica.<sup>49</sup>

#### FICHA RUGOSCÓPICA

|  |       | M   | (d) |      |     |      |
|--|-------|-----|-----|------|-----|------|
|  | S     | 1   |     | 2    | S   |      |
|  | C     | 2-6 |     | 5    | S   |      |
|  | C     | 3-6 |     | 1-3  | C   |      |
|  | S     | 5   |     | 1    | S   |      |
|  | 111   | (4) | 12  | 211  | (4) | 1(6) |
|  | 11112 |     |     | 2111 |     |      |

SUMA: 11112  
2111  
13223

Número de Ficha Rugoscópica: M (d) / 13223.

#### FOTORUGOSCOPIA<sup>50</sup>

Ésta técnica fue sugerida por el Dr. *Castroverde* de origen argentino, debido a que es más accesible para su obtención, ya que se toma utilizando una hoja de cera rosa, recortada al tamaño del arco, se calienta ligeramente a la flama, se lleva con el dedo índice aplicándola contra la bóveda palatina fuertemente, cuidando que quede una impresión completa de toda la superficie.

<sup>49</sup> Mendoza M. Ana María. *op cit.* págs. 92-95.

<sup>50</sup> Molina P. Sergio. "Odontología Forense. Aspectos Legales y Determinación del Sexo por Medición Palatina". Tesis recepcional, ENEP Iztacala, México. 1981. págs. 142-148.

Inmediatamente se retira, observando si la impresión ha copiado fielmente las rugosidades palatinas, si es así se aplanan al máximo, endurece poco después de haberla retirado. Al hacer esto no importan las pequeñas distorsiones de las líneas marcadas, pues se ha comprobado que tomando varias impresiones al mismo individuo y efectuando la operación de aplanamiento, la distorsión es similar en todos los casos, por lo que los resultados son iguales.

El siguiente paso consiste en espolvorear la citada impresión con polvo de grafito y un pincel fino ( tipo dactiloscópico), pincelando la impresión para que el polvo se ligue a la parafina, excepto en los surcos o depresiones.

Una vez impregnada la muestra de grafito, se coloca bajo el chorro de agua suave, para que ésta arrastre las partículas de los surcos, se seca después con un paño fino sin peligro de variación. Acto seguido sumergir la laminilla de cera en una solución de alcohol o goma laca por un segundo, se pone a secar proporcionándole en ésta forma mayor consistencia para su mejor conservación y así poder archivarla.

Como en todo, la evolución ha venido a revolucionar los sistemas mencionados, por ello actualmente se aconseja renovar los todavía antiguos patrones de obtención de placas rugoscópicas, para ello se puede auxiliar de una fotografía de las arrugas palatinas para anexarla al expediente clínico, utilizar sistemas de microfilm e inclusive placas radiológicas que como se pudo observar en el capítulo correspondiente proporcionan muchas ventajas también.

## SISTEMAS ALTERNATIVOS DE IDENTIFICACIÓN

Los innumerables intentos por tratar de descubrir un sistema de identificación que sea más práctico, económico y confiable que los ya expuestos, ha llevado a los investigadores a buscar otras alternativas de identificación; que van desde lo innovador, hasta la aplicación evolucionada de alguno de los elementos ya analizados.

Sería un punto menos que imposible revisar la totalidad de ellos, por ello se ha elaborado un breve resumen de aquéllos que pudieran tener más adelante la posibilidad de utilizarse de manera alternativa a los existentes y que brinden verazmente elementos de confiabilidad mas certeros.

### IDENTI-MAT<sup>51</sup>

Elaborado con algunos elementos de la quiroscopia, existe un sistema electrónico de identificación de la mano, propiamente de algunos de sus datos biométricos; y es conocido como *Identi-mat*, y aunque poco popular dados los altos costos del equipo técnico; no estamos en posición de restarle importancia. Toda vez que es una innovación, es aventurado hablar de sus ventajas y desventajas en cuanto a su efectividad ya propiamente aplicado a una identificación, ésta circunstancia es debida básicamente a que su uso ha sido solamente local y esporádico.

La identificación se produce mediante la confrontación por una computadora electrónica, de los datos biométricos existentes en la mano de la persona que se quiere identificar, con los existentes en la correspondiente tarjeta de registro que se habrá tomado con anterioridad.

Dichos datos biométricos consisten en una serie de características específicas como:

-  Forma de los dedos en su punta
-  Largo de la mano
-  Medida y forma de las falanges de los dedos
-  Medidas cubitales y radiales
-  Tono de piel
-  Transparencia de la piel a la luz (grosor)

<sup>51</sup> Vélez. Ángel, "*Criminalística General*", 2a. ed., Ed. Temis, Bogotá, Colombia, 1983, págs. 157 y 158.

Como podrá apreciarse, este sistema de identificación solo es funcional en aquéllos casos en que existe un convenio entre identificador e identificado, pues se debe obtener la "tarjeta pase", lo cual descarta completamente su utilización con fines forenses.

Sin embargo para cuestiones de sistemas de seguridad puede ser muy útil, se le considera con muchas posibilidades de aplicarse correctamente.

### VOICEPRINT

La aparición de un aparato llamado *Sound Spectrograph*, ha revolucionado las técnicas de investigación policíacas especialmente en cierta clase de delitos, como el secuestro y el chantaje, así como para detectar a los informantes anónimos o delatores que por diversas razones suelen hacer llamadas a la policía para informarle sobre la comisión de ciertos delitos o de quienes los cometieron quienes regularmente pretenden quedar en el anonimato.

Tal es la eficacia de éste aparato, que inclusive ya fue posible descifrar un confuso mensaje que había sido enviado por el piloto de un avión secuestrado el cual gracias a éste sistema, se pudo conocer que había sido herido de muerte.

El *Sound Spectrograph* fue ideado por *Lawrence G. Kersta*, su funcionamiento consiste en registrar en forma de espectrogramas las características de la voz, con el fin de identificar a la persona que de ella procede, ya sea directamente o por medio de llamadas telefónicas. El resultado es la "impresión de la voz" o *VOICEPRINT*.

Según su creador, la voz de cada persona posee características propias y determinadas, que permiten diferenciarla de todas las demás voces, inclusive efectuando comparaciones entre miembros de una misma familia, en hermanos gemelos e inclusive con ventrílocuos e imitadores.

Lo anterior se basa en que la configuración de la boca, garganta y fosas nasales de cada persona, hacen que la energía vocal se concentre en bandas de frecuencia claramente definidas, lo cual, a su vez, hace fracasar todo intento de cambiar o disimular la voz; no importa que la persona se exprese en otro idioma, o pierda los dientes, le hayan sido extraídas las amígdalas, e inclusive que hable con la boca llena de comida, tapada con un pañuelo o alguna otra variedad; el cambio no afecta la forma del espectrograma de la voz.

A fines de 1969 ya existían en los Estados Unidos un total de 45 oficinas de policía que habían hecho experiencias con unos 200 casos positivos; también se efectuaron por los técnicos en un tiempo de dos años, experimentos con más de 50,000

llamadas telefónicas efectuadas desde una librería, y con los 16,000 *voiceprint* confrontados se obtuvo un resultado del 99% positivo.

En los casos presentados a la corte en el mismo país solamente uno de ellos no fue aceptado como prueba. Tal circunstancia nos demuestra el alto grado de confiabilidad que posee.

Realmente la interpretación del vocablo *voiceprint*, significa más que la "impresión de la voz", es en realidad la impresión de los diagramas de una voz, resultado del análisis de un instrumento llamado espectrógrafo. Esta impresión se efectúa cuando el equipo transcribe el sonido de las palabras en grafismos que corresponde al grado de energía vocal, éstos pueden diferenciarse de modo más claro a la vista, que el sonido de la voz directamente o en grabación; además de tales diagramas pueden tomarse fotografías y/o diapositivas que se comparan por superposición e ilustrarán completamente ésta situación. Además cuenta con la ventaja de que se puede hacer de manera macroscópica y sin absolutamente ningún conocimiento en la materia, además; sin lugar a error (relativamente hablando).

Se sabe que existen dos formas de trabajar la identificación por *voiceprint*, una en forma de barras, el otro de contorno; se emplean el primero para la determinación subjetiva y el segundo para la clasificación de personas ya conocidas. Una vez impreso el *voiceprint* específico (muestra), la comparación abarcará las características de extensión, forma, altura y volumen que presente cada diagrama, y se identificarán entre sí los que presenten características idénticas.

De lo anterior se deduce que una vez comprobadas las características propias de cada voz, sí es posible desfigurarlas, pero esto no suele ser muy frecuente ni fácil, técnicamente hablando; por ésta razón, sí se le considera un sistema efectivo el de identificar a las personas por su voz; tal vez con un poco más de tiempo, dicho sistema se convertirá en una de las mejores armas con que cuente la justicia para hacer frente al crimen, que es uno de los más grandes y funestos flagelos que han azotado a la humanidad por mucho tiempo.

#### **HUELLAS DE PIES CALZADOS**

Este tipo de huellas suele no ser tan común su localización como las huellas dactilares, sin embargo revisten gran importancia ya que en varios casos han sido el único indicio que ha llevado a la localización e identificación de un delincuente.

Esta técnica de identificación de personas posee toda una metodología particular, de manera que solo se analizan los elementos más significativos.

Algunos conceptos importantes que hay que saber para poder conocer sobre éste sistema son los siguientes:



*Gráfica de pisadas.*- Conjunto de huellas que deja quién camina o corre, con todos sus detalles. Sus principales componentes son la línea direccional, línea de los pasos y la línea de cada pisada.



*Línea de dirección.*- Indica la dirección general que tomó el caminante.



*Línea de los pasos.*- Es una línea imaginaria que en el andar normal e ideal, se identifica con la línea de dirección y corre a lo largo de los lados interiores de las huellas de ambos talones.



*Línea de cada pisada.*- Es el ángulo en que se asienta cada pié, es una línea recta que forma el eje longitudinal de la huella.



*Longitud del paso.*- Distancia entre los centros de dos huellas consecutivas de talones; depende de la estructura de la persona, sus hábitos al caminar y de la velocidad con que camina.

Este tipo de huellas es muy importante en su interpretación ya que puede indicarnos desde el desconocimiento del terreno ahora lugar de los hechos hasta características propias del sujeto que la dejó. Entre otros datos que se puede obtener de éste tipo de huellas se pierden contemplar las siguientes:



En el andar cauteloso los pies se presentan paralelos a la línea directriz.



El paseante abre el ángulo del pie y dirige las puntas hacia afuera.



En el cojo la pierna normal da pasos mas largos con respecto a la enferma.



No es de rigor que el calzado femenino deje huellas perfectamente diferenciables del calzado masculino, pues ésta situación puede variar si se considera el tipo de calzado que la moda dicte.



Si la persona llevaba alguna carga pesada.



Definir el tipo de pisada: caminando, a trote, carrera, hacia atrás, etc.

No obstante, el uso de calzado deja, tanto en la suela como en el tacón, el desgaste propio de la persona que la usa, a más de que el continuo roce con superficies ásperas, como el piso, calles, tipo de trabajo, puede ocasionarle desperfectos que permitirán identificar las huellas con los zapatos que las produjeron.

Las técnicas aplicadas para el moldeado y levantamiento de huellas que se siguen son:

- a) Huellas en tierra blanda, lodo seco y tierra helada
- b) Vaciado en lodo
- c) Vaciado en el polvo o arena fina
- d) Vaciado para huellas en la nieve

El hecho es que pese a no ser considerada una prueba contundente, puesto que seguramente existen muchas personas que aparentemente caminen igual, sí puede ser un indicio que, sumado a las características de la suela y el tacón y a otros que aporte la investigación, llegará a formar o reforzar una prueba más evidente.

En nuestro país, la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal ha logrado identificar, localizar y asegurar a varios delincuentes con éste tipo de huellas.

## TATUAJES

Dentro de las señas particulares, consideradas para contribuir con una mayor exactitud a definir la apariencia física de un ser humano, encontramos a las cicatrices, producidas por cualquier agente; pero una modalidad especial de ellas la constituyen los tatuajes, de los cuales se ha dicho que son cicatrices elocuentes.

La palabra tatuaje es de origen polinésico y fue divulgada por *James Cook* en su significado de marcas sobre el cuerpo; la costumbre de pintarse es muy anterior a la divulgación de la palabra.

En los delincuentes el tatuaje fue explicado por *Cesar Lombroso* como producto de la ociosidad en la que los sentimientos alterados de las personas los llevan a la imitación.

Los procedimientos para tatuar son diversos: pinturas, escarificación, cicatrización, quemaduras subepidérmicas y mixtos; y los lugares de elección en orden de frecuencia son los antebrazos, dorso de las manos, los brazos, el abdomen, el tórax, muslos, piernas, rostro, espalda, nuca, pie y órganos sexuales.

Las conclusiones de algunos autores establecen que:

- a) Los tatuajes rojos duran muy poco, entre uno o dos años.
- b) Los que son hechos con pólvora desaparecen lentamente.
- c) Los que son hechos con tinta negra o azul son indelebles.

Con el tiempo el tatuaje se hace borroso e ilegible, en la identificación de cadáveres el procedimiento a seguir es aplicar una lámpara de 1000 wats, a una distancia aproximada de 20 centímetros, por encima de la piel tatuada y durante unos 5 minutos; así la epidermis se desprenderá con relativa facilidad y lo dejará al descubierto.

Locard consideraba que:

*"Sería inexacto afirmar que todo hombre tatuado sea un criminal; pero sí es bien cierto que no hay apache que no lo esté".<sup>52</sup>*

### **IDENTI-KIT**

Conscientes de que a cada minuto se llevan a cabo asaltos, robos, raptos, violaciones y un sin fin de delitos más a través de toda la ciudad, toda vez que los sistemas de identificación aplicables a muchos de éstos delitos, se sabe que son poco prácticos; dado que la víctima o el testigo de ellos entra en un estado de shock temporal; circunstancia que puede beneficiar o retrasar la investigación. Además se ha comprobado que entre más tiempo pase desde el momento de la comisión, los elementos que pudieran aportar datos significativos a la identificación o investigación se irán perdiendo paulatinamente.

Pensando en la problemática de crear un sistema de identificación práctico y que se auxilie de sistemas ya establecidos, que subsanara además la problemática del médico forense de reconstruir, con los datos verbales descriptivos de varias personas, el aspecto del sujeto (caso del retrato hablado), pero en manos de un médico que además tenga las habilidades indispensables en el dibujo anatómico resultaba bastante difícil.

Para facilitar esta labor, en la actualidad hay diapositivas con los principales rasgos fisionómicos del retrato hablado y que pueden superponerse y dar así lugar a la creación de un buen registro. Sin embargo éste sistema ha sido rápidamente superado por el revolucionario *IDENTI-KIT*.

---

<sup>52</sup> Quiroz Cuatón Alfonso. "Medicina Forense", 4a. ed.. Ed. Porrúa, México, 1984, pág. 1072.

Literalmente el término *Identi-kit* significa "equipo de identidad", producto del trabajo de la Smith & Wesson Company, la cual ha logrado crear un paquete de computación que es en realidad una base de datos sobre aspectos de identidad, en este caso, el citado programa con el auxilio de una puede ir creando en cuestión de minutos una fisonomía humana mucho mas real y parecida al sujeto o individuo que se pretende identificar, lo cual es inclusive menos traumático para la víctima o testigo.

Al respecto, el día 17 de abril de éste año, se efectuó en nuestro país la presentación anual de Tecnología de punta en aspectos de seguridad nacional, misma que involucra, por las mismas razones, solamente a instituciones responsables de la administración de justicia en todos sus niveles; y que es patrocinada completamente por el gobierno de los Estados Unidos.

Dentro de dicha presentación, uno de los sistemas que por varios años se ha mantenido como atractivo principal, es precisamente el Sistema Avanzado de Composición Facial, mejor conocido como *IDENTI-KIT*; del cual se hizo la presentación de la tercera versión, misma que contempla, por citar algo; poco más de 615 características multiraciales (caucásica, negra, hispánica y asiática entre muchas más), divididas para cada sexo. Que además se puede utilizar ya en una computadora persona portátil con por lo menos, una capacidad de 4MB en ram.

Dicho sistema es de tal facilidad que para ir creando las características faciales de determinada persona sólo basta con presionar alguna de las ocho ventanas de trabajo que presenta la base (movimiento, escalas, remover, borrar, reversa, mezclas, pinturas etc.), y elegir alguna de las funciones que dicha ventana presente.

En nuestro país las Procuradurías General de la República y de Justicia del Distrito Federal, con apoyo del Dr. Carlos Serrano, del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, se encuentran elaborando un *IDENTI-KIT*, sólo que a diferencia del citado con anterioridad, éste sólo pretende contemplar las características raciales típicas y fenotípicas del perfil del mexicano.

## IDENTI-KIT



## EYE-IDENTIFY

La iriología es un sistema de identificación de personas relativamente nuevo conocido como EYE-IDENTIFY, que tiene como finalidad, lograr efectuar la identificación positiva de un individuo mediante el cotejo de una impresión fotográfica de la retina o del fondo de sus ojos (previamente capturada en archivo dentro de una computadora); con la impresión que presentan sus ojos en ese momento, dicho cotejo no debe presentar diferencia alguna entre ambos; en principio éste sistema ha dado verdaderos resultados en la fase experimental de laboratorio, ahora se ha decidido llevar a la calle, que es en donde pasará la verdadera prueba de su efectividad.

Este sistema encuentra su fundamento en el hecho de que la vista humana, propiamente el órgano ocular, es único en su estructura interna; considerando los siguientes elementos: *posición, tamaño, forma y cantidad de vasos sanguíneos*, ello significa que éstas características las poseen todos los ojos pero de una manera única y diferente; además posee cualidades similares a las de las huellas dactilares como son *la diversidad, perennidad e inmutabilidad*; se le ha clasificado como un método o sistema de identificación biométrico, lo que significa que se basa exclusivamente en la medida y morfología de determinado órgano de un cuerpo humano.

El *Eye-identify* presenta las siguientes características:

- ☞ *Confiabilidad*: Muy alta, debido a que casi ninguna enfermedad o lesión (no grave), logrará modificar el dibujo vascular de la retina (vasos sanguíneos).
- ☞ *% de rechaza en falso*: 12.4 % con una sola prueba y de 0.4 % con tres pruebas.
- ☞ *Vulnerabilidad al fraude*: La falsificación es prácticamente imposible (considerando ojos falsos, lentes de contacto e inclusive trasplantes).
- ☞ *Uso*: Fácil y práctico desde el punto de vista técnico, muy difícil desde el punto de vista social.
- ☞ *Rapidez de identificación*: 1.5 segundos.

*☞ Memoria para almacenamiento: 40 bites.*

Es un sistema que depende (técnicamente hablando), completamente de soporte computacional para poder funcionar, ha sido utilizado en instalaciones militares y actualmente, la institución que ha decidido formar parte del programa piloto que utilice este sistema de identificación para aplicarlo a transacciones automatizadas financieras, es el Banco Interestatal de Portland en los Estados Unidos.

De manera similar, en otras instituciones bancarias en ese mismo país, se ha comenzado a implementar las primeras redes de cajeros automáticos con un dispositivo que utiliza los principios del EYE-IDENTIFI, en el cual una vez introducida la tarjeta de crédito y digitados los números clave para continuar efectuando cualquier movimiento bancario; mediante un bien simulado dispositivo especial implementado en dichas máquinas, que se encuentra a la altura de la cara, captar la imagen del fondo de los ojos de la persona que pretende hacer el movimiento, instantáneamente el computador la confrontará con el banco de datos personificado de clientes ya existente y si corresponde, permitirá proseguir la operación; si no, automáticamente se cancela cualquier movimiento. Esta aplicación es con fines de disminuir en la medida de lo posible los fraudes bancarios o robo de efectivo a clientes, que se efectúa generalmente mediante el retiro del efectivo de tarjetas robadas, hecho delictivo que se ha popularizado excesivamente.

## CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVA POR ADN.

*"La evolución es un proceso creativo, exactamente en el mismo sentido en el que componer un poema o una sinfonía, hacer una estatua...y pintar un cuadro son actos creativos... Hace posible formaciones de sistemas vivos que, de otra manera, serían infinitamente improbables. Nada podría ser más simple e ingenioso que su modo de actuar; las constelaciones de genes que están ajustadas al medio sobreviven mejor y se reproducen con más frecuencia que aquellas que están peor ajustadas."*

Theodosius Dobzhansky

*"La mitología está llena de criaturas híbridas, como la Esfinge, el Minotauro o Quimera; pero el mundo real no lo está. Se halla poblado por organismos que no han sido configurados por la unión de características provenientes de seres muy distintos, sino por la evolución dentro de especies dadas, que conservan su identidad básica generación tras generación."*

Stanley Cohen

### 3.1 Aspectos Generales sobre Genética

Los orígenes de la genética se pierden en la prehistoria de la humanidad cuando el hombre domesticó los primeros animales y dio inicio a la agricultura; mediante cruza y selecciones artificiales alteró la condición natural de plantas y animales. Posteriormente la elaboración de bebidas y alimentos como la cerveza, el vino, el vinagre, el pan con levadura, el queso, etc., hizo que éstos, se convirtieran en los primeros conocimientos biotecnológicos, aunque de origen evidentemente empírico.

---

Dado lo anterior no era raro que la herencia se considerara inicialmente un problema reservado a horticultores y criadores. Así que las teorías sobre la manera en cómo se transmitía la herencia, fueron evolucionando desde la creencia de que emisarios de cada parte del cuerpo (en el caso de los seres humanos), provenientes de ambos padres viajaban al nuevo ser transmitiéndole desde un principio y a manera de rompecabezas, todas aquellas características que culminarían en la formación perfecta de un ser humano.

De allí que el nuevo ser presente la forma o color de los ojos de alguno de sus padres, el tono de piel, características del cabello, estatura o hasta el carácter. Sin embargo éstas concepciones no fueron suficiente respuesta para la siempre presente curiosidad humana; curiosidad que mucho tiempo después y a través de innumerables trabajos, investigaciones y experimentos iniciados en aspectos biológicos, dieron origen a toda una ciencia que se dedicó por completo al estudio de los fenómenos y leyes de la herencia en plantas y animales; que por ende; técnica, científica o especulativamente son aplicables a la propia investigación en seres humanos.

De ésta manera lo que antes era suerte o decisión divina, se convierte en una compleja y perfecta estructura con fundamentos científicos e intervención matemática de otras ciencias; que para su comprensión requiere mucho más conocimientos que propiamente anatomía y reproducción, toda vez que funciona, se reproduce y permanece mediante estructuras e intercambios físicos y químicos (entre otros), con influencias estadísticas, lógicas y matemáticas de una sencillez humillante, pero que en conjunto son la fórmula única (de origen natural), que contiene el secreto de la vida misma de cualquier ser en este planeta.

### 3.1.1 Anatomía y reproducción

Desde la antigüedad el hombre ha contemplado con profunda fascinación y desconcierto el maravilloso fenómeno de la herencia. Y es esta, a través del fenómeno de la *reproducción*, la que juega un papel decisivo en el proceso de perpetuar las especies, misma que ha estado presente en todos los seres vivos desde el origen de la vida.

Este hecho lo podemos apreciar desde los seres unicelulares que se multiplican dividiéndose, hasta el ser humano mismo. En ambos casos, cada una de las células de ambos seres, crece hasta el punto de seccionarse en dos mitades idénticas en forma, tamaño y estructura y siguiendo esa dinámica hasta formar un nuevo ser de una sola célula o un cuerpo de millones de ellas. De allí que los fenómenos de la herencia expliquen en realidad los del crecimiento y que sea debido a ellos que podemos comprender por qué el hijo se parece a sus progenitores; como si fuera, en principio, un fragmento de ellos.

Siglos de observación y de experimentación han demostrado que los organismos vivientes, hasta donde la competencia científica puede demostrar, son producidos por otros semejantes. En las formas más elevadas de vida, específicamente en el ser humano, la continuación genética de la especie depende finalmente de alguna forma de función cooperativa y de la utilización de las glándulas y órganos reproductores de los dos sexos. De manera que se detallarán fisiológica y funcionalmente los órganos de la reproducción.

#### FISIOLOGÍA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA SEXUAL MASCULINO

Del sistema genital masculino los elementos más importantes son las gónadas, los *testículos* que se desarrollan en pares en la cavidad abdominal. Los testículos descienden poco antes o después del nacimiento al interior del *escroto*, una bolsa de tejido laxo que se encuentra como continuación de la cavidad abdominal.

Los testículos son cuerpos ovoides que varían en tamaño, pero en el adulto miden alrededor de 4 cm de longitud y 2.5 cm de diámetro. El escroto, cavidad donde se alojan, está apoyado en músculo y tejido especiales que actúan regulando la temperatura de las gónadas. Habitualmente la temperatura escrotal es ligeramente inferior que la del cuerpo, y la importancia de ella radica en que es necesaria para la reproducción de los espermatozoides.

Cada testículo tiene dentro de él alrededor de 250 lóbulos o compartimientos que contienen a su vez uno a tres túbulos seminíferos enrollados y alabeados. La longitud combinada de los túbulos de ambos testículos mide varios cientos de metros, las paredes de los túbulos están recubiertas por tejido germinal y es aquí

donde la formación de los espermatozoides tiene lugar en el proceso de maduración conocido como espermatogénesis.

### Espermatogénesis

El tejido germinal de los túbulos seminíferos contiene dos tipos de células: las células espermatogénicas (las que producen finalmente el esperma maduro), y las sustentaculares o de Sertoli (que alimentan al esperma en las diferentes etapas de desarrollo). Conforme madura el hombre y, aumenta la función hormonal la superficie interna de los túbulos seminíferos aumenta su contenido de espermatogonias primitivas, las cuales constituyen la primer etapa de espermatogénesis (aproximadamente a los 11 años de edad).

Mediante el único proceso de mitosis, cada espermatogonia se divide y produce dos células hijas, conteniendo ambas los 46 cromosomas. Una de ellas es otra espermatogonia que permanece en la periferia del túbulo lista para fragmentarse de nuevo, perpetuando en esta forma la formación de espermatogonias futuras. La otra es un espermatocito primario, el cual constituye la etapa siguiente de la espermatogénesis.

El espermatocito primario es una célula grande que se desplaza hacia el centro del túbulo. Sufré una reducción meiótica, produciendo dos *espermatoцитos secundarios* más pequeños. En la *meiosis* (anexo primero), de espermatocito primario a espermatocito secundario es cuando se reduce el número de cromosomas de cada célula a 23. Veintidós cromosomas similares (autosomas o cromosomas no sexuales), más un cromosoma X de un espermatocito secundario y 22 cromosomas similares más un cromosoma Y en el otro. En esta forma los espermatozoides X y Y son producidos en igual número. El espermatozoide Y (productor de hombres), tiene la cabeza más pequeña y una cola larga, mientras que el espermatozoide X (productor de mujeres), tiene cabeza ovalada y cola corta.<sup>1</sup>

Los espermatoцитos secundarios se dividen por *mitosis* (anexo segundo), originando las últimas células germinales primitivas, las *espermátides*. Estas se desarrollan sin división celular en *espermatozoides maduros* o células espermáticas totalmente formadas, conteniendo cada una 23 cromosomas. El proceso de la espermatogénesis requiere aproximadamente de 64 días y constituye un proceso continuo en el hombre adulto normal.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> James Leslie y Stephen P. McCary, "Sexualidad Humana de McCary", 4ª ed., 13ª reimp., Ed. El Manual Moderno, México DF, 1995, pp. 393.

<sup>2</sup> Se habrá observado que mientras en la mitosis los dos núcleos "hijos" están compuestos por *cromátides*, en la meiosis los núcleos "hijos" están formados por *cromosomas*. Esto constituye una diferencia esencial, significa que el número de cromosomas del núcleo "hijo" se reduce a la mitad. Así pues, los núcleos de las células reproductoras que se forman a partir de estos núcleos "hijos" poseen solo la mitad del número de cromosomas que se encuentran en las otras células del organismo.

Los espermatozoides son transportados por movimientos ciliares y peristálticos de los diferentes túbulos, hacia un minúsculo conducto colector, el conjunto deferente. Este conducto no sólo sirve como un pasaje del espermatozoide, sino también como un lugar de almacenamiento particularmente en su extremo superior donde se ensancha en un *ámpula*, misma que se une con las dos vesículas seminales (estructuras con forma de saco), en el entronque que se abre en la próstata. Los espermatozoides maduros tienen escasa movilidad cuando se integran al líquido prostático para formar el semen.

La secreción prostática o semen, que es descargada en el momento de la eyaculación es un líquido muy alcalino, lechoso, que contiene muchas sustancias, incluyendo proteínas, calcio, ácido cítrico, colesterol, numerosas enzimas y ácidos. La alcalinidad sirve, aparentemente para que el espermatozoide se desplace en zonas ácidas con un paso rápido (el caso de la acidez del líquido vaginal). El semen varía en su aspecto de hombre a hombre y se coagula poco después de la eyaculación, pero pese a ello se licua aproximadamente 20 minutos después. La cantidad promedio de eyaculación es de 4 ml. y posee un valor calórico de 36. Es por medio de un órgano cilíndrico denominado *penis*, compuesto en su mayoría por tejido eréctil, el que durante la excitación sexual se ingurgita de sangre, poniéndose duro, eréctil e incrementando notablemente su tamaño, para depositar de manera segura mediante la eyaculación (en el nivel máximo de excitación) el líquido seminal dentro de la vagina; como presupuesto necesario previo a la concepción de un nuevo ser.

#### FISIOLOGÍA Y FUNCIÓN DEL SISTEMA SEXUAL FEMENINO

Los órganos genitales femeninos internos constan de dos *ovarios*, dos *trompas de Falopio*, el *útero* y la *vagina*. Los primeros tres están sostenidos en la cavidad corporal, principalmente por dos ligamentos anchos, compuestos de una doble capa de tejido peritoneal, que permite movimientos independientes de cada órgano.

Los ovarios producen *óvulos*, son homólogos a los testículos del hombre. Se localizan a ambos lados del útero y son cuerpos de color rosado-grisáceo con aproximadamente el peso y tamaño de una almendra con cáscara. El recio ligamento ovárico inserta el ovario al útero. Dentro de cada ovario hay numerosas vesículas redondas llamadas *folículos*. Cada folículo alberga a un *oocito* (óvulo en la etapa temprana de desarrollo).

Cada mes, más o menos a la mitad del ciclo menstrual de la mujer físicamente madura, se rompe un folículo, liberando el óvulo al interior de la cavidad peritoneal, a este proceso se le conoce como *ovulación*.<sup>3</sup>

Los folículos yacen por abajo de la corteza del ovario y pueden ser *primordiales* (que aún no están en desarrollo), o de Graaf (que se acercan al momento en que un óvulo maduro es expulsado al romperse el folículo); durante este periodo de maduración los folículos se hunden profundamente hacia el centro o médula del ovario; la médula consiste en capas de estroma (tejido blando), que está abundantemente vascularizado.

A medida que crecen los folículos se forman varias capas alrededor del óvulo, las cuales están separadas por una membrana clara, creando espacios minúsculos entre las células foliculares; con el tiempo, estos espacios se unen para formar uno más grande, llamado antro. El folículo de Graaf alcanza un diámetro de 12 a 15 mm y ocupa a menudo menos de la cuarta parte del volumen del ovario. El rápido aumento de líquido folicular y de tamaño ejerce presión, la cual revienta la pared del ovario, descargando el óvulo de la cavidad folicular dentro de una ola de líquido.

En las *trompas de Falopio* (en honor de su descubridor Gabriello Fallopius), converge el óvulo del ovario al útero y constituye también el lugar donde ocurre la fertilización del óvulo. Cada una de las trompas uterinas mide alrededor de 10 cm de longitud y se halla suspendida por un ligamento, el cual permite a cada trompa que se extienda en la porción superoexterna, inclinándose hacia el ovario.

El *útero o matriz* es un órgano hueco de paredes musculares gruesas, con forma parecida a una pera. En una mujer madura, su diámetro en el fondo uterino mide 6.5 x 5 cm., se estrecha a un diámetro de 2.5 centímetros situado en la cavidad pélvica, entre la vejiga urinaria y el recto, cuelga un poco por abajo de las trompas de Falopio y entre ambas.

Las paredes del útero son particularmente gruesas en el fondo, y pueden medir hasta 1.5 cm. o más de espesor. Las paredes uterinas están constituidas por tres capas:<sup>4</sup>

1. *Perimetrio*.- Capa externa o serosa que consiste en el tejido fibroso elástico.
2. *Miometrio*.- Capa muscular o intermedia que forma la mayor parte de la pared uterina y que consiste de haces y capas de fibras musculares lisas muy fuertes.

<sup>3</sup> Aproximadamente 20 folículos maduran al grado de estar listos para la ovulación, sin embargo, sólo uno de éstos folículos se revienta, los demás degeneran y mueren.

<sup>4</sup> James y McCury, *op cit*

3. *Endometrio*.- Capa interna o mucosa que consiste en tejido que se engruesa a medida que el útero se prepara para la implantación de un óvulo fertilizado, pero que se esclera durante la menstruación si no ocurre la fertilización.

La *cérvix* es más fibrosa que el cuerpo uterino y su epitelio arborizado contiene glándulas que producen secreción mucosa. Alrededor de 0.8 a 1.3 cm de la *cérvix* se proyectan dentro de la vagina, creando un puente para el paso de espermatozoides hasta el lugar donde encuentran al óvulo.

La *vagina* es un tubo muscular, capaz de dilatación considerable, el cual se extiende desde poco arriba de la *cérvix* hasta la abertura externa del vestíbulo de la vulva. La vagina tiene una longitud aproximada de 7.5 cm en su pared anterior y de unos 9 cm en su pared posterior. Es el órgano que recibe al pene durante el coito.

#### Oogénesis

La *oogénesis* o desarrollo de los óvulos, corresponde a la función masculina de la espermatogénesis. Aunque de menor tamaño que el punto con el cual termina esta oración, el óvulo humano es relativamente una célula grande, mide 0.13 mm de diámetro y pesa 0.000004 gramos y es uno de los óvulos más grandes de mamífero.

Consiste de cuatro etapas de desarrollo:

- I. *Oogonio*.- Es la primera fase del desarrollo y es la célula fundamental del óvulo, se halla encerrada dentro de un folículo ovárico.
- II. *Oocito primario*.- Es el comienzo de la segunda fase y es un poco mayor que la célula original, antes de la ovulación el oocito primario sufre un proceso conocido como reducción o meiosis. Los cromosomas apareados dentro del oocito se dividen, yendo uno de cada par a cada una de las células hijas creadas por la meiosis. Por tanto el número de cromosomas en cada célula hija será de 23 en vez de los 46 habituales.
- III. *Oocito secundario*.- Una célula hija es llamada así, y es mucho mayor que las otras debido a que retiene prácticamente todo el citoplasma, el material que mantiene la vida del núcleo de la célula original. Es el oocito secundario el que se une con el espermatozoide, cada uno contribuye con 23 cromosomas para integrar los 46 cromosomas determinantes de la herencia humana. La segunda célula hija que se denomina cuerpo polar tiene una función mínima y finalmente degenera. En el curso de la ovulación el oocito secundario se mueve del folículo al interior de la trompa de Falopio donde se ejecuta la fecundación habitualmente.

IV. *Óvulo maduro*.- Ésta última fase no se considera alcanzada o completa, generalmente porque no hay fecundación. En caso contrario si se alcanza, debido a que como es una etapa de desarrollo completo o maduración del óvulo hasta que el núcleo del mismo está completamente desarrollado ya que se le considera así una vez que se ha complementado con el espermatozoide.

En general y de manera muy similar se lleva a cabo el proceso reproductivo en todos los seres vivos sexuales, entonces podemos decir que en las plantas y animales complejos existen células especializadas llamadas gametos (óvulos y espermatozoides), que son las responsables de la reproducción y por ende de la herencia biológica. La formación de un nuevo ser se inicia con la fecundación de un óvulo por un espermatozoide. Esta es la señal del disparo que desencadena el desarrollo.

Al principio el óvulo fecundado es una célula diminuta que rápidamente se divide y forma una masa de miles de células a partir de las dos antes mencionadas, así se va originando los tejidos y los órganos, más tarde quedan constituidos los aparatos y sistemas de todos los órganos del cuerpo.

Como se mencionó al principio, casi todas las células del cuerpo humano contienen 46 cromosomas, se dice que "casi" porque las únicas células que solamente contienen 23 cromosomas, o sea la mitad de los 46 que debieran portar; son el óvulo femenino y el espermatozoide masculino (de los cuales se pueden fabricar diariamente hasta 50 millones), debido a que una vez unidas mediante el proceso de fecundación (del primero por el segundo); la suma de ambos automáticamente alcanza los 46 cromosomas, con la única diferencia de que el último par de los proporcionados por el espermatozoide va a determinar el sexo del nuevo ser.

Aunque existen también algunas "rarezas" genéticas como las células musculares que tienen múltiples copias de cromosomas o las células de la sangre que han perdido sus cromosomas en el proceso de maduración. El proceso reproductivo de división molecular de las células es la manera en que el ADN contenido en dichos cromosomas se va multiplicando hasta formar un cuerpo o ser viviente completo con ese ADN original, mismo que permanecerá idéntico hasta la muerte del individuo.

La formación de un organismo es la realización de un programa; padre y madre transmiten al hijo sus características anatómicas y fisiológicas por medio de una especie de memoria genética contenida en los citados gametos. La fecundación produce una amalgama de memorias, el niño crece siguiendo el camino marcado por la herencia obtenida de sus padres, se parece a ambos pero es diferente; en él se han entrelazado los rasgos hereditarios materno y paterno que se entremezclan, se barajan y constituyen una fórmula única. Ésta es una de las causas de la enorme variabilidad que existe entre los organismos de una misma especie.

La reproducción es, como se ha observado una constante transmisión de información genética. Las instrucciones para la formación de un ser vivo son heredadas a los descendientes por vía sexual o asexual. En ese sentido, la herencia biológica implica, como ya se mencionó, la existencia de una memoria que se transmite de generación en generación utilizando como medio de transporte los cromosomas.

Las leyes bajo las que se rige esa transmisión son en principio las descubiertas en los trabajos de Mendel. Cuando menos en la actualidad estos hechos representan la verdad de lo que se sabe, aun cuando hay cierta evidencia de que en lo futuro los científicos podrán modificar los procesos genéticos y reproductores en forma artificial y significativa.

### 3.1.2 Leyes de Mendel

A través de la observación cotidiana, se sabe desde hace siglos que una gran cantidad de caracteres de los padres se transmiten a los hijos en cualquier ser vivo. Nuestros antepasados, aunque de forma empírica y casual manipulaban los genes mediante injertos de plantas haciéndolas así comestibles.

En realidad, hasta ya comenzado el siglo XX, la forma en que se transmite la vida continuó siendo ciertamente, un inquietante misterio. El primero en aproximarse a él fue Gregor Johann Mendel (1822-1884). Pese a haber nacido en una familia campesina decidió profesar los votos religiosos, ingresando en el monasterio agustino de la entonces ciudad Austriaca de Bruenn. Sus dos grandes aficiones, la jardinería y la estadística serían decisivas en la consecución de sus logros científicos.

En Mendel convergen las dos corrientes que dan lugar a la constitución de una ciencia de la herencia: el saber práctico de la horticultura y el teórico de la biología. Hijo de granjero, empezó a interesarse por la evolución. En su infancia vio a su padre plantar, hibridar, injertar, y no dejó de preguntarse toda su vida cómo se formaban las especies. Con esos antecedentes y tras diversos experimentos llegó a producir híbridos como su padre, pero a diferencia de él, con la finalidad de seguir el comportamiento de los caracteres a lo largo de las generaciones, más que de incrementar el rendimiento.

Una vez en el monasterio, dedicó durante más de ocho años buena parte de su tiempo a realizar en el huerto, cruces entre plantas cuyas semillas mostraban distinta coloración, forma o textura; plantas de semilla amarilla con plantas de semilla verde; chícharos de semillas lisas con otros de semillas rugosas; luego observaba lo que ocurría a través de las sucesivas generaciones y anotaba

resultados. Estas observaciones acerca del color de las flores o de la forma y tamaño de las vainas de los chícharos permitieron al inquieto monje establecer una serie de valiosas conclusiones, que hoy se estudian en todas las escuelas y universidades del mundo y que se conocen como las "*Leyes de Mendel*", mismas que históricamente le merecieron el título de "*El Padre de la Genética*".

Entre otras cosas, Mendel estaba seguro de que las características de cada planta se hallaban regidas por lo que él llamó "*factores*", que no son otra cosa que lo que en 1909 el biólogo danés Wilhelm Johannsen bautizaría como "*genes*". La actitud de Mendel presentaba tres elementos nuevos, la manera de encarar la experimentación y de escoger el material conveniente, la utilización de una continuidad y la utilización de grandes poblaciones, lo que permite expresar los resultados por medio de números y someterlos a un tratamiento matemático; el empleo de un simbolismo simple que le permite un diálogo continuo entre la experimentación y la teoría.

Por otro lado, también llamó su atención el hecho de que los "*Factores Hereditarios*", podían existir en dos versiones: la primera determinaría por ejemplo; que las semillas fueran verdes; y la otra, que resultaran amarillas. A estas diferentes formas en que puede manifestarse la herencia les llamó "*alelos*", de ésta manera el factor determinante del color tendría dos alelos, uno para las verdes y otro para las amarillas. Así, toda planta poseería un par de factores para cada característica expresada, aportados cada uno de ellos por un progenitor.

De manera similar Mendel observó que una de las formas de cada factor podía neutralizar el efecto del otro. De ésta manera, si por ejemplo, una planta que producía vainas rugosas se cruzaba con otra que las proporcionaba lisas, todas las plantas de la generación siguiente tendrían las vainas rugosas. El alelo del gen que determinaba la textura de la planta era dominante; el otro recesivo. Estas y otras muchas de sus observaciones serían más tarde confirmadas por los científicos. Mendel abandonó sus trabajos después de que envió una copia de sus trabajos a un eminente botánico suizo de nombre Karl Wilhelm que apenas prestó atención a los razonamientos asentados allí. Sin embargo, en 1866 consiguió publicar el fruto de sus investigaciones en una revista austriaca de esas provincias, lamentablemente el artículo al parecer, tampoco tuvo demasiada repercusión.

Con Mendel, los fenómenos de la biología adquieren de golpe un rigor matemático. La metodología, el tratamiento estadístico y la representación simbólica, imponen a la herencia toda una lógica interna. A excepción del episodio de la preformación, la manera de considerar el problema de la herencia apenas había cambiado durante más de veinte siglos.

### 3.1.3 ADN y ARN

Como se ha podido observar, casi todos los organismos se componen de numerosísimas células y la vida se distribuye entre ellas en forma de procesos bioquímicos. Algunas células del cuerpo permiten el movimiento, otras transmiten mensajes, otras más distribuyen el oxígeno, grupos de ellas contribuyen a la formación de los tejidos, de los cuales están formados los órganos del cuerpo, corazón, hígado, riñones, cerebro. Todos son miembros de una organización de diez billones de células que mantienen la vida.

De manera que todos los organismos vivos son, en síntesis, laboratorios más o menos complejos destinados a fabricar proteínas (de estructura y metabólicas, también llamadas éstas últimas enzimas), las cuales están compuestas por moléculas de pequeñas dimensiones que se encadenan entre sí (ácidos aminados) y que sirven para determinar y regular las funciones metabólicas.

De modo que la actividad permanente de un órgano viviente está bajo la dependencia exclusiva de sus funciones metabólicas. Por ejemplo: en cualquier forma que el azúcar llegue al organismo humano, se transforma en glucosa y se degrada en ácido carbónico y agua, liberándose en el proceso energía calórica. Si el proceso se realizara bruscamente, el calor desprendido sería incompatible con la vida. Mediante la presencia de reguladores, enzimas o catalizadores, hace lenta la sucesión de fenómenos, cuya característica resulta útil solamente de esta manera para el organismo.

La importancia de las proteínas fue descubierta por dos biólogos norteamericanos de apellidos *Tatum* y *Beadle*, quienes pudieron comprobar que las proteínas en forma o estructura de enzima son los responsables de toda la sucesión de cambios y reacciones químicas de tipo metabólico que tienen lugar en un ser vivo; se sintetizan dentro de éste en dependencia directa con el material hereditario, los genes específicamente (unidades hereditarias primarias), se encuentran situados en el interior del núcleo de todas y cada una de las células de todos los organismos animales; mismos que regulan también a las proteínas de estructura. La vinculación de ambos se encuentra en que el código genético del gen, el que configura el encadenamiento específico de los ácidos aminados propios de las proteínas sintetizadas por ese gen en particular, siguiendo esa secuencia cada gen de manera indefinida. Para los genes, la estructura biológica que los contiene se llama  *cromosoma*.

Los cromosomas contienen el material hereditario de un organismo, es decir, el material transmitido de progenitor a descendiente y responsable de la gran semejanza que hay entre ellos. A principios de siglo el cromosoma fue representado como un conjunto de millares de unidades hereditarias, los genes; mismos que se han logrado determinar, tienen una función y una posición

definida en el cromosoma, determinando la herencia de algún rasgo específico: color de ojos, color de la piel, tipo sanguíneo e inclusive hasta el carácter.

Esta concepción de gene, originalmente se refería a cualquier unidad hereditaria que podía sufrir un cambio o mutación en su estructura y por lo tanto producía una alteración en sus características fenotípicas. Actualmente este criterio se basa en una técnica genética operacional, de acuerdo con las leyes de Mendel que se abordan detalladamente con posterioridad. En la actualidad el término gene tiene una connotación más amplia, ya que se conoce que existe una relación íntima con la estructura molecular de los ácidos nucleicos (ADN o poseedor del mensaje genético para el ácido desoxirribonucleico y ARN o transmisor de ese mensaje para el ácido ribonucleico), determinada por una serie de nucleótidos de cuatro tipos que se transcriben o transmiten en grupos de tres o tríadas que corresponden a la clave genética.

Y es el caso que los científicos de la actualidad, ven en el cromosoma un paquete que contiene de manera muy apretada moléculas retorcidas de ADN, o sea, que consideran a los genes como tramos de la larga cadena de ADN. Se calcula que si se desenrollase el ADN apretujado de una sola célula humana, la hebra sería tan alta como el individuo que la proporcionó y contendría millones de genes.

Se ha estimado que el ser humano tiene de 50,000 a 100,000 genes, cada uno con 1000 a 2'000'000 de nucleótidos en sus bases. Este fantástico número es posible gracias a la secuencia de esas 4 bases, de las cuales no se ha logrado descifrar el orden, orden que representa el secreto de las instrucciones para la formación de la vida.

Al principio se creyó que las proteínas contenidas en todas las células de cualquier órgano de un ser vivo, constituirían la sustancia química de los genes, y dada su enorme variedad, era razonable pensar que las proteínas ostentaban el codiciado título de ser las moléculas rectoras de la vida, pero no era así; en realidad siempre han sido los ácidos nucleicos los únicos y auténticos portadores de la información genética.

Los *ácidos nucleicos* son sustancias muy complejas denominados así por encontrarse principalmente en el núcleo de las células. Los dos tipos fundamentales son el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN). Ambos poseen características similares: están formados por las mismas unidades llamadas nucleótidos, que se alinean en forma de cadenas muy largas. Lo importante de estos polímeros es que su orden no es monótono ni repetitivo, sino que la manera en que los cuatro nucleótidos se ordenan a lo largo de la molécula que proporciona una secuencia, en cierto modo similar a la de las proteínas, sólo que en las proteínas son 20 las unidades que se emplean y aquí únicamente cuatro.

Cada nucleótido se compone de un grupo fosfato, un azúcar y una base nitrogenada (lo que en general conocemos como "bases"). El fosfato y el azúcar forman la columna vertebral de la molécula y las bases nitrogenadas proveen la secuencia específica. El azúcar marca la *primera diferencia* entre ADN y ARN, en el primero el azúcar se denomina desoxiribosa, en tanto que en el ARN recibe el nombre de ribosa por poseer un átomo de oxígeno más.

La enorme cadena de ácido desoxiribonucleico está contenido en el núcleo celular y en la mitocondria contiene cerca de tres billones de unidades químicas repetidas, llamadas nucleótidos; cada uno se incorpora a distintas unidades químicas en forma de espirales gemelas, que en épocas pasadas se les otorgó el nombre de "bases", que se aparean frente a frente de par en par, con una longitud constante entre los peldaños y cada una de estas cuatro bases es representada por una letra a saber: "A", adenina, "C" citosina, "G" guanina y "T" timina.

Uniéndose entre ellas con enlaces como los ya referidos y tienen la propiedad de agruparse de dos en dos, pero únicamente con una base determinada, o sea guanina solo con citosina y timina solo con adenina. Y es en este punto en donde en grupos de tres o tríadas forman el mensaje del código genético propio o específico. Por otro lado en la formación de éstas bases radica la *segunda diferencia* entre el ADN y ARN; dado que el ARN posee los tres primeros elementos que formarían una base (A, G y C), pero en lugar de timina contiene una base muy similar llamada uracilo (U). El ADN, capaz de dirigir su propia duplicación mediante el principio de complementación dirigida, es también capaz de gobernar la fabricación de una molécula mensajera: el ARN.

Como ya se dijo el gen es un segmento definido de ADN que contiene una secuencia determinada de nucleótidos, misma que es transferida a la molécula de ARN por un proceso de "copiado", efectuado por una enzima especializada: la *ARN-polimerasa*. Esta proteína es la responsable de lleva a cabo la fabricación específica de un mensaje, porque dirige el ensamblaje complementario de nucleótidos de ARN sobre el molde del ADN (proceso que requiere la intervención de muchas más proteínas especializadas).

El ARN es una macromolécula larga formada por una sola cadena de nucleótidos, cuya longitud varía dependiendo del gen que haya servido de molde. Este ARN, llamado mensajero, es un intermediario de las instrucciones contenidas en los genes. El ADN tiene su residencia en el núcleo de las células normales, en donde además se sintetiza el ARN mensajero que sale del núcleo celular llevando las "órdenes" al resto de la célula.

Cada ARN mensajero especifica la producción de una determinada proteína. Significa esto que el lenguaje químico del ADN (órdenes o instrucciones), son traducidas al lenguaje químico de las proteínas, edificadoras y ejecutoras de todas las estructuras y funciones biológicas.

Del ADN puede decirse que se ha descrito como el cimiento del edificio de la vida, el cianotipo del cuerpo. El cuerpo humano al igual que el de animales y vegetales está constituido por millones y millones de células; cada célula contiene un núcleo y dentro de cada núcleo se encuentran localizados cromosomas, los que en este caso suman 46, divididos en 23 pares heredados de ambos padres. El ADN que se encuentra en el núcleo de cada uno de esos cromosomas es idéntico en todas ellas y por ende, ninguna muestra de ADN será igual a otra si proviene de dos individuos diferentes; o sea que ninguna persona tiene un ADN idéntico, salvo en el caso de gemelos.

Si pudiéramos ver nuestros propios 46 cromosomas un millón de veces ampliados vagando en un mar de protoplasma, podríamos darnos cuenta de que cada uno de ellos consiste en una sola cuerda de ADN denominada *cromatina*; esta cuerda es larga y complicadamente retorcida, como una especie de macramé microscópico ondulante alrededor de una barra que le sirve de apoyo, compuesta de un tipo de proteína conocida como *histona*. Incluso, sin ninguna ampliación, estas moléculas genéticas son sorprendentemente largas, si se pudiera comprimir todo el ADN contenido en el núcleo de esta célula humana en una sola hebra molecular apretada, mediría unos 2,7 metros. Si hiciéramos eso con todo el ADN de nuestros 100 billones de células, podría llegar a la luna y volver un millón de veces.<sup>5</sup>

Existen diversas maneras de estudiar a los genes:

| GENES                 |                     |                   |
|-----------------------|---------------------|-------------------|
| Estudio molecular     | Estudio cromosómico | Estudio evolutivo |
| Transcripción del ADN | Meiosis             | Selección natural |
| Traducción del ADN    | Mitosis             |                   |
| Replicación del ADN   |                     |                   |

Al ADN se la ha comparado con una computadora digital, toda vez que sólo una pequeña parte de memoria en la computadora puede estar formada por un cero o un uno, pudiendo guardar gran cantidad de imágenes en ella y traducirlas en una codificación con millones de ceros o de unos, de manera muy similar, los escalones que forman la escalera del ADN son de un solo tipo (A+T o C+G), en un orden aún no determinado completamente.

Una de las funciones del ADN es el almacenamiento de información en forma codificada, su comparación con una computadora moderna da como resultado que una cadena completa de ADN (cuya información se encuentra contenida y

<sup>5</sup> Suzuki David, Knudtson Peter. "Genética". Ed. Tecnos. España. 1991. pág. 46.

distribuida en tres mil millones de escalones en esa sola cadena), ocuparía en aquella, 375 millones de bytes de almacenamiento.

Todo el ADN contenido en una célula huevo humana (un óvulo ya fecundado), pesa alrededor de media millonésima de miligramo y mide diez millonésimas de milímetro. No obstante, el ADN de esta única célula contiene toda la información hereditaria precisa para guiar su desarrollo hasta dar lugar a la formación de un hombre o una mujer. Aunque las dimensiones del ADN son increíblemente pequeñas, contiene una cantidad tal de información genética, que sería suficiente para llenar una enciclopedia de mil volúmenes.

La forma de espiral o doble hélice de las moléculas del ADN es idéntica en cualquier ser vivo, así como los genes de todos los organismos, están codificados en el mismo lenguaje genético universal; sin importar que provengan de una bacteria o alguna especie de vida animal lo que incluye al ser humano.

La información contenida en las moléculas de ADN de cualquier organismo, es usada por el cuerpo como una "receta", las "palabras" de esa receta son los genes y su alfabeto son las bases ya citadas formadas por cuatro elementos (A-T-G-C); una "receta" contiene usualmente entre 1000 y 100,000 cartas. A la "receta" completa se le llama "genoma", en el caso del ser humano se encuentra formada por aproximadamente tres mil millones de cartas o más.

De manera que a un gen se le puede definir como un fragmento de la doble hélice de ADN que codifica la información genética suficiente como para reunir los aminoácidos en una cadena simple de aminoácidos, o polipéptido. A su vez, los polipéptidos pueden unirse de nuevo en moléculas más complejas de muchas cadenas, denominadas proteínas. Un gen típico podría incluir unos 1000 pares de bases en el ADN y unas 100 vueltas en la doble hélice del ADN.

El genoma humano, fisiológicamente es la codificación completa del ADN que dará origen a un ser viviente; socialmente es un ambicioso proyecto que pretende conocer por medio del estudio y análisis que abarca específicamente dos mapas distintos, pero complementarios; el primero comprende la secuenciación completa de los 3,000 millones de bases; el otro, la ubicación precisa de los genes dentro de los cromosomas y su posterior descifrado para conocer la función exacta que realizan.

### 3.1.4 Microscopía

El ojo humano es capaz de enfocar y observar objetos situados a distancias que abarcan desde el infinito hasta cerca de 250 mm, por tanto la estructura más

pequeña que se puede distinguir en el punto más próximo es alrededor de 0,07 mm, lo anterior significa que el ojo humano es en realidad una especie de telescopio y su valor primario reside en esta propiedad. Pero este rango de observación no era suficiente, por esa razón había que encontrar la manera de lograr una observación más precisa.

Es en este punto, que en una constante búsqueda a comienzos del siglo XVII y gracias a la contribución de varios científicos tuvo su origen la ciencia que se ocupa del examen de objetos y seres muy pequeños con la ayuda del microscopio o *microscopía*. Fue *Anton Van Leeuwenhoek* (1632-1723), quien llevó a cabo la construcción de los mejores instrumentos, entre ellos su microscopio de una sola lente con 200 aumentos. Por otro lado, el empleo del microscopio como un arma poderosa de investigación científica en biología, medicina, química y otros campos no comienza hasta el siglo XIX con los trabajos de *Leyden* sobre células (1848), *Pasteur* sobre las bacterias (1857), *Gerlach* sobre tinte selectivo (1858) y *Abbé* sobre óptica.

El primer microscopio fabricado en serie se le conoce como *microscopio óptico*, sin embargo, la potencia de este tipo de instrumentos que emplean luz ordinaria y lentes de cristal tiene un límite. Cuando más, un microscopio así amplía unas 2 mil veces. Con semejante magnificación, la célula humana media, que mide poco más de una milésima de milímetro, aparece como si midiese más de dos centímetros.

Es cierto que si no todo, la mayor parte de lo que sabemos acerca de células y microbios se ha logrado averiguar debido a la observación del ser humano a éstos elementos mediante el empleo de microscopios, pero la evolución de la ciencia ha requerido que los instrumentos se vuelvan cada vez más poderosos y sofisticados. De allí que en un periodo de tiempo extremadamente corto comparado con el del desarrollo del microscopio óptico, el *microscopio electrónico*<sup>6</sup> ha hecho su aparición. Este tipo de equipo es capaz de mejorar el aumento útil de los microscopios ópticos en un factor que es aproximadamente igual al de éstos respecto al ojo desnudo; ha logrado la observación de partículas coloidales de todas clases, virus, bacterias, estructuras biológicas y de otros tipos hasta del orden de las dimensiones interatómicas.

Hoy día, el microscopio electrónico amplía algunos cientos de miles de veces y permite observar la separación de objetos desde unas pocas millonésimas de milímetro. Usando un haz de electrones, cuya longitud de onda es muy inferior a la de la luz, pueden obtenerse aumentos y resoluciones mayores aún que con esta ya que en vez de emplear lentes, para desviar y enfocar el haz electrónico se usan electromagnetos. Los electrones los emite un filamento de wolframio calentado,

<sup>6</sup> El primer microscopio electrónico fue presentado en 1931 por M. Knoll y E. Ruska en conferencias y demostraciones en la Technische Hochschule de Berlín, Alemania; y fue el resultado de sus trabajos de 1914 sobre oscilógrafos de alto voltaje.

análogo al de una bombilla eléctrica. El chorro de electrones pasa por un tubo de cerca de metro y medio en el que se ha hecho el vacío, atravesando el objeto observado lo mismo que los rayos X penetran en carne y huesos. La imagen ampliada puede concentrarse en una placa fotográfica o en una pantalla de observación análoga a un televisor.

Todos los microscopios electrónicos de calidad tienen un poder excelente y son bastante similares entre sí. Se pueden sin embargo, encontrar ciertas diferencias en cuestiones de ingeniería concernientes a problemas tales como conveniencia de operación, eficiencia, calidad de los componentes, mantenimiento periódico, precio y accesorios, pero la diferencia básica la determina el tipo de investigaciones a cuyas necesidades se debe adaptar de forma particular, ya que biólogos y metalúrgicos, por ejemplo, tienen exigencias muy diferentes en sus investigaciones y dada la gran diversidad de aplicaciones de la microscopía electrónica, puede preverse que continuará la proliferación de dispositivos adicionales.

El Dr. Alvar P. Wilksa, de la Universidad de Arizona, trabaja en un nuevo modelo que promete alcanzar ampliaciones y resoluciones que permitirían ver los átomos. Este investigador cree que con el nuevo microscopio electrónico podrán verse directamente las estructuras atómicas del ADN, ARN y las proteínas, ya que algunos estudios con el microscopio electrónico han revelado poca novedad en su arquitectura, ya que el ADN es increíblemente delgado (escasas millonésimas de centímetro de grueso), y con la ampliación del microscopio electrónico parece un simple cordel, sin estructura interna.

Sin embargo, más importante que la ampliación de la muestra es el poder de resolución del microscopio, o sea la capacidad de distinguir con claridad dos objetos muy cercanos entre sí. El poder de resolución del microscopio óptico moderno, es de unas 100 mil veces, es decir, que pueden discernirse con claridad dos líneas separadas por pocas milésimas de milímetro. Así podrán observarse diminutas bacterias pero no virus y mucho menos las moléculas de la vida como el ADN y ARN.

La utilización del microscopio en las investigaciones de índole criminalística ha sido de gran importancia ya que permiten determinar la estructura, identificación, cuantificación y comparación de algunos indicios microscópicos recogidos de la víctima, victimario o el lugar de los hechos, es utilizado en los áreas de química, balística, toxicología, y serología entre otras y desde luego en el laboratorio de genética forense, debido a que la preparación de los indicios para la obtención de la huella genética, requiere de una serie de procedimientos que deben ser vigilados y controlados bajo microscopio.

### 3.2 Cronología Histórica de la Identificación por ADN

- 1000 a.C., Los babilonios celebran con ritos religiosos la polinización de las palmeras.
- 323 a.C., Aristóteles especula sobre la naturaleza de la reproducción y la herencia.
- 100-300 d.C., Se escriben en la India textos metafóricos sobre la naturaleza de la reproducción humana.
- 1676, Se confirma la reproducción sexual en las plantas.
- 1677, Se contempla el espermatozoide animal a través del microscopio.
- 1760, Joseph Köhler de origen alemán es considerado el fundador de la reproducción sistemática de plantas y el antecesor directo de Mendel ya que logró en esta fecha, la primera planta híbrida documentada resultante de un experimento.
- 1794, Erasmo Darwin, (abuelo de Carlos Darwin), quien era un libre pensador radical excéntrico, escribió un libro llamado "Zoonómia" en el que postulaba que una especie podía convertirse en otra.
- 1838, Los científicos descubren que todos los organismos vivos están compuestos de células.
- 1859, Carlos Roberto Darwin publicó una obra en la que se detallaban ciertos descubrimientos y teorías acerca de la "descendencia con modificación" de los seres vivos, llamada "Sobre el Origen de las Especies"; en la que afirmaba que los seres cambiaban de forma gradual a lo largo del tiempo, desde los organismos simples resultando en la complejidad de formas que conocemos ahora.
- 1866, El monje Gregorio Mendel publicó los resultados de sus investigaciones de la herencia, lo que él llamó "factores" en plantas del guisante.
- 1869, El químico suizo Johann Friedrich Meischer logró aislar masas de núcleos de glóbulos blancos rompiendo la membrana celular con enzimas digestivas, extrayendo altas concentraciones de un material peculiar rico en fósforo que llamó "nucleína" conjeturando que la síntesis de éste, material quizá tuviese algo que ver con la herencia.
- 1879, Gracias a un laborioso trabajo científico, Walter Flemming confirmó la aparente universalidad del proceso de división celular denominándolo "mitosis", y en sus estudios fue el primero en ver los cromosomas humanos.
- 1888, Continuando sobre la línea de trabajo de Flemming pero trabajando con cromosomas en la mitosis, Wilhelm Van Waldeyer bautizó a los "cromosomas" (cuerpos coloreados) como tales, porque eran elementos que se teñían fácilmente.
- 1889, otros químicos que trabajaron con la nucleína, lograron eliminar por completo las últimas trazas de proteína, formando así una sustancia gomosa ácida, el "ácido nucleico", increíblemente el ADN había sido aislado y

purificado, sin embargo fue depositado en la botella de un laboratorio y pasarían muchos años más para que se pudiera revelar su importancia.

- ▣ 1900, Hugo de Vries verificó los principios de Mendel, y en este mismo año junto con Erich Von Tschermak dieron las primeras bases formales a lo que conocemos como Genética Moderna.
- ▣ 1902, Walter Sutton señaló la estrecha relación entre la citología y los trabajos de Mendel lo que termina con el abismo que separaba la morfología de la célula y su contenido.
- ▣ 1905, Nettie Stevens independientemente de Edmundo Wilson describió la conducta y distribución de los cromosomas en cuanto al sexo, así que los cromosomas-XX determinan el sexo de la hembra; y los XY determinan al varón.
- ▣ 1908, Archibald Garrod propuso que algunas enfermedades del ser humano son debidas a "errores innatos de metabolismo" o sea que eran resultado de la falta de una enzima específica. Aunque en realidad quiso expresar que los errores pueden estar en los genes no en el metabolismo. Además se establecen modelos matemáticos de las frecuencias génicas en poblaciones mendelianas.
- ▣ 1909, Un biólogo de nombre Johansen acuñó el término "gene", lo que corresponde a las unidades hereditarias que Mendel llamaba "factores".
- ▣ 1910, Tomás Caza Morgan propuso en la teoría de la unión-sexo de los cromosomas, que la primera mutación se daba desde la primera generación, experimentó con la mosca de la fruta llamada *Drosophila*, lo cual pudo comprobar en la diferencia que presentaban los ojos ya que cada mosca poseía un color de ojos distintos (verdes y blancos).
- ▣ 1925, Se descubre que la actividad del gen está relacionada con su posición en el cromosoma.
- ▣ 1927, Hermann J. Muller usó radiografías para causar mutaciones artificiales en los genes de la mosca *Drosophila*.
- ▣ 1931, Harriet B. Creighton corroboró con una prueba citológica el éxito del cruce de enzimas que Barbara McClintock efectuó en maíz de diversos colores.
- ▣ 1935, Primeras reflexiones de Delbrück sobre las entonces nuevas tareas de la genética, en las cuales intenta explicar la dualidad del gene, su estabilidad y cambio.
- ▣ 1940-1950, Se descubre que un gen codifica una única proteína.
- ▣ 1941, George Beadle y Edward Tatum efectuando trabajos de radiación en esporas sobre pan, probaron que los genes regulan determinadas enzimas.
- ▣ 1943, El ADN es identificado como la molécula genética.
- ▣ 1944, El investigador americano Oswald Avery, definió el papel del ADN en la transmisión hereditaria de los caracteres.
- ▣ 1945, Max Delbrück organizó el primer curso en el que desarrolló la hipótesis del intercambio de elementos moleculares que explicaban las variaciones de color en las pruebas efectuadas con maíz en los años 40 por Barbara

McClintock. Este curso fue la instrucción base para las primeras generaciones de biólogos y fue impartido por 26 años consecutivos.

- 1950, Erwin Chargaff descubrió la existencia y proporción de los elementos: adenina, guanina, timina y citosina existentes en el ADN de cualquier organismo.
- 1951, En esta fecha, los apuntes de la fisicoquímica Rosalind Franklin muestran que ella se dio cuenta primero de la estructura helicoidal del ADN pero no lo hizo evidente, dado que no se sentía preparada para ofrecer especulaciones públicamente. Obtuvo además las primeras radiografías, que aunque poco claras daban una idea bastante cercana de la fina estructura del ADN.
- 1953, Se descubre la estructura de doble hélice para la molécula del ácido desoxirribonucleico o ADN por James Dewey Watson y Francis Harry Compton Crick., además enunciaron el dogma central sobre las funciones del ADN y ARN.
- 1956, Son identificados 23 pares de cromosomas en las células del cuerpo humano.
- 1958, Matthew Meselson y Frank Stahl usaron isótopos de nitrógeno para probar que el ADN en su replicación conserva sus elementos originales. Por otra parte, Arturo Kornberg purificó la polimerasa de ADN y *E. Coli*, y trabajó la primera prueba de enzima de ADN in vitro.
- 1959, Se conocía parcialmente el mecanismo de replicación en el nivel enzimático.
- 1961, Marshall Nirenberg y Heinrich Matthaei lograron descifrar la organización o agrupación por tripletes de la clave genética.
- 1963, Estabilización del campo de investigación genético.
- 1966, Gobind Khorana encontró la ubicación de RNA mensajero el cual se localiza cada veinte aminoácidos.
- 1970, Hamilton Smith Aisló la primera enzima de la restricción, y HindII, Kent Wilcox efectuó trabajos sobre el conteo y reconocimientos de moléculas en sitios específicos del ADN.
- 1972, Paul Berg produjo artificialmente las primeras moléculas de ADN recombinante en un laboratorio..
- 1973, Joseph Sambrook con el equipo de un importante Laboratorio usando un gel específico logró un ADN refinado con el que trabajo marcándolo con bromuro de etidium.
- 1975, Una reunión internacional en California propuso e instaló la adopción de los primeros lineamientos en el uso de ADN recombinante para experimentación.
- 1977, Fred Sanger desarrolló trabajos sobre la estructura de la cadena como método para secuenciar el ADN. Se funda también la primera compañía llamada *Genetech*, que utiliza métodos de ADN recombinante para fabricar drogas importantes en medicina.

- 1978, Se crea la primera hormona humana llamada *Somatostatín*, fabricada con tecnología de ADN recombinante.
- 1981, Tres equipos de investigación independientes, anunciaron el descubrimiento de genes humanos productores de cáncer. Se efectúa el primer diagnóstico prenatal de una enfermedad humana por medio del análisis de ADN.
- 1982, Se produce insulina usando técnicas de ADN recombinante. Creándose también el "Superratón", insertando el gen de la hormona del crecimiento de la rata, en óvulos de ratona fecundados.
- 1983, James Gusella y su colaboradora Nancy Wexler usaron muestras sanguíneas para demostrar que el gen de la enfermedad de Huntington se encuentra localizado en el cromosoma 4.
- 1985, Kary B. Mullis Publicó un importante trabajo en el que describe la invención y aplicaciones de la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), el ensayo más sensible inventado para ADN, llamado también la "fotocopiadora biológica". Por otro lado es la primera vez que Alec J. Jeffreys interviene con su prueba piloto sobre identificación por ADN, en un conflicto de inmigrantes, a solicitud de la policía británica.
- 1986, Convocado por la Dirección de Biología Básica de la Comisión de Ciencias de la Vida de la Academia Nacional de Ciencias en los Estados Unidos, y después de 14 meses de deliberaciones, el Comité National Research Council, votó unánimemente para que el Congreso Norteamericano diera inicio al proyecto Genoma Humano (cuya meta es lograr descifrar el mensaje genético de todos los cromosomas humanos como propuesta comercial), a cargo del Departamento de Energía y con la participación de la comunidad científica internacional.
- 1987, El británico Robert Melias, se convierte en el primer delincuente (violador), a nivel mundial en ser condenado, debido a que fue identificado positivamente por su huella genética, y tras habersele aplicado la prueba de y por Jeffreys.
- 1988, Primera patente de un organismo producido mediante ingeniería genética.
- 1988-1989, Fecha de implantación formal de la prueba ADN Fingerprinting en Canadá, básicamente en la investigación de crímenes violentos, utilizándose también como excluyente de sospechosos. A partir de ésta implantación la adoptaron otros países en el mundo, como Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania, Australia y Nueva Zelanda entre muchos más.
- 1989, Alec J. Jeffreys científico del Departamento de Genética de la Universidad de Leicester en Gran Bretaña, acuña el término "*DNA fingerprinting*" (impresión de la huella de ADN), y es el primero en usar pruebas de ADN en casos de paternidad inmigración y homicidio. Además Francis Collins identificó un gen que regula la proteína que puede conducir a la aparición de enfermedades como la fibrosis quística, determinando que ésta

se encuentra en el cromosoma 7 y que la causa de la fibrosis cística en una mutación de ésta proteína.

- u 1994. El estado de Virginia en los Estados Unidos, fue el primero en desarrollar la impresión de la huella de ADN obtenida de evidencia de un caso, como herramienta en la lucha contra el crimen, ya que su utilización formal no había sido contemplada por ningún estado anteriormente. Llegando a ser el primer Estado en dictar, en abril de este mismo año la primer sentencia a muerte derivada de una evidencia analizada por ADN y en contra de Timothy Wilson Spencer por la muerte violenta de cuatro mujeres después de un ataque sexual.

### 3.3 Genética Forense y DNA Fingerprint (*Huella Genética*)

Con el descubrimiento de la estructura del material genético, en 1953, se inicia el nacimiento de la biología molecular y con ello una etapa en la historia de la biología. Desde ese momento se empieza a acumular una serie de conocimientos que han permitido alcanzar una imagen más clara, más molecular, del funcionamiento de la célula viva y en especial de la estructura de su material genético.

El año de 1970 marca una etapa importante: el inicio de la manipulación enzimática del material genético de los seres vivos y, consecuentemente, la aparición de la ingeniería genética molecular<sup>7</sup>. Aunque, de hecho, a toda corriente de experimentación e investigación, en cualquier área de la biogenética, ingeniería genética molecular o áreas similares, se les ha definido y ubicado dentro del término: *Biotecnología*<sup>8</sup>; dado que su amplísimo campo de aplicación, permite la opción de definirla como un área de la ciencia independiente a la biología y la tecnología, con un sinnúmero de aplicaciones.

La Biotecnología o tecnología de las muestras biológicas, entendida como un área multidisciplinaria de la ciencia, se apoya en un conjunto de técnicas de laboratorio, en las que se utilizan organismos vivientes o sustancias provenientes de estos organismos para elaborar o modificar un producto, mejorar plantas o animales, o para desarrollar microorganismos para usos específicos. La Biotecnología Moderna cuenta con nuevas herramientas tales como la ingeniería genética, fusión celular y muchos bioprocesos más.

Hoy en día, las áreas en las que ha incursionado la Biotecnología son ilimitadas, por mencionar sólo algunas hablaremos de: la ingeniería genética en plantas y animales; el desarrollo de vacunas; el uso de la técnica de DNA recombinante que mediante el estudio de los genes que contienen el material genético de los organismos vivos (fragmentos), ha permitido entre otras cosas análisis de los cromosomas en aspectos bioquímicos, moleculares y celulares entre otros, hecho que ha logrado el diagnóstico de enfermedades; la producción de bioinsecticidas y biodetergentes; de anticuerpos monoclonales; la fijación biológica de nitrógeno; el control de contaminación ambiental y tratamiento de aguas residuales; el desarrollo de técnicas aplicadas a las industrias alimenticia, farmacéutica, química,

---

<sup>7</sup> "El uso de nuevas y revolucionarias técnicas de laboratorio -que representan una síntesis de la genética molecular, la bioquímica y la microbiología-, para modificar la constitución genética de células y organismos a través de la manipulación de genes individuales", en palabras de David Suzuki y Peter Knudson, op cit. pág.103.

<sup>8</sup> Una definición de *Biotecnología* es la dada a conocer por la Universidad de Iowa: "Es la aplicación comercial de organismos vivientes o sus productos mediante la manipulación deliberada de las moléculas de su ADN".

etc.; la transferencia de embriones; el cultivo de tejidos vivos, y por supuesto la identificación de personas, entre otras cosas.

Es precisamente en éste punto en que es necesario definir las áreas en que la biotecnología se va a aplicar, motivo que da lugar a la creación, dentro del área de la ingeniería genética, de la Genética Forense, ya que la segunda, es tan amplísima y extensa como lo es la propia biotecnología; de ésta manera es como la Genética Forense es el área especializada en trabajar con diversos tipos de muestras biológicas con la finalidad de que aporten datos válidos, certeros y confiables en el proceso de una investigación generalmente criminal.

La Genética Forense, involucra la utilización de diversas técnicas biológicas para llegar a sus resultados (de allí que se le considere parte de la biotecnología). Básicamente trabaja con la tecnología del ADN, utilizada para lograr la identificación de los perpetradores en crímenes violentos, identificación de personas vivas, muertas, quemadas, putrefactas, etc.; o los restos de cuerpos mediante el análisis directo de las muestras biológicas de los cuerpos o los sospechosos, e inclusive de las muestras recolectadas en el lugar de los hechos (semen, saliva, piel, sangre u otros elementos), así como las proporcionadas por la víctima.

A la tecnología del ADN con aplicación forense, se le ha definido como *DNA Fingerprinting* (impresión de la huella del ADN), o *Huella Genética*, que como ya se mencionó, es un sistema de identificación de personas descubierto por Alec Jeffreys, y que es la base técnica para la investigación criminal cuando se dispone de indicios dejados por el sospechoso, a partir de las huellas orgánicas derivadas de su presencia.

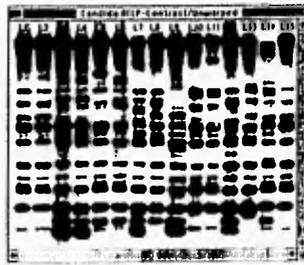
Utilizando los perfiles de análisis de las moléculas de ADN de los cromosomas de las células, se utilizan como testimonios a partir de sus semejanzas, ya que son las semejanzas mismas las que van a determinar si se tiene o no culpabilidad, ya que la comparación entre la muestra proporcionada por el sospechoso (en su caso) o la obtenida de la escena del crimen es única, y esa característica la proporciona, la herencia genética, que ni en el caso de hermanos es igual, semejante sí pero no idéntica, sin olvidar como ya se dijo, el caso de los gemelos homocigóticos.

De manera que las combinaciones químicas del ADN las tenemos, pero las secciones o bandas en que esas combinaciones se encuentran organizadas para cada uno, y es esa diferencia entre muestras la que excluye o no definitivamente a un individuo cuyo ADN es comparado con el perfil del ADN aportado como muestra o evidencia. Además la aplicación Forense de la técnica tiene la característica de que puede ser obtenida de evidencia biológica en un lugar de los hechos aún varios años después.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> [HTTP://ag.arizona.edu/~chirschn/procedure.html](http://ag.arizona.edu/~chirschn/procedure.html), abril 16 de 1996, Australian Biotechnology Association.

Las bandas a que se ha hecho referencia <sup>10</sup>, son aquéllas que se pueden observar una vez efectuado en análisis de PCR en una muestra, la "huella genética" propiamente; ya que son como pequeñas líneas (muy similares a un código de barras de cualquier producto comercial de venta al público), las cuales analizadas desde el punto de vista del genetista forense sólo será igual o no a la de la muestra de una escena del crimen, pero desde el punto de vista de genética de poblaciones podrá establecer la correspondencia entre diversidad de razas, afro-americanos, caucásicas, hispanos, etc., hecha que debe corresponder con el aspecto fisonómico del presunto o probable responsable en caso de existir un detenido, en caso contrario ayuda a eliminar la posibilidad de que se busque a un individuo, en un grupo étnico equivocado.

IMÁGENES COMPUTARIZADAS VISUALIZANDO  
DIVERSAS MUESTRAS DE ADN HUMANO  
("BANDAS")



<sup>10</sup> Estas "bandas" son conocidas también como VNTRs (Variable Number Tandem Repeats), contenidas en cualquier lugar de los 21 pares de cromosomas.

## PROCEDIMIENTO DE IMPRESIÓN DEL ADN

### - DNA FINGERPRINT -

#### *Obtención de la muestra*

Se trata de muestras corporales (biológicas), tales como: cabellos, mucosa oral, esperma, sangre, saliva o fragmentos de piel u órganos. Se toman como ejemplo en esta muestra a los glóbulos blancos de la sangre para la extracción del ADN de su núcleo.

#### *Extracción y purificación del ADN*

La muestra se trata con sustancias químicas para romper los glóbulos o células blancas, se centrifugan los segmentos y se separa el ADN del núcleo celular, lo que no es más que un procedimiento de purificación.

#### *El ADN se corta en fragmentos de longitud variable*

Este corte ocurre bajo la acción de enzimas que reconocen ciertas secuencias en el ordenamiento de pares de bases, de manera que cuando se agregan al ADN que se investiga, éstas enzimas son en realidad proteínas que desencadenan una reacción química que actúa como "tijeras moleculares", que cortan el ADN en sitios específicos liberando fragmentos de longitud variable.

#### *Los fragmentos se sarten por su longitud*

Esto significa que los fragmentos de ADN se sitúan en la superficie de una capa gelatinosa colocada en un recipiente de plástico, que permite la aplicación de una corriente eléctrica a partir de los polos situados en los extremos (electroforesis). Los fragmentos de ADN

---

\* *Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF)*, Quim. Alfonso Luna, Jefe del Laboratorio de Genética Forense, 1995.

provistos de una carga negativa se mueven hacia una polaridad positiva. Algunas horas después los fragmentos aparecen distribuidos de acuerdo a su longitud; los más grandes o de mayor peso molecular se han desplazado más lentamente mientras los más ligeros lo hacen con más velocidad y se fijan sobre la sustancia de corrimiento a mayor distancia.

☞ *Separación de los fragmentos y su transferencia*

Se introducen sustancias alcalinas para diseminar separadamente los fragmentos de ADN, en forma simultánea se aplica una hoja de nylon sobre el gel, y sobre ésta, hojas de papel absorbente, de tal manera que los fragmentos en su posición en el gel, se impriman en la película de nylon donde se fijan consecutivamente.

☞ *Se adaptan sondas radiactivas*

Para ese propósito, las hojas de nylon que cuentan con las impresiones de los fragmentos de ADN, se introducen en un baño en el que flotan las sondas radiactivas que consisten en segmentos conocidos de síntesis de ADN; cuyas secuencias codificadas deben reconocer en su apareamiento, las secuencias de los fragmentos procedentes de la muestra. Las sondas se ajustan a los segmentos "blanco", de acuerdo a sus secuencias específicas.

☞ *Se construye la "huella" para su análisis*

Se aplica una película de rayos "X" sobre la hoja de nylon que tiene impresos y acoplados los fragmentos de la muestra el patrón de las sondas radiactivas. En los sitios correspondientes a las sondas, quedan reveladas en la película dos bandas oscuras que constituyen la imagen final de la huella utilizada como prueba para efectuar una inmediata comparación con la huella del sospechoso.

El proceso de impresión con intención de ser usado para identificación, fue desarrollado al principio de este siglo y ha conquistado y difundido su aceptación. Después de su introducción 20 años tuvieron que pasar para que esta técnica fuera

estudiada y validada, y menos tiempo para que fuera aceptado en el ámbito jurídico mundial.

70 años después, mediante una técnica de identificación llamada "Impresión del ADN", no solamente se han modificado los procesos sociales, incluyendo investigaciones criminales y de inmigración, sino que los avances tecnológicos que ésta representa, han terminado con las grandes cantidades de evidencia que se acumulaban, se han dado posibilidades para la aplicación de otros sistemas de identificación en procesos judiciales, e inclusive es tan específica que puede utilizarse en evidencia tan antigua como la que se puede obtener de las momias de Egipto.

Aunque la mayor parte del genoma humano presenta mínimas variaciones de una persona a otra, ya que el hecho de que los descendientes se parecen a sus progenitores, es una verdad demasiado evidente para que haya que insistir más en ella. También es cierto que el parecido no exacto constituye también una evidencia. Jeffreys descubrió la existencia de unas regiones extremadamente dispares repartidas a lo largo de los cromosomas.

Nos referimos a los llamados minisatélites y microsátélites, cortas secuencias de bases *-los famosos peldaños de la escalera en espiral-* que se repiten una y otra vez de manera aleatoria entre la población, lo que constituye en fundamento científico de la existencia e intervención de la genética de poblaciones en la investigación de un hecho criminal, lo que permite diferenciar el material hereditario de distintos individuos en general y respecto de gran cantidad de muestras.

El origen de la genética de poblaciones tiene sus primeros antecedentes en 1858, en Londres, cuando Charles Darwin y Alfred R. Wallace propusieron conjuntamente una nueva y revolucionaria teoría sobre el origen de las especies. Esta teoría tenía su fundamento principal en la selección natural, o sea el proceso por el cual los individuos de una especie que están dotados con rasgos hereditarios útiles para su adaptación al medio tienden a sobrevivir y a dejar más descendencia que los individuos que carecen de esos rasgos.

Pero es necesario recordar que ninguno de ellos tenía la menor idea de lo que era un gen, y menos aún sobre los mecanismos básicos que subyacen a la herencia. Pero dado que el argumento de Darwin estaba basado en observaciones meticolosas, tanto de animales domésticos como de animales y especies salvajes de todo el mundo, recibió posteriormente el aval del concepto mendeliano de gen. Los biólogos no comenzaron a integrar la teoría del gen y la de la evolución en una visión sintética hasta 1930; entonces pudieron tratar de explicar la existencia de gran diversidad de grupos genéticos distribuidos en la naturaleza.

Para entender mejor el argumento de Darwin se puede resumir en tres principios básicos:

1. *Principio de variación.*- En cualquier población natural de organismos, es de suponer que los individuos diferirán entre sí en modos muy diversos (estructural, funcional y conductualmente).
2. *Principio de herencia.*- Los miembros de la misma especie, unidos por vínculos de herencia biológica, tienden a transmitir muchas de sus características a sus descendientes.
3. *Principio de selección.*- Entre este conjunto de rasgos hereditarios, habrá algunos que contribuirán mejor que otros a la supervivencia o al éxito reproductivo de un organismo.

Con estos antecedentes, la selección natural y el tiempo, poco a poco originan poblaciones, especies y grupos taxonómicos superiores y genéticamente distintos, los que en conjunción con las mutaciones, migraciones y algunos procesos evolutivos (cuya repercusión en los cambios de frecuencia de los genes es determinante); originan a la vez diversidad en la generalidad y peculiaridad en sí mismos.

Para el estudio de la genética de poblaciones mediante el estudio de los perfiles del ADN, se requiere todo un proceso técnico particular para ser obtenido; se le confronta posteriormente con el banco de datos genéticos existentes de esa población (solo en algunos países), lo que para efectos de identificación puede llegar a aportar algunos datos genéticos del individuo que proporcionó la muestra, ya que existen marcadores genéticos en las diversas poblaciones que se pueden interpretar de la lectura de la huella.<sup>11</sup>

Este aspecto se apoya en que la naturaleza, solamente posee dos medios de introducir la variación genética en los organismos:

1. *Mutación génica.*- Que son los cambios azarosos en los mensajes genéticos de los genes o los cromosomas; o sea, el cambio capaz de crear alelos nuevos en el acervo génico común de una especie.

<sup>11</sup> Uno de los pilares teóricos de la moderna genética de poblaciones es la ley de Hardy-Weinberg, una ecuación matemática llamada así en honor de un científico británico y otro alemán que, a comienzos de este siglo la desarrollaron para intentar calcular los cambiantes destinos de un gen a través de distintas generaciones. La ecuación utiliza la frecuencia de los alelos alternativos de un gen en una población inicial para calcular sus frecuencias futuras en cada generación posterior. Sin embargo, las predicciones sólo resultan fiables bajo estricto conjunto de condiciones previas que son poco frecuentes en la naturaleza, pese a ello la ecuación es una de las pocas herramientas con que cuentan los genetistas en la actualidad.

8 *Recombinación genética.*- Redistribución continua de los genes, en combinaciones distintas e impredecibles, gracias a la división cromosómica de la meiosis (sólo en especies de reproducción sexual). A diferencia de la mutación, la recombinación introduce variación genética en una población no por medio de la creación de alelos nuevos, sino redistribuyendo los alelos ya existentes.

En nuestro caso, serían indicadores que junto a la muestra analizada, generalmente dejada por los sospechosos en el caso de una investigación criminal (su aplicación forense). Esta información emergente pondría a nuestro alcance una amplia gama de posibilidades o situaciones en las cuales es factible poder aportar resultados valiosos que pretenden conocer, esclarecer o corroborar con fundamentos científicos, la correlación entre el hecho o acto humano de una persona de X o Y población.

La ventaja que ofrecen las técnicas *PCR* y *RFLP* son que bajo ambas:

1. Teóricamente todo el material celular del cuerpo humano, salvo los glóbulos rojos de la sangre puede ser analizada y clasificada por técnicas de ADN, semen, sangre, glóbulos blancos en caso de sangre, saliva, pelo, células epiteliales, médula ósea, hueso, o inclusive muestras mixtas (más de dos muestras biológicas mezcladas), etc. \*
2. Se puede aplicar a cualquier parte del cuerpo ya que todas las células de un individuo poseen exactamente la misma instrucción genética, y así poder cartografiarlo a partir de muestras proporcionadas de cualquier parte del cuerpo.
3. Pueden excluir sospechosos, identificar víctimas a partir de sus miembros corporales, establecer parentezcos y correlacionar individuos con muestras dejadas en objetos evidencia o en posesión de sospechosos, aunque no sean directamente responsables (semen en la vagina de una víctima, saliva en una huella de mordedura o células epiteliales halladas en las uñas, etc.)
4. Relacionar y acumular investigaciones en crímenes consecutivos o con patrones de violencia idénticos, toda vez que la muestra hallada en diversos hechos violentos puede ser la misma que aquella plenamente identificada en otro.

---

\* Existen más de 3'000'000 de lugares variables en el ADN de los individuos (sólo 10% del genoma humano), y sólo 3 ó 4 de los fragmentos que han sido identificados y determinados biológicamente han sido usados por los forenses y el éxito ha sido total. Lander Eric, citado por Ballantine, J., G. Sensabaugh, et al. "DNA Tecnología and Forensic Science". ed. 1989. Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, pág. 12.

Estas múltiples aplicaciones de una huella, se fundamentan en la existencia de elementos peculiares y únicos que presenta en su interpretación fenotípica, lo que define la frecuencia del alelo de la muestra e inclusive en relación a un grupo racial determinado, de manera que la interpretación se efectúa con base en cada uno de los alelos localizados en el dibujo del ADN de la persona que presumiblemente se busca, la frecuencia más alta del alelo hallado, da el parámetro de comparación de la huella con la que se presenta en cada población en particular, es decir, ingleses, alemanes, italianos, rusos, chinos, africanos, vietnamitas, japoneses, caucásicos, negros, hispánicos, asiáticos, americanos, entre muchas poblaciones más.

Esta comparación proporciona un parámetro de búsqueda prácticamente inusual en nuestro país pero extremadamente valioso para un futuro seguramente próximo.

### 3.3.1 Técnica de PCR

La gran diversidad de características y elementos de las muestras o evidencias recolectadas, han representado verdaderos desafíos para los investigadores y expertos, y es por esa diversidad que existen una cantidad igual de herramientas y técnicas por áreas para casi todas ellas (médicas, biológicas, histológicas, inmunológicas, forenses, entre otras). Lamentablemente sólo una o dos de esas técnicas pueden servir para más de una área, tal es el caso de la PCR, cuya utilidad ha rebasado los límites imaginables, convirtiéndola en una técnica universal.

El método de la *Polimerasa Chain Reaction* o PCR (reacción en cadena de la polimerasa) fue inventado por Kary Mullis en 1986<sup>12</sup>, esta prueba es básicamente la primer reacción prolongada de *amplificar* nucleo-ácidos in vitro (secuencias específicas de ADN de virus, bacterias, plantas o seres humanos, por pequeñas que sean).

La preparación de polimerasa<sup>13</sup> térmicamente estable permite la separación de las formas complementarias de ADN, identificando por hibridación (producción de elementos de diferentes naturalezas a los que le dieron origen, pero con la carga y huella genéticas originales), las secuencias de la muestra analizada (cartografía que da lugar a la huella genética), con la ventaja de una mínima pérdida de actividad enzimática (lo que permite observar casi en su totalidad, los marcadores

<sup>12</sup> Cold Spring Harbor "Symposia on Quantitative Biology". USA, 1986, vol.51, núm. 1, págs. 263 - 265.

<sup>13</sup> La polimerasa es la enzima duplicadora del ADN, necesita de la presencia de los cuatro trifosfatos, "bases del ADN" y de una cantidad mínima del ADN muestra, como "iniciador".

existentes en la cartografía), con una gran utilidad en diversos campos de la ciencia.

En primer lugar el segmento de ADN que se intenta amplificar debe ser calentado por un breve periodo para ser desnaturalizado, es decir, para que se separen las dos bandas que se hallan en forma de hélice; en seguida se enfrían en presencia de abundantes oligonucleótidos sintéticos empleados como iniciadores.

Al segmento ya desnaturalizado se añade una enzima de polimerasa de ADN estable al calor y que se obtiene a partir de una bacteria termofílica (bacteria que crece en las aguas termales llamada *Thermus thermophilus*) y los cuatro desoxinucleósido-trifosfos "bases del ADN" y de una cantidad mínima del ADN muestra, como "iniciador"<sup>14</sup>. Al unir las bases se va formando un elemento con varios núcleos (polinucleótido), y libera los fosfatos, así el ADN sintetizado por la enzima, es muy parecido al ADN muestra, salvo por algunos elementos. Sin embargo, la composición y ubicación de sus bases (que para efectos de la formación de la huella genética es trascendental), se presentan de manera idéntica al ADN original, de allí la importancia de la multiplicación de la muestra, su invariabilidad.

El proceso antes descrito se repite durante 25 ó 30 veces, el cual podría llegar a realizarse hasta en un tiempo aproximado de una hora, amplificándose aproximadamente un millón de veces; esto, de contarse con el apoyo de equipo técnico automatizado. Al final de este proceso, el segmento de ADN deseado se ha amplificado a tal punto que puede ser fácilmente aislado y después clonado (poder reproducir esas amplificaciones ininidad de veces para obtener mayor material de trabajo), contándose de ésta manera con suficiente muestra para diversos análisis.<sup>15</sup>

Al igual que la técnica descrita, toda prueba de laboratorio está sujeta a variables que hay que considerar necesariamente, tal es el caso de la modificación celular por radiaciones por ejemplo, lo cual afecta dramáticamente el proceso de la amplificación de la muestra, o la posibilidad de que se introduzcan contaminantes proteicos que son los que se unirían al ADN muestra. Por otro lado las variables de origen técnico, ya que de existir algún manejo erróneo en el procedimiento, temperaturas o elementos, degradarían por completo la muestra y por ende se elimina toda confiabilidad en los resultados.

<sup>14</sup> Se pueden sintetizar dos oligonucleótidos (subunidad química, compuesta de un azúcar, un fosfato y una base, que forma los ácidos nucleicos ADN y ARN), cada uno complementario a una secuencia corta en una banda del segmento de ADN deseado y que se sitúa cerca del extremo de la secuencia que se desea amplificar; éstos oligonucleótidos sintéticos pueden utilizarse como iniciadores alternativos para la replicación de un segmento de ADN in vitro.

<sup>15</sup> PCR, in vitro DNA Amplification, <http://www.gdb.org/Dan/Images/91M-17376-PCR.GIF.html>

Este método de la reacción en cadena de la polimerasa es tan sensible que puede detectar hasta una sola molécula de ADN en casi cualquier tipo de muestra. Además, es tan útil que a partir de su descubrimiento se ha utilizado con gran éxito en investigación en Biología Molecular, en Arqueología (individuos momificados) y Paleontología Molecular. Además se ha utilizado para detectar infecciones por virus, mucho antes de que éstos causen síntomas o de que se perciba una respuesta inmune, y en el diagnóstico prenatal de una serie de enfermedades con origen genético.

Como ya se ha mencionado, la PCR es el método por el que los científicos reproducen de un fragmento de ADN tantos millones de copias como quieran, obtenido de algún indicio en una investigación criminalística. De manera similar en el Laboratorio Nacional Lawrence en Berkeley California en Estados Unidos (manejado por la Universidad de California), algunos científicos del grupo de biólogos que trabaja en el proyecto Genoma Humano de la misma institución, han desarrollado un nuevo instrumento llamado: "Ciclo-rápido-termal", que tiene las mismas aplicaciones que la PCR pero en menos de la mitad de tiempo. Es una prueba que se encuentra en experimentación y que podría llegar a constituir la automatización del proceso de la PCR que hasta la fecha es efectuada de manera completamente manual.

La Técnica de la PCR tiene tres pasos básicos, y cada fase debe ser efectuada a una temperatura específica, regulada manualmente por un equipo de vidrio y metal que bloquea los cambios externos de temperatura. En este nuevo instrumento de laboratorio, las muestras de ADN son depositadas en equipos de plástico sellado con una corriente de agua que circula externamente, la temperatura del agua es regulada por una sofisticada computadora que al advertir el mínimo cambio en la temperatura de ésta, permite el paso de determinada cantidad extra de agua, proveniente de otros depósitos para adquirir nuevamente la temperatura preestablecida por el científico o perito.

El resultado es que la pérdida de tiempo horas-hombre para regular constantemente la temperatura de las muestras en el proceso normal de la PCR, se reduce significativamente en un rango de tiempo de una hora; además, los procedimientos se reducen notablemente y la manipulación y preparación de muestras se puede efectuar en un promedio de 40 minutos menos que el tiempo actual, por muestra.

Las aplicaciones de ésta técnica van desde la solución de diversos hechos delictivos, básicamente la identificación de personas vivas o muertas, en antropología la identificación de restos humanos prehistóricos, aplicaciones en zoología, botánica, y la recuperación de niños (como ocurrió con menores secuestrados por la dictadura en Argentina que fueron devueltos a sus padre biológicos una vez confrontadas las huellas genéticas).

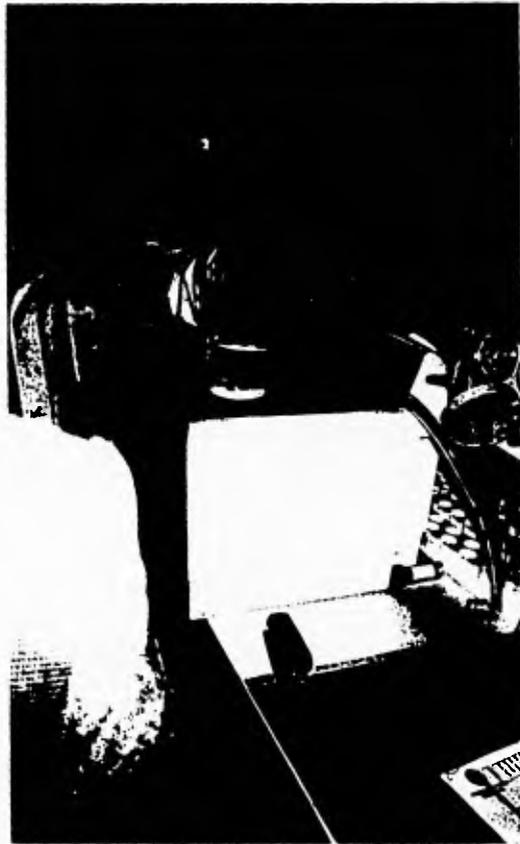
Por otro lado, es necesario mencionar que la PCR no es la única técnica que se ha utilizado en aspectos de identificación, pero sí la mejor por práctica, rápida, económica y adecuada.

La amplificación por PCR puede efectuarse manualmente como el caso de México (a través de las Procuradurías General de Justicia del Distrito Federal y General de la República) (*fig. I, pág. 149*), o de forma automatizada como en el caso de Estados Unidos (efectuado por el FBI en los cuales una vez obtenidas las muestras del ADN las deslegan para su lectura, visualización e impresión (básicamente tres pasos), por medio de una imagen digitalizada capturada en la pantalla de una computadora por un scanner, y misma que al final de su análisis por medio de un software especializado como el DENDROM por ejemplo, puede ser impresa en equipo blanco y negro o color) (*fig. II, pág. 150*).

**AMPLIFICACIÓN MANUAL  
POR PCR**

*Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal*

*Figura I*

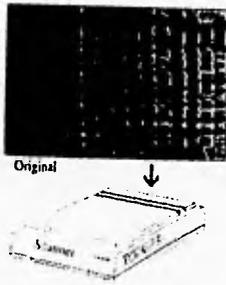


## AMPLIFICACIÓN AUTOMATIZADA POR PCR

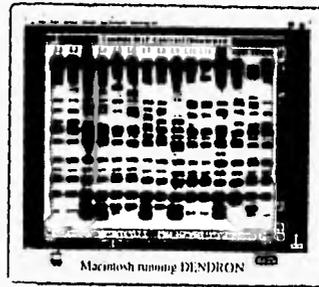
Federal Boureau Investigation  
(FBI)

Figura II

Primera fase



Segunda fase



Tercera fase



Cuarta fase



## OTRAS TÉCNICAS.

### POLIMORFISMO DE LONGITUD DE FRAGMENTOS POR RESTRICCIÓN (RFLP o Restriction Fragment Length Polymorphism)

Fue la técnica utilizada a nivel forense antes de la PCR. Fue la primera en su tipo para identificar organismos mediante la aplicación tecnológica a fragmentos orgánicos y primera generadora de la "huella genética" como la conocemos, además se le considera el antecedente directo de la PCR y tiene las mismas aplicaciones y resultados. Siendo utilizada inclusive para efectuar probabilidades de rechazo en programas de trasplante, o para crear una genealogía más pura en especies animales o vegetales en los sitios de reproducción controlada o de investigación.

Técnicamente funciona de acuerdo a la variación en el tamaño de los fragmentos de ADN una vez que han sido cortados por enzimas de restricción. Después de haber purificado suficiente muestra de ADN. Los fragmentos son cortados por una larga secuencia de enzimas, las cuales reconocen solamente algunas combinaciones de AT y CG. Los fragmentos resultantes son suspendidos en un gel especial. En este punto los fragmentos serán expuestos a una determinada cantidad de corriente eléctrica, que separará las bandas en diferentes tamaños.

Como siguiente paso el ADN será extraído del gel en una membrana de nylon, estos segmentos son lo que conocemos como ADN, se les denomina pruebas y se impregnarán con una sustancia radioactiva llamada P-32 (fósforo-32), la cual se transmitirá a todos los fragmentos en un término de tiempo aproximado a 10 semanas (resultado final de la prueba); finalmente, y una vez transcurrido dicho tiempo, la membrana será extendida sobre una base tamaño estándar para toma de rayos "X", El resultado final es una especie de "código de barras" similar al que identifica a los productos en los supermercados (o sea, se obtiene una "fotografía" reciente y exacta de los fragmentos de ADN de nuestra muestra).

Como es evidente, requiere de gran cantidad de muestra lo que es generalmente muy difícil, y aunque relativamente económica es extremadamente lenta (varias semanas), lo que la hace poco práctica para los efectos de identificación rápida y precisa que se busca en éste sistema de identificación.

### TÉCNICA DE SOUTHERN

Existe además, una prueba muy similar a la anterior llamada "*Técnica de Southern para detectar fragmentos de ADN*", esta técnica consiste en un proceso de hibridación para detectar fragmentos de ADN producidos por la acción de enzimas de

restricción, y sirve para establecer y analizar los patrones genéticos que aparecen en el ADN de una persona.

El nombre de Southern dado a esta técnica, proviene del apellido del investigador que la desarrolló en 1975, E.M. Southern, J. Actualmente se emplea ampliamente a nivel mundial, y se usa además, en los laboratorios de investigación criminal en los que se le llama "*prueba de huellas digitales por medio de ADN*" y se basa en los polimorfismos (múltiples formas), de las secuencias presentes del genoma humano. Estas diferencias en la secuencia son ligeras y a veces consisten en solo cambio de un par de bases que se presentan de un individuo a otro; en promedio una vez cada 100 pares de bases.

Los fragmentos obtenidos a partir del ADN, se separan primero de acuerdo con su tamaño por medio de electroforesis<sup>16</sup> (un gel de agarosa). Enseguida los fragmentos de ADN de doble hélice son desnaturalizados, al tratarlos con un álcali cuando están todavía absorbidos en el gel; después son transferidos a una lámina de nitrocelulosa de tal modo que se producen en ésta los fragmentos que fueron previamente separados en el gel.

Ahora la lámina de nitrocelulosa se sumerge en una solución que contenga una sonda de ADN que se hibridizan con el material empleado como sonda. Se detectan por medio de la técnica de la autoradiografía. La única restricción de transferencia por ésta técnica, es que requiere de grandes cantidades de *muestras frescas* de ADN, las cuales no siempre es posible obtener de una evidencia.

#### AMPLIFICACIÓN DE LONGITUD DE UN FRAGMENTO POLIMORFO (AFLP)

Es una variedad de la RFLP desarrollada por Marc Zabeau y colegas como un método o técnica sensible para usar la amplificación de ADN mediante huella genética en diversas campos de trabajo como la cría de animales, diagnósticos médicos, análisis forenses, mecanografía microbiótica, etc. Técnica originaria de Wageningen en Nueva Zelanda, en los países bajos.

Las innovadoras técnicas continúan, de manera que a la fecha han surgido las siguientes con aplicación eminentemente médica, pero con posibilidades de ser utilizadas en aspectos forenses:

---

<sup>16</sup> Desplazamiento de las partículas en suspensión, hacia los electrodos, al hacer pasar una corriente eléctrica por las soluciones coloidales.

- a.- *Amplificación Boomerang de ADN.*- Creada por Kevin Ahern y ha sido comparada con la PCR siendo su única diferencia que se desarrolla a base de termoestabilidad.
- b.- *AP-PCR (Arbitrarily primed).*- Poderosa herramienta cuyo análisis puede cualificar y cuantificar alteraciones genéticas malignas y su uso actual es para descubrir mecanismos de mutación genética que darán origen a síndromes o formas cancerígenas.
- c.- *Prueba del marcador radioactivo, Creación de reacciones en la hibridación, etc.*

### 3.3.2 Indicios Portadores de ADN

Las muestras biológicas que se someterán a análisis son, como ya se dijo, generalmente obtenidas o recolectadas en el lugar de los hechos, sin embargo cuando se cuenta con la posibilidad de confrontarlas directamente con las que se pueden obtener de un sospechoso es una situación poco común pero ideal. En ese sentido, el tipo de muestras que presentan suma facilidad de recolección en ambas situaciones son los pelos y todo tipo de fluidos incluyendo la sangre.

En México, lamentablemente nunca ha existido una regulación para determinar el manejo, recolección, estudio y traslado de indicios de cualquier especie, en ese sentido, tampoco existen impedimentos legales en nuestro país para tomar una muestra biológica de una persona detenida como sospechosa.

Existen diversas maneras para encontrar y recolectar este tipo de indicios, y generalmente la recolección depende de la astucia del investigador ya que se debe utilizar en gran medida la imaginación para identificar con mayor certeza los lugares en los que se les puede encontrar. Los indicios biológicos, suelen localizarse en lugares muy peculiares y diferentes a los sitios en los que se llegan a localizar objetos; se deberá considerar el tipo de hecho delictivo y una vez que se tienen los antecedentes generales seguirse la ruta de la posible comisión y considerar una serie de posibilidades del tipo de indicio que se puede localizar.

A los siguientes indicios de origen orgánico y por ende aportadores de ADN, una vez obtenido éste, se les puede aplicar la técnica de PCR toda vez que ésta es solamente para amplificar los fragmentos obtenidos y así poder desplegar la huella. La importancia radica en la cantidad de ADN para duplicar, más que en la manera de obtener la evidencia para purificarlo.

### 3.3.2.1 Pelos

El examen de pelo en la investigación de un delito se hizo por primera vez cuando la Duquesa de Praslin fue asesinada en París en 1847. En aquella ocasión se recogió pelo adherido a la pistola del homicida, pero el examinador se contentó con hacer algunas observaciones generales acerca de las características del pelo, y no trató de aprovecharlo para identificación.

La recolección de pelo en los lugares donde se ha cometido un delito es muy importante por ello deberá efectuarse una búsqueda cuidadosa.

Suele encontrarse pelo en las manos o ropas de una víctima, o en las ropas o armas del victimario en los que suele adherirse. Deberán examinarse cuidadosamente las uñas de los dedos, particularmente en casos de crímenes y ataques sexuales, aunque el pelo también puede dar indicios en casos de robos con violencia, caza furtiva y en general, en cualquier lugar donde con su hallazgo pueda demostrarse que un ser humano estuvo allí.

Los lugares donde puede hallarse pelo puede ser alguno de los siguientes:

- a. Prendas de vestir, especialmente de prendas cercanas a la cabeza
- b. Peines y cepillos
- c. Camas, almohadas, cojines
- d. Piso, alfombras, tapetes
- e. Muebles diversos

Las muestras de pelo como las de sangre deberán protegerse escrupulosamente para conservarlas bien, ya que el exponerlas a la fricción con algún otro elemento podrá alterar su consistencia y desviar el resultado de los análisis. Generalmente el pelo deberá conservarse en papel blanco limpio, doblado como lo hacen los farmacéuticos cuando despachan polvos o en tubos de ensayo. Si el pelo lleva adherido sangre o semen, deberá conservarse con mayor cuidado; o si se ha vuelto reseco y quebradizo, podrá fácilmente romperse y dañarse, y entonces, al examinarlo, se podrán sacar conclusiones falsas o desviadas e inclusive podrá convertirse en inservible para un análisis.

Es necesario establecer que entre los mamíferos, incluyendo los seres humanos, hay dos clases de pelo: el verdadero pelo y la pelusa. El pelo es generalmente largo y duro en comparación con la pelusa que es corta, fina y a veces rizada o lanosa. El saber establecer la diferencia es determinante, toda vez que no todos los tipos de pelo pueden proporcionar muestras de ADN con la misma facilidad, ya que sus características fenotípicas pueden ser limitantes para la obtención de aquél.

El pelo se compone de:

- ☛ **Raíz.**- Generalmente ésta no da muchos datos sobre el origen del pelo en investigaciones ordinarias, sin embargo en análisis para ADN es importante y rápido si presenta raíz, independientemente de que ésta se encuentra viva o muerta.
- ☛ **Tubo.**- Es el cuerpo del pelo, está formado por la médula, la corteza y la cutícula.
- ☛ **Punta.**- En análisis de pelos la región terminal proporcionan datos como tipo de corte, origen corporal, etc.

| Origen del pelo   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| Axilas            | (ambos sexos)             |
| Barba             | (generalmente en varones) |
| Cejas             | (ambos sexos)             |
| Cuello<br>o pecho | (generalmente varones)    |
| Frente            | (ambos sexos)             |
| Genitales         | (ambos sexos)             |
| Pestañas          | (ambos sexos)             |

La obtención del ADN del pelo no es específica de alguna de sus partes, de hecho, es conveniente obtenerlo de la estructura del pelo que por dificultad sea menor, ya que por ejemplo, la médula no siempre existe, ni la raíz.

En 1988 los investigadores de la Universidad de California en Berkeley, demostraron que en un solo pelo existe suficiente ADN para ser amplificado y analizado. Y aunque el ADN del interior de un cabello proviene de la mitocondria (el elemento de la célula que transforma la comida en una forma de energía que puede producir la célula), y puede no ser el suficiente como para identificar a una persona ya que en esta área del pelo es muy escaso. Por otra parte, sí es posible tipificar el ADN de las células del folículo capilar adheridas a ese pelo.

Algunos elementos como los pelos presentan sólo diversas complicaciones para la obtención del ADN, debido a que se requiere generalmente de la existencia de la raíz del pelo o de algunas de sus células capilares para un análisis, toda vez que es más sencillo obtenerlo de ésta, que del cabello en sí, debido a que no presentan la misma consistencia en el tejido ni la misma cantidad de ADN; sin embargo puede ser una fuente valiosa de este elemento.

### 3.3.2.2 Sangre

Este tipo de indicio se considera particularmente útil, ya que no se requiere de grandes cantidades de muestra, generalmente con una gota llega a bastar, éste tipo de elemento a diferencia de otros fluidos, no presenta células epiteliales, salvo el caso de que su origen sea menstrual o por derrame interno con salida vía intestinal, ya que en ambas situaciones se encontrarán necesariamente células epiteliales de algún tipo u órgano específico. El ADN que contiene la sangre se encuentra localizado en los glóbulos blancos exclusivamente, y debido a su presencia en gran número, es más que suficiente una gota para proporcionarlo.

Origen de la sangre:

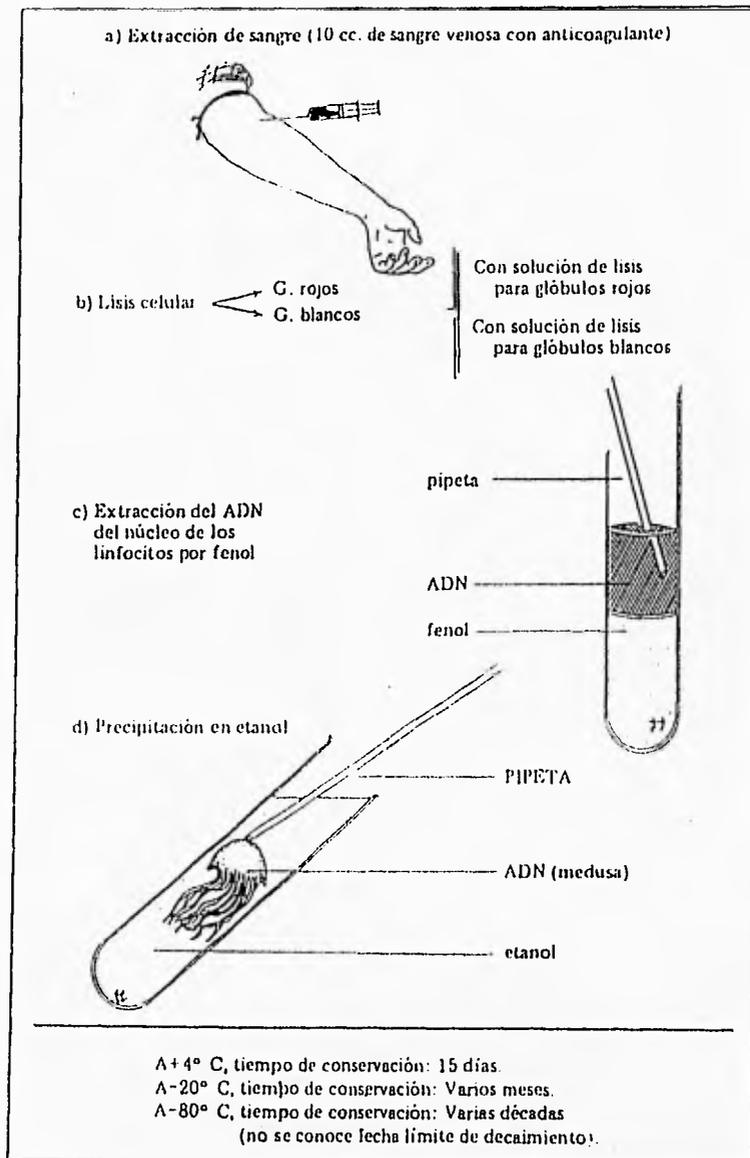
1. Arterial
2. Venosa
3. Menstrual
4. Por desfloración

#### *Procedimiento*

Este procedimiento suele ser económico, innovador y rápido ya que se puede obtener una muestra de ADN en aproximadamente 15-20 minutos. La calidad de los productos usados en el laboratorio serán determinantes para la confiabilidad de los resultados. (equipo de vidrio, reactivos y soluciones para lavado).

El procedimiento tradicional para aislamiento de ADN en sangre suele ser laborioso y tardado, y comprende la separación de los glóbulos blancos de la muestra de sangre, efectuado con proteínas que aislan los diversos elementos de la muestra y después se trata con soluciones de fenol y se logra la precipitación del ADN con alcohol.

## PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DEL ADN A PARTIR DE SANGRE PERIFÉRICA HUMANA



Este procedimiento tradicional como es efectuado de manera manual, conlleva el riesgo de que el personal pueda contraer SIDA o algún otro tipo de virus localizado en la sangre en caso de un manejo inadecuado de una muestra contaminada.

En este sentido, resulta atractiva la idea de tratar una muestra con una solución determinada que separa los glóbulos blancos de los demás elementos como en este nuevo procedimiento, y simultáneamente desnaturalizar las partículas de cualquier virus. Una vez efectuado el tratamiento se logra la absorción de los glóbulos mediante su estampado en un recipiente de vidrio. Existen elementos que favorecen el aislamiento del ADN en una muestra sanguínea como la agarosa en gel, o la enzima que produce la bacteria *E. coli*,

Este nuevo procedimiento está basado en la *automatización* de la extracción del ADN de la sangre. Cuando se utiliza un procedimiento basado en tubos de vidrio, se optimiza el tiempo, se regulan los reactivos, se adecuan las soluciones de lavado y así resulta un ADN de alta calidad, sin contaminación y muestras excelentes para amplificación por PCR, además de la seguridad que proporciona a los laboratoristas.

**Reactivos:**

- Solución de Guanidina.
- Sílica Gel.
- Propanol
- Ethanol
- Cloruro de sodio, principalmente.

**Procedimiento:**

- a).- Se mezclan 0.5 ml de sangre un tubo que contenga un anticoagulante y de manera que se pueda centrifugar la muestra.
- b).- Se incuba a temperatura ambiente por 3 minutos.
- c).- Se vacía en sílica gel y se le da movimiento por periodos cortos de 3 segundos.
- d).- A la suspensión resultante se le lava con solución de guanina con propanol para separarla del gel de sílica por 2 veces, y una vez efectuado este lavado, se le vuelve a lavar con ethanol puro por una vez más siguiendo el mismo procedimiento.
- e).- Se retira completamente el ethanol.
- f).- Se somete el resultado a una temperatura de 65 grados centígrados por 3 minutos y se le vuelve a centrifugar por 10 segundos.

El tiempo total de extracción con este procedimiento es de 15 a 20 minutos, produce una excelente calidad de ADN ya que no presenta contaminación alguna; el rendimiento de éste bajo el procedimiento normal es de aproximadamente 40% del ADN existente por mililitro de sangre, cuando con este procedimiento es de

más del 50%, pudiéndose guardar además las muestras a temperatura ambiente por meses sin deterioro.

El procedimiento es flexible respecto a la temperatura y al tiempo de incubación. Si es necesario el aislamiento de la muestra por alguna causa, el proceso se puede suspender en cualquier momento y los tubos se pueden guardar por horas a temperatura ambiente.

Si se cuenta con una muestra que ya se ha coagulado, los coágulos pueden ser disueltos previamente con algún material y no modifica en grado alguno el ADN contenido en los glóbulos blancos.

La automatización de la técnica en este tipo de indicio encuentra su mejor ejemplo en el sistema CDE (*Extracción Centrifugada de DNA*), creado en el Instituto de Biología Molecular de Engelhardt, Inglaterra. Su funcionamiento es básicamente a través de centrifugación automatizada en cada una de las etapas del procedimiento ya citado, pero con un solo juego de depósitos especiales que le dan cauce a los residuos sin necesidad de abrirlos o estar en contacto con las muestras para su traslado a las etapas posteriores; ya que se trata de depósitos a los cuales se van agregando paulatinamente los reactivos y soluciones.

Las ventajas del CDE son el que puede ser utilizado en gran diversidad de procedimientos y técnicas bioquímicos y biotecnológicos. El CDE obtiene el ADN puro en un tiempo promedio de 15 a 20 minutos, (anexo tercero). Como todo sistema automatizado o adaptado presenta limitaciones pero, éstas son básicamente las que determine el procedimiento en el que se emplee.

Lugares en que se pueden encontrar manchas de sangre (técnicamente "Lagos Hemáticos"):

- ♦ Bajo algunos muebles como mesas, camas, o sus agarraderas.
- ♦ Sobre muebles como lavabos, tocadores, buroes, camas, sillones, mesas, estufas, retretes.
- ♦ En otros lugares como papeles, piso, paredes, ventanas, etc.
- ♦ Corporales.- En el cuerpo del sospechoso (uñas, barba y cabello), o en el de la víctima.

No obstante, la sangre tal como es, representa dificultades para proporcionar ADN inmediatamente, debido a la presencia de gran cantidad de proteína en la muestra. En este tipo de evidencias, el contenido de glóbulos blancos se aproxima solamente al 2% en toda la muestra. Por otro lado y a manera de complementación, es necesario precisar que en los casos en que el lugar de los hechos donde se hallaban lagos hemáticos, haya sido lavado con algún tipo de detergente, cloro, blanqueador o cualquier otra sustancia corrosiva, existe la gran posibilidad de hallar pequeñísimos indicios del fluido en esquinas, a través de

mármoles, mosaicos o losetas, inclusive entre la madera, ya que existe un reactivo especial llamado hemoglinol, que al aplicarse y mezclarse con esos pequeños indicios, crea una fluorescencia perfectamente visible con luz ultravioleta, y por ende susceptible de recolectarse (en caso contrario simplemente la fluorescencia no aparecerá).<sup>17</sup>

La contaminación de una muestra antes de ser tratada, modifica los resultados de la amplificación del ADN obtenido por la técnica de PCR, por esa causa es tan importante el uso de equipos estériles de vidrio y su adecuado manejo.

Hay que precisar que son diferentes el análisis de ADN de sangre con el análisis forense de manchas hemáticas ya que este último se basa en la forma, tamaño y cantidad de manchas como indicio para determinar el tipo de actividad que allí se ha efectuado y que las han producido, de manera que no se somete a la muestra a ningún tipo de análisis de laboratorio. Aunque existen también otro tipo de análisis que se pueden efectuar sobre este tipo de evidencia, como las pruebas (para determinar si la mancha es o no de sangre), de la *Benzidina*, *Leucomalaquita*, *Hematoporfirina* y *Fenofaleína reducida* (preliminares y presuntivas, no necesariamente específicas para sangre), o algunas otras pruebas de laboratorio como las microquímicas de *Teichmann* y de *Strzyzowski*, *Uhlenhuth* (reacción de precipitina), o inclusive la determinación de los *Antígenos de los grupos sanguíneos*.<sup>18</sup>

Se han descubierto otros factores específicos que ayudan a identificar la individualidad de la sangre (los factores *RH* y *HR* así como el factor *P*), pero todavía no han sido aceptados en asuntos forenses.

Hay que aclarar que el problema de demostrar por medio de los grupos sanguíneos, que un hombre es o no el padre de determinada persona, difiere radicalmente de la demostración de paternidad por ADN. Ya que en *el primer caso*, muy debatido por cierto, se puede obtener una prueba negativa, es decir, en ciertos casos es posible demostrar que cierto hombre *no* es el padre de un menor, pero *nunca* se puede demostrar que *sí lo es*.

---

<sup>17</sup> WWW, *Federal Bureau Investigation (FBI Page)*, USA, 1995.

<sup>18</sup> Se debe hacer hincapié en que la simple identificación de los grupos sanguíneos no prueba que una mancha de sangre provenga de determinada persona, debido a la posibilidad de una coincidencia; pero cuando los grupos de sangre son diferentes, esto prueba que la muestra no puede ser de la sangre de la persona en cuestión.

### 3.3.2.3 Semen y otros fluidos corporales

#### SEMEN

El semen, líquido incoloro y adhesivo proveniente de los órganos reproductivos masculinos, puede encontrarse como una mancha en la ropa, las sábanas y otros artículos similares o de índole personal que se les pueda asociar con el hecho o delito.

El fluido seminal fresco, antes de que se seque, tiene un olor alcalino característico, y *generalmente* contiene espermatozoides. Al secarse, la mancha pierde su olor, adquiere un color blanco grisáceo o a veces amarillento, y provoca en los lienzos una característica superficial de tiesura, como a la ocasionada por almidón. En caso de presentar espermatozoides, éstos mueren al secarse el semen.

Los artículos que se sospeche tengan manchas de seminales, deberán manejarse con mucho cuidado ya que la parte manchada no deberá enrollarse ni doblarse y al ser embalados se deberán proteger de cualquier fricción. Por lo general la mancha se localiza fácilmente a simple vista, pero la lámpara ultravioleta es también útil para esto, porque las manchas seminales emiten una fuerte fluorescencia. Aunque el examinador localice estas manchas bajo la luz ultravioleta, tendrá que distinguirlas de otras manchas, por ejemplo las de orina que también son fluorescentes.

Lo más común es que la mancha esté seca cuando llega al laboratorio, entonces hay que sacar un extracto acuoso para la placa del microscopio. Se corta la prenda de la parte manchada y se coloca sobre un vidrio de reloj con esta zona hacia abajo; se agrega agua destilada gota a gota hasta que la mancha esté bien mojada. (tratándose de una mancha de origen reciente bastan unos treinta minutos para obtener un extracto adecuado, pero se requieren varias horas cuando las manchas son más antiguas).

Posteriormente se recoge el pedazo de tela con unas pequeñas pinzas y se "pasa" sobre varias placas de microscopio de manera que deje mojada la superficie de cada una de ellas, una vez que se sequen se protegen con cubiertas de vidrio y estarán listas para el examen microscópico (en un microscopio de 400X aproximadamente para poder ver un espermatozoide completo).

Para identificar una mancha como la del semen, es necesario observar bajo el microscopio un espermatozoide completo que satisfaga los requisitos de la mayor parte de los libros de texto médico-forenses. El organismo se compone de cabeza, cuello, cuerpo y cola; y su longitud varía de 50 a 70 micras; la cabeza tiene aproximadamente la décima parte de la longitud total; vista de frente, es de forma ovalada, y de perfil, tiene forma de pera.

Algunos citólogos consideran que la diferente coloración de la cabeza y su forma característica son suficientes para la identificación aunque no se encuentre cola, pero la insistencia en descubrir un espermatozoide completo radica en que no es raro que se encuentren sustancias contaminadoras y es más probable que se confunda ciertas esporas con la cabeza (levadura, glóbulos sanguíneos, etc.), o ciertas bacterias con la cola (bacterias, tribacterias y hongos fibrosos).

Es necesario mencionar que cuando hay *zoospermia* y *aspermia* (ausencia de espermatozoides), aumenta el número de casos en los que no se puede encontrar semen aunque en realidad esté presente. Las manchas secas es frecuente que contengan pus, excremento, descarga vaginal, sangre, sudor, saliva u otros elementos que puedan originar confusión por eso la importancia de establecer si existe o no la presencia de semen, o se trata de fluidos corporales diversos.

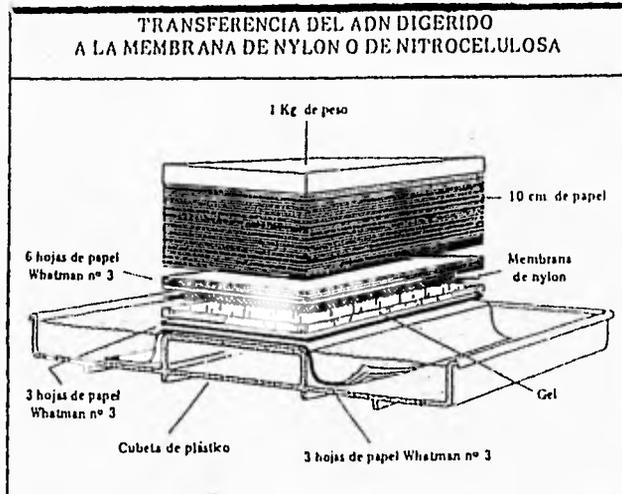
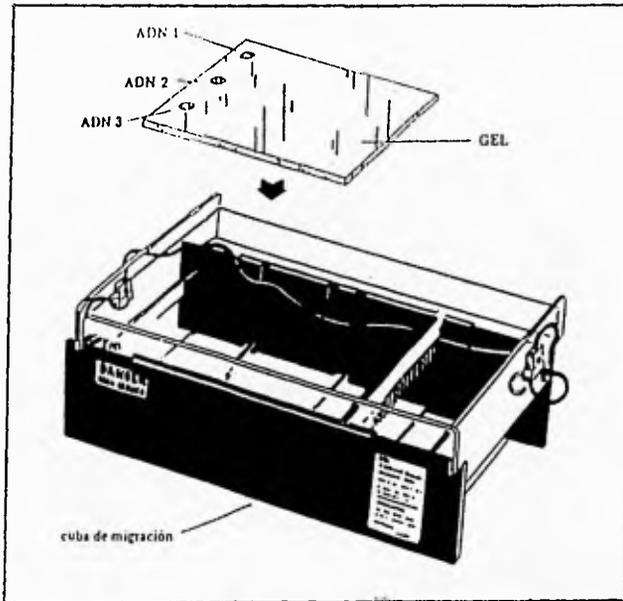
El ADN que se obtendrá de una muestra de semen provendrá básicamente de un espermatozoide, ya que es el único material biológico de los contenidos por el fluido seminal que lo puede proporcionar. Recuérdese que el núcleo de la cabeza del espermatozoide contiene básicamente solo ADN y es de allí de donde se debe aislar y purificar (generalmente en el laboratorio de Serología Forense para ser llevado con posterioridad al de Genética Forense), para ser sometido más tarde al mismo proceso que los ADN que se obtengan de evidencias diversas, la duplicación por PCR y su posterior cartografía para comparación.

Existen diversos procedimientos serológicos aplicables a las muestras de semen, pero que no tienen nada que ver con el del ADN aunque tengan relevante importancia en casos de investigación forense, tal es el caso de la *prueba de la precipitina* que sirve para distinguir el semen humano del no humano, o el de la *Fosfatasa Ácida* que identifica la existencia de semen o el de identificación del *Antígeno P30*<sup>19</sup>, que proporciona evidencia confiable de la presencia de semen a pesar de la ausencia de espermatozoides.

---

<sup>19</sup> Tello Flores Francisco Javier. *op cit.* pág. 212.

### EQUIPO PARA CORRIDA ELECTROFORÉTICA DE DIVERSAS MUESTRAS DE ADN PARA SU COMPARACIÓN



## OTROS FLUIDOS CORPORALES.

### ◆ Saliva.

La saliva es un fluido orgánico, permanente, producido por tres pares de glándulas (parótidas, submaxilares y sublinguales), y el cuerpo humano adulto, produce aproximadamente un litro de saliva por día. Además facilita la deglución y mediante las enzimas ptialina o distasa que contiene, inicia la digestión de los hidratos de carbono consumidos por el cuerpo.

En este tipo de muestras es importante saber que su trascendencia en la investigación radica en la cantidad de células epiteliales localizadas en ella que son las que contienen realmente el ADN, las células se desprenden del interior de la boca debido a la fricción permanente que hay de la lengua con algunas partes de piel como paladar y encías básicamente. Entonces, la cantidad de células epiteliales localizadas en la muestra son básicas para determinar si la muestra aportó algún resultado importante o no. Aunque también influye en algún grado, la habilidad del colector. También pueden localizarse células epiteliales en las huellas de mordidas, toda vez que éstas son efectuadas generalmente con violencia y existe desprendimiento de células de la cavidad bucal agresora.

Las manchas de saliva pueden identificarse químicamente por la presencia de tiocinatos y pitalina. Una vez identificada se buscará microscópicamente en ella células epiteliales y/o bucales que puedan proporcionar ADN. Ocasionalmente se ha identificado a ciertos individuos en otros países mediante el análisis de la saliva que han dejado depositada en estampillas postales.

### ◆ Orina.

### ◆ Sudor.

Estos tipo de indicios difieren en pocos aspectos de la mancha de semen, por lo que es difícil distinguir a simple vista la diferencia, ya que su aspecto en color y características dependen del tipo de líquidos ingeridos por la persona que las produjo; motivo por el cual primero hay que establecer la diferencia entre manchas.

Una vez identificada una mancha, presumiblemente de orina, se remueve ésta para someterla a un poco de calentamiento, misma que desprenderá un olor *sui generis* y que podrá ser químicamente identificada debido a la presencia de urea que contiene.

Las manchas de sudor se localizan en áreas muy específicas de las ropas, como por ejemplo en zonas inguinales, axilar, calcetines y el tiro del pantalón (pliegue que divide los glúteos).

En ambos casos y de manera similar al punto anterior, lo que se buscará en la muestra para proporcionar el ADN, son células epiteliales provenientes de algún órgano o de determinada sección del cuerpo.

- ◆ Meconio.
- ◆ Líquido amniótico, entre otros.

A estas manchas se les llaman obstétricas o ginecológicas y su aparición es frecuente en casos de aborto, son pastosas y de color verde amarillo hasta café claro. El meconio es la primera evacuación del producto, sustancia orgánica de color negro.

El líquido amniótico es un amortiguador del producto para protegerlo de las causas externas. En éste, microscópicamente se podrán localizar cristales de colesterol, *lanugo* (material sebáceo), células epiteliales de la matriz o del mismo feto y vellos fetales. Elementos que podrán proporcionarnos el material biológico para la localización de ADN, principalmente las células epiteliales y el vello fetal.

Ambos fluidos se encontrarán generalmente juntos y contaminados de sangre, por lo que se tendrá así una muestra diversa para análisis.

#### 3.3.2.4 Huesos

Durante el desarrollo corporal, el cartílago forma el estadio precursor del material biológico que conocemos como *hueso*. En el claustro materno, la totalidad del esqueleto es de tipo cartilaginoso, por lo que aparece como un bosquejo del armazón en que se va a convertir. Con la paulatina osificación se adquieren los detalles que caracterizan la configuración de un ser humano adulto.

La calcificación del cartílago al nivel de las extremidades es la causa desencadenante del proceso de osificación. Desde la inmediata vecindad, el tejido conjuntivo y los vasos sanguíneos invaden el tejido cartilaginoso, disolviendo su parte central; así se origina la cavidad ósea medular. Alrededor de este hueco primario se depositan, desde dentro, unas finas laminillas o trabéculas, ya calcificadas, que tienen un aspecto esponjoso. Por fuera también se produce una osificación, pero en forma de capa compacta por aposición íntima de envolturas sucesivas firmemente unidas por la calcificación. Poco a poco crece el hueso: la

cavidad medular se agranda con lo que se crea espacio para el nuevo tejido óseo esponjoso; al mismo tiempo aumenta el grosor del hueso compacto.

Si en un comienzo el proceso es puramente central, pronto aparece en las extremidades de los esbozos óseos un núcleo calcificado que se expande en forma radial. A la larga; del cartilago primitivo sólo queda una parte periférica que se constituye en *articulación* entre un hueso y otro, y también una capa intermedia entre el centro y los extremos del hueso llamada "zona de crecimiento". De manera que cada año que transcurre en la vida de un individuo, señala un nuevo eslabón en la osificación corporal.

Al contrario del cartilago, el hueso posee una amplia red vascular. las células del tejido óseo forman una trama sumamente diversificada y se relacionan entre sí por unas comunicaciones radiales. cada milímetro cúbico de hueso contiene aproximadamente entre 700 y 900 células. Por todo esto, el hueso es un tejido conjuntivo mucho más vital que el cartilago. Su actividad metabólica es realmente extraordinaria. En contra de lo que pueda pensarse, el hueso dista mucho de ser una percha inmutable, el esqueleto está muy lejos de significar sólo un elemento pasivo que sostiene la "carne".

El hueso difiere de los demás tipos de tejido conjuntivo en que su sustancia fundamental está impregnada de compuestos minerales cristalizados, siendo el más importante la apatita (fosfato ácido de calcio), existiendo también carbonatos, fluoruros y derivados de magnesio. De manera que así como en la edad adulta se equilibran los procesos óseos formativos con los destructivos, en la edad senil predominan los de reabsorción. Hay "menos" hueso cuantitativamente hablando, por lo que aparece una menor resistencia y una mayor propensión a las fracturas.

Si anteriormente hemos señalado que el tejido óseo se caracteriza por estar sometido a un increíble recambio, habremos de añadir que este metabolismo también modifica su intensidad. En los huesos largos, por ejemplo, cada 50 días se renuevan los compuestos químicos que contienen fósforo, como se ha podido demostrar con la técnica de los isótopos radiactivos; de manera que es un constante cambio celular, y es precisamente en las células en donde radica su importancia para nuestra técnica, como se ha podido observar a través de los procedimientos en otros elementos de origen orgánico tratados.

En principio, los huesos constituyen un tipo de indicio que se maneja a través de la Antropología Forense, de manera que por ésta vía de resuelve el problema de la identificación de cuerpos o restos humanos, el cual se efectúa mediante un examen metódico y un correcto reconocimiento de las piezas óseas, las que proporcionarán datos sobre el origen, raza, sexo, talla, edad, caracteres individuales, probable causa y fecha de la muerte. Además, el tejido óseo tiene la particularidad de ser, junto con las piezas dentarias, los tejidos del organismo humano que por su

composición química persisten durante mayor tiempo, una vez que el individuo ha muerto, lo cual es un aspecto muy valioso si de identificar se trata.

La obtención de la huella genética proveniente de este tipo de indicios no sólo se puede aplicar al aspecto forense, también se puede utilizar en piezas de origen prehispánico, restos provenientes de algún delito, o para estudios evolutivos-étnicos en determinados grupos raciales.

La aparición de este tipo de indicios se localiza generalmente en el hallazgo de cadáveres (en cualquier estado), o de las simples osamentas o partes de ellas. Una vez que el ADN de alguno de los diversos tipos de células que en la muestra se localice haya sido purificado, estará en condiciones de someterse a su duplicación por PCR como todos los demás indicios. Una vez entendida la formación de un hueso, podrá comprenderse que poseen la carga genética del individuo como todas sus demás células, ya que es formado siguiendo la "receta" propia y poseen por ende la misma información genética que todo el resto del cuerpo.<sup>20</sup>

### 3.3.2.5 Otros elementos

Prácticamente cualquier elemento de origen biológico puede proporcionar ADN, ya que todos se encuentran formados de células, y por la misma razón poseen carga genética única y propia.

Sin embargo, en aspectos de identificación forense se da preferencia a la utilización de los elementos más comunes de hallar, como los ya citados, pero existe el resto del cuerpo humano que no se ha mencionado, con muchos más tipos de estructuras formadas de células que en caso alternativo o por ausencia de cualquiera de los ya analizados; puede llegar a proporcionar una muestra para la obtención del ADN mediante distintas técnicas.

Entre los demás elementos podemos encontrar:

1. Músculos
2. Nervios
3. Piel
4. Uñas
5. Órganos
6. Mucosas, etc.

---

<sup>20</sup> "Enciclopedia Médica", 4ª ed., Ed. SRD, México, 1990, págs. 36-38, 45 y 257.

También es necesario mencionar la posibilidad de recobrar material celular existente y que se ha depositado en objetos, como consecuencia directa de haber sido usados para penetrar alguna de las cavidades corporales en la comisión de un delito, o en su caso para determinar la relación de éstos con el hecho en investigación.

### 3.4 Certeza y Confiabilidad

Para abordar este punto es necesario precisar la diferencia que existe en ambos términos, debido a que en el lenguaje común han llegado a ser utilizados hasta como sinónimos, cuando en realidad representan situaciones completamente ajenas entre sí.

*Certeza.*- Conocimiento seguro y claro de alguna cosa, firme adhesión de la mente a algo conocible sin temor a errar.

*Confiabilidad.*- Calidad de confiable, (confiable: digno de confianza, firmeza y/o seguridad que se tiene en una persona, situación o cosa).<sup>21</sup>

Otra interpretación consiste en la característica crucial de la medición, y se refiere a la congruencia, precisión, objetividad y consistencia en una investigación. Esto es, la confiabilidad se refiere a la estabilidad, la certeza, así como las constante presencia de las condiciones de medición.<sup>22</sup>

Es importante mencionar que existe un término conocido como "*validez*", que posee también importancia en este aspecto, y al que erróneamente se le ha utilizado como sinónimo de confiabilidad, y significa que debe medir lo que está asignado a medir. Interpreta la relación lógica entre las definiciones y las construcciones, así como la relación empírica del objeto medido con las hipótesis planteadas.

Los tres términos anteriores crean en fundamento para el caso de cualquiera de las pruebas en Criminalística (como principal área de investigación), ya que se ha considerado que para que el grado de confiabilidad en las pruebas utilizadas permanezca estable, es necesario mantener las variables y que éstas no se alteren durante el experimento. O sea que en dichas pruebas debe existir un porcentaje mínimo de certeza para poder dar lugar a la confiabilidad de los resultados.

<sup>21</sup> Diccionario Enciclopédico Ilustrado, *op cit.* págs. 737. 845.

<sup>22</sup> Nakahodo Rivera . *idem.* sesión del 25/febrero/1995.

En ese sentido podemos considerar los siguientes parámetros:

| <u>TIPO DE PRUEBA</u> | <u>% MÍNIMO DE CERTEZA</u> |
|-----------------------|----------------------------|
| Orientación.          | 75                         |
| Confirmación.         | 95                         |

En general debemos decir que las pruebas biológicas como el caso del ADN, así como todas las demás pruebas forenses de laboratorio, para que puedan ser aceptadas y utilizadas con confiabilidad y puedan proporcionar la certeza que buscamos, deben reunir este mínimo porcentaje permanentemente, de allí que se requiera mayor rigor para el caso de la confirmación que en caso de pruebas de orientación ya que una prueba de confirmación puede llegar a ser determinante mientras que una de orientación no necesariamente lo es.

En ese sentido podemos decir que *no todo lo que es confiable es válido, pero todo lo que es válido implícitamente es confiable.*

Los términos de certeza y confiabilidad son muy importantes si del resultado de una investigación se trata, debido a que de él podrá llegar a depender la libertad, el futuro e inclusive la vida de una persona en primera instancia y de muchas más de manera indirecta; pero para que ambas existan debe presentarse el presupuesto determinante de la interpretación de resultados alrededor de la cual se encuentran diversos aspectos que la fundamentan y la validan.

La interpretación del análisis de impresión de ADN requiere de un método de validación científica que proporcione una estimación de probabilidades (frecuencia con la cual puede aparecer determinado patrón en diversas muestras, ya sea la proporcionada por una persona o las analizadas por el forense) descartando así la llamada "casualidad"; además de proporcionar un soporte científico a la interpretación. En este sentido las estadísticas son la base principal para fundamentar la aparición similar de determinadas bases en diversas muestras, toda vez que se crean con anterioridad y respecto al tipo de bases que caracterizan a determinada raza u origen étnico, hecho que se encuentra vinculado en su totalidad con la Genética de Poblaciones. \*

De manera que en la interpretación estadística de la mecanografía por ADN bajo esta opción, es aprovechar el extraordinario poder de identificación individual que provee cada muestra.

---

\* En los Estados Unidos algunos de sus Estados exigen por triplicado la realización de la prueba sobre la misma evidencia, debido a que una sola podría no ser confiable del todo si se consideran la existencia, aunque mínima de los factores de error que pudiesen presentarse.  
Billings Paul R., "DNA on Trial", Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. 1992. U.S.A. Págs. 47 y 48.

Dicho poder se basa en la diversidad genética, que tiene su origen específicamente en alguno de los dos procesos de transmisión genética como lo son la mitosis<sup>23</sup> y meiosis<sup>24</sup>; esta última como una forma más perfecta de transmisión debido a que produce continuamente un sinnúmero de células genéticamente diferentes; y es la diversidad misma la que establece la diferencia y evolución en las especies y por ende su identidad particular para efectos de identificación.

La huella genética, ofrece confiabilidad y certeza dado que es única (toda vez que el ADN lo es también y aquélla se encuentra determinada por éste); determinante en la identificación de personas de entre cientos, miles y millones, porque al igual que los dactilogramas posee características de *perennidad, inmutabilidad y diversidad de características*. Además, ofrece también la posibilidad de ser considerada y clasificada dentro de los marcadores genéticos de la población.

Para el caso de identificación de muestras de personas o sus cuerpos o miembros resultado de la probable comisión de un hecho delictivo, sería muy valioso ya que nos proporcionaría datos genéricos sobre su posible pertenencia a determinado grupo étnico, reduciendo en mucho la búsqueda de una identidad entre toda la población. Los resultados pueden ser verdaderamente relevantes, ya que la doble validación científica (método comparativo visual y método comparativo estadístico), darían lugar a la toma de decisiones legales de peso respecto a la utilización de innovadoras herramientas de investigación científica como los métodos y sistemas alternativos de identificación, como el caso del ADN. Ya que entre más y mejores fundamentos científicos posea un sistema, se incrementa la certeza y confiabilidad en los resultados obtenidos, elementos determinantes para la utilización permanente de un sistema.

Por todo lo anterior los científicos forenses consideran a las huellas digitales genéticas como una herramienta mucho más reveladora que la propia Serología forense convencional ya que con ella ha sometido a prácticamente todos los tipos de fluidos de origen orgánico del ser humano, para detectar la presencia de factores específicos, como el caso de los fluidos sanguíneos por ejemplo; en los que se detectan grupo sanguíneo (A, B, O o Rh negativo/positivo), e inclusive indicadores de proteínas. Por lo anterior las instituciones procuradoras de justicia en el mundo afirman que esta técnica es confiable y que es la mejor y más certera forma de comparar las muestras de fluidos hallados en la escena de un crimen con las de una determinada víctima o sospechoso.

---

<sup>23</sup> Modo de división de las células, en el que una sola célula genera dos células hijas genéticamente idénticas.

<sup>24</sup> Modo de división celular en el que la célula madre diploide (46 cromosomas), genera dos células reproductoras haploides o gametos (23 cromosomas).

---

En cierto juicio contra los Estados Unidos, la corte de Apelaciones del Distrito de Columbia estableció lo siguiente sobre la validez de la impresión de ADN con aplicación forense:

*"Es difícil definir el límite preciso que en un principio o descubrimiento científico pasa de la etapa experimental a la etapa práctica. En algún punto de esta zona intermedia hay que reconocer que dicha principio o descubrimiento posee validez como evidencia; y aunque los cortes serán muy exigentes para admitir testimonios expertos deducidos de un principio o descubrimiento científico bien reconocido, el elemento a partir del cual se realiza la deducción debe estar lo suficientemente reconocido como para haber sido aceptado en forma general en el área particular a la que se aplique."*<sup>25</sup>

En la actualidad el ADN posee un elemento que lo hace aún más importante dentro del resto de los sistemas de identificación: **rapidez**; ya que una vez que se tiene la huella genética (independientemente del tipo de prueba que se haya utilizado para desplegar la huella), el tiempo que se tarda el Genetista Forense en determinar si se trata o no de la misma persona es muy similar al tiempo que se tarda una persona en leer una tarjeta o lo que tarda en abrir una puerta electrónica.

### 3.5 Casos de Identificación por ADN

Este sistema de identificación no sólo es útil en los casos en que la víctima no puede identificar al perpetrador, se le puede utilizar desde el abuso sexual donde hay descubrimiento inmediato (generalmente la localización de semen en la vagina de la víctima), hasta el crimen más violento. O en casos donde la víctima se encuentre embarazada o ya haya dado a luz. Existe la posibilidad de comparar las huellas genéticas de la madre y el padre y poder determinar así la paternidad.

Es un gran auxiliar cuando se trata de identificar en el hallazgo de miembros corporales solos, o puede aportar elementos en casos de desaparición de personas, cuya paternidad se adjudique una tercera, creándose así una figura que se le conoce como "paternidad inversa" ya que descarta al presunto padre de manera certera.

Existen un sin número de casos en diversidad de países, básicamente en el aspecto penal, en los que se ha utilizado éste sistema de identificación, y un ejemplo de ellos son los siguientes:

---

<sup>25</sup> Cit. por Zonderman Jon. op cit. pág. 81.

### PRIMER CASO

En el estado de Virginia, en los Estados Unidos una persona de nombre Joseph Roger O'Dell III, estuvo en prisión 10 años por un homicidio que no cometió y que solo a la prueba de ADN se pudo comprobar. El seis de febrero de 1985 el cuerpo de una mujer de 44 años de edad, fue localizado en un campo detrás de un club nocturno en el mismo Estado. La mujer había sido violada y estrangulada. Dos días después se arrestó a Roger O'Dell III por el homicidio de la mujer que se llamaba Elena Schartner.

La evidencia consistía en que se localizó sangre en las ropas del presunto, dentro de una población tan pequeña, era a todas luces evidente que el la había matado ya que no podía comprobar su estancia en otro lugar y presentaba una mancha hemática abundante en determinadas ropas. Fue a instancia de la defensa que se solicitó la comprobación por ADN, la cual demostró que los patrones que presentaba la sangre localizada en las ropas del presunto NO COINCIDÍA con la hallada en la víctima.

Este proceso por diversas causas duró 10 años, mismos que pudieron haber llegado a convertirse en una sentencia a muerte de no ser por los resultados arrojados por dicho análisis. Se le declaró inocente en septiembre de 1994, por la Corte Federal de Distrito de la división Richmond en Virginia, por decisión del juez James R. Spencer.

### SEGUNDO CASO

En la División de Ciencias Forenses de la Ciudad de Reno, en Nevada, La Dra. Jennifer Mihalovich pudo identificar y relacionar un objeto con cierto caso en el que la versión de la víctima, hacía parecer que se había tratado de un caso de ataque sexual con introducción de un objeto extraño. Mediante la recolección de células epiteliales de un arma 9 mm entregada por el alguacil Washoe C. de esa ciudad, que fue localizada a kilómetros del lugar de los hechos; toda vez que aplicó PCR para amplificar esas células y obtener así su ADN, y posteriormente la huella genética de esas células, que se sometieron a comparación con la que proporcionó la víctima, pudiendo así corroborar su versión. En el arma se localizó la presencia de fluido vaginal con gran cantidad de células epiteliales de origen

interno de la víctima, que no sólo se localizaron en el exterior del arma sino en los canales internos del barril. (1995).

### TERCER CASO

En México, en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal en el Laboratorio de Genética Forense a cargo del Quím. Alfonso Luna, el año pasado mediante análisis de ADN, logró determinar que el presunto en una Averiguación previa iniciada en la agencia 47 por Violación de una menor desde los 5 años a la fecha de la investigación (después de haber transcurrido 7 años). Este individuo resultó ser su padre, ya que el presunto aseguraba que no era su hija, que era hija únicamente de su esposa, cuando ésta aseguraba que sí lo era. No sólo se determinó que sí era su padre, sino que era el responsable de la violación constante de la menor toda vez que se efectuaron análisis y comparaciones del indicio biológico depositado por éste en el cuerpo de la menor y la muestra de semen que se obtuvo directamente de él. (Por obvias razones se omiten nombres).

*Av. Pevia:* 47/307/95.

*Delito:* Violación.

### CUARTO CASO

En México, las Procuradurías de Justicia de los Estados efectúan convenios de colaboración en diversas áreas desde hace algunos años, en primer instancia para eliminar procedimientos administrativos difíciles y lentos, y en segundo por compartir la tecnología con la cual no siempre se cuenta para poder integrar de manera adecuada una investigación.

En ese sentido el año pasado la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), apoyó en la investigación del homicidio de una recién nacida de la cual sólo se tenía el paradero de la madre, misma que denunció al presunto padre como homicida de la menor, el cual decía según versión de la madre, le había dado muerte por tratarse de un hijo no deseado y ya que no contaban con los medios económicos para mantenerla. Al ser presentado éste, negó cualquier vínculo de parentesco con la menor y de relación con la madre.

La Procuraduría de Justicia del Estado de Zacatecas solicitó la colaboración de la PGJDF debido a que no contaban con la tecnología y el laboratorio adecuados para efectuar un análisis de ADN y fundamentar así la culpabilidad y responsabilidad respectivas. En apoyo a la misma la PGJDF analizó y comparó las muestras biológicas enviadas de Zacatecas tomadas de la menor, así como las del presunto homicida, resultado que fue positivo y determinante para la investigación y consignación del presunto por el delito cometido.

*Av. Previa:* Zac/50/95.

*Delito:* Homicidio.

### QUINTO CASO

A principios de este año, se efectuó una colaboración entre la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y la Procuraduría General de Justicia del Estado de México, mediante la Subprocuraduría del Sur con sede en el Municipio de Tejupilco; por hechos denunciados en febrero de este año por una maestra de la escuela secundaria de la localidad, quien aseguraba que el padre de uno de los menores la violó en dos ocasiones aprovechando la salida nocturna de clases y toda vez que siendo ella la encargada de la Escuela, se quedaba hasta tarde a cerrar la misma.

Lamentablemente los análisis de fosfatasa ácida efectuados en esa investigación sólo corroboraban la presencia de semen en el interior del cuerpo de la denunciante de manera que era necesario comprobar que ese indicio pertenecía a la persona que se tenía como presunto responsable, como lo manifiesta el Dr. José Huerta Reyes, Delegado de Servicios Periciales de la misma Subprocuraduría con sede en ese municipio.

En ese orden de ideas se solicita la colaboración de la PGJDF, la cual una vez recibidos y analizados los indicios, determina que efectivamente la muestra tomada del cuerpo de la víctima y la que se envía tomada directamente del denunciante corresponde al mismo individuo. Situación que tuvo como resultado, la inmediata consignación del delincuente, quien al parecer había resultado siempre impune de gran cantidad de hechos delictivos similares que había cometido con anterioridad, según su posterior declaración; siendo este último delito el caso que se le comprobó debido al resultado de este análisis.

*Av. Previa:* TEJ/III/117/96.

*Delito:* Violación.

## CAPÍTULO IV CONSIDERACIONES LEGALES.

*"Si es que la humanidad ha de sobrevivir, requeriremos una forma substancial de cambio en nuestra forma de pensar"*

*Albert Einstein*

*"El enfoque moderno de la Criminística exige de sus cultores la más estricta actitud científica. Por otra parte, ha traído como consecuencia el que los encargados de administrar justicia cuenten con un auxilio técnico científico de la más alta calidad, evitando hasta donde humanamente es posible que se produzcan errores judiciales, pues si el experto se equivoca, el error judicial es seguro"*

*Rafael Moreno*

### 4.1 Obstáculos

El término obstáculo significa en su mejor acepción un impedimento. Un impedimento es la situación o circunstancia que con su presencia obstaculiza la continuación, culminación o término de algo.

La impresión por ADN al igual que cualquier otra técnica de origen científico, es susceptible de sufrir algún tipo de afectación o la presencia de algún impedimento, esto desde luego puede verificarse en cualquiera de los aspectos que conforman la técnica, e inclusive de aquéllos que sociológicamente la rodean, siendo estos últimos en los que se enfocan los siguientes apartados.

---

#### 4.1.1 Económicos

Existen dos aspectos que se pudieran considerar económicos y que rodean al recurso genético en alguna de sus aplicaciones técnicas, como la agropecuaria, médica, jurídica u otra.

En su primer aspecto, podemos considerar a la tecnología usada para desplegar la PCR así como el equipo auxiliar, los cuales son extremadamente caros; por ejemplo en el tercer momento de la PCR básicamente en la electroforesis, el equipo más utilizado es de laboratorio, como son unas pipetas denominadas micropipetas, las cuales fluctúan entre 200 y 300 dólares cada una, dependiendo de la calidad, tipo y resistencia del material con que se fabrican. Lo cual asciende a casi \$2300 pesos si se compra desde México, toda vez que el valor del dólar en nuestro país es poco estable desde hace más de dos años a la fecha.

El costo del equipo es verdaderamente un insulto para el ciudadano normal que sólo está acostumbrado a manejar cifras de tres o cuatro ceros, de allí que en nuestro país no exista la posibilidad económica de que laboratorios independientes existan o se creen para ofrecer un servicio de innovadores análisis al público como en otros países (Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Reino Unido, etc.), donde inclusive existe fuerte competencia al respecto, de manera que el caso del análisis del ADN en México, permanece solamente en manos de las Instituciones Gubernamentales (Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y General de la República básicamente).

El segundo aspecto se refiere al obstáculo que puede representar la valoración económica del recurso genético, toda vez que cuando una técnica científica despierta este tipo de valoración sólo es para producir la comercialización de los productos que al poder hacerlo vía patente por empresas biotecnológicas, se convierte en una verdadera mina de oro para unos cuantos, en lugar de ser utilizado para fines más científicos, jurídicos o humanitarios.\*

---

\* Ejemplos de lo anterior son las peticiones de algunas empresas (p.e. *Stargene*, que por cierto es propiedad del californiano Kary Mullis, creador de la PCR; o *Art Guard International* en los Ángeles), para solicitar la autorización de comenzar a trabajar en el diseño y creación de objetos (obviamente 100% comercializables), como tarjetas de crédito, pasaportes, licencias o credenciales para identificación, tarjetas de presentación, que en lugar de fotos lleven la impresión del código genético del titular; venta del gen que controla la hormona del apetito, con lo cual no habría personas obesas en el mundo, o hasta plumas fuentes biotecnológicas en cuya tinta nada el ADN extraído del propietario y que por cierto ya está disponible y cuesta en nuestro país aproximadamente \$11,000.00 pesos. En este sentido la premura es fácilmente explicable, las aplicaciones científicas y comerciales de un solo gen tienen un valor potencial de miles de millones de dólares, y como consecuencia, los gobiernos Británico y de Estados Unidos han solicitado ya la patente para 1,100 y 3,000 genes respectivamente.

Manuel Arbolí, "Cuerpo y mente", # 391, Ed. Contenido, mensual, México, 1995, pág.58-60.

Un ejemplo de esa valorización efectuada sobre el recurso genético la encontramos en el área agraria, y es explicado por el ingeniero Walter Kugler cuando expresa... *"hasta que el germoplasma de la naturaleza no es incorporado a los cultivos carece de valor monetario. Cuando un criador consigue sin embargo una nueva variedad a cultivar resulta imposible estimar su precio".*<sup>1</sup>

Si a esto agregamos que de las doscientas cuarenta mil especies de plantas que existen en el mundo tan sólo tres mil han sido cultivadas por el hombre y que de éstas sólo 30 otorgan la mayoría de las calorías consumidas por la humanidad. La conclusión es obvia: el germoplasma es un recurso internacional esencial para el futuro de la humanidad.

#### 4.1.2 Éticos

Otro problema que se plantea al progreso científico tecnológico no consiste en las técnicas, medios ni en los métodos en cuanto a tales, ya que éstos en gran medida están resueltos, sino sobre todo en la determinación de los fines de uso de estos métodos. Tenemos que definir, por tanto, los límites éticos y jurídicos de la manipulación de la información genética y generar definiciones claras de responsabilidades acerca de las posibles consecuencias de su abuso.

No cabe duda que el problema de la manipulación genética en cualquiera de sus especies, como se comprende actualmente, es muy compleja; por lo tanto, no se puede plantear una estrategia única para contender con todas las interrogantes que surgirán cuando se practique de manera consuetudinaria. De aquí que se recomienda enfáticamente la realización de investigación sobre las consecuencias positivas y negativas que pueden generarse a partir de la manipulación de ésta información, y en particular su impacto sobre los derechos naturales del hombre entre los cuales resaltan el derecho a la libertad, a la dignidad, a la individualidad, a la vida, al trabajo y a la seguridad personal pero también sobre los derechos de la sociedad a conocer cierto tipo de información de sus integrantes y del balance que debe instrumentarse entre ambos derechos.

Es esencial que antes de iniciar algún tipo de manipulación de información genética, que sean utilizadas de manera no clínica, se asegure que prevalezca la justicia social de los derechos individuales, pues de otra forma intereses económicos en pro de otros factores pudieran sobreponerse a derechos y valores humanos.

---

<sup>1</sup> Walter F. Kugler. *"Acercas de la biotecnología y de la diversidad genética"*, La Prensa, Argentina, 1986.

Finalmente, hay que crear conciencia sobre la presencia de innovadoras herramientas con las que es posible generar nuevos espacios y situaciones nunca antes enfrentadas por el hombre, como individuo y como sociedad. La tecnología de punta siempre nos confronta con la disyuntiva de su utilización.

No olvidemos el abuso de las tecnologías nuclear y biológica para la fabricación de armas mortíferas. Lo anterior como consecuencia directa de la "manipulación" (operar, hacer algo con las manos, en su sentido actual). Aunque de hecho, es conveniente tener siempre presente al abordar este tipo de cuestiones que buena parte de los supuestos nuevos retos planteados por la genética, no son presentados por el progreso científico sino por la modificación de los parámetros éticos tradicionales.

El problema es que las ventajas comerciales enormes que se perfilan en el horizonte trivializan totalmente el tema y tiran a la basura rápidamente todas las consideraciones éticas. Existen muchos millones de potenciales beneficios en éste momento, no solo en este campo, en el que invierten más del doble de lo que por ahora obtienen por ventas. Llegándose de esta manera a un punto en que todo, hasta la ética posee ya una justificación.

Retomando, el significado de la información genética, se puede decir que en general descansa por supuesto, en la manera en que dicha información sea manipulada o utilizada (medicina, reproducción o aspectos judiciales entre los principales).

Si bien es claro que en el contexto médico ésta información permite al individuo manipular su forma de vida en beneficio propio, en esferas no clínicas esta información pudiera ser manipulada por instituciones para provecho económica como ya se mencionó; o peor aún, como un medio de control social.

Por todo lo anterior es necesario establecer una definición de los límites éticos de la utilización de la información genética, que en realidad van más allá de lo individual, como se nos ha hecho pensar a través de los conflictos que ya se han suscitado por su uso "no autorizado por el sujeto", como se la ha conocido en otros países.

Una vez que ha pasado el fervor del descubrimiento de la "huella genética" en el mundo y su gran capacidad de aplicaciones, el problema ético se ha presentado adoptando la forma de la interminable discusión sobre el derecho de la sociedad a conocer la información determinante en los individuos y el derecho personal a poseer esa información de manera confidencial.

Éste conflicto de intereses sólo se puede terminar si se considera al consentimiento voluntario del sujeto humano, ya que éste es absolutamente esencial. Eso querrá decir que la persona involucrada debe gozar de capacidad legal total, para

consentir. Debe estar libre de cualquier lazo para decidir sin intervención de elementos como la fuerza, engaño, coerción, superchería, fraude o cualquier otro.

La posibilidad de que no se presente alguna de las circunstancias mencionadas hará que la persona posea una base suficiente y fidedigna de información y conocimiento de todo el alcance de esa información, que teóricamente la hará capaz de ponderar los efectos de su decisión. Decisión que al igual que en las credenciales electorales por ejemplo, en el caso de nuestro país, se efectúa de manera voluntaria, con capacidad, con derecho, y con autodeterminación, pero con plena conciencia de la importancia y efectos legales que conlleva, pero principalmente por la utilidad social y pública que representa.

*"Hay que crear conciencia, hay que educar el maravilloso potencial que ofrece el uso adecuado de las tecnologías genéticas y biológicas, pero también debemos generar los elementos que nos permitan, a través de un balance y un compromiso adecuado, contender como individuos libres y como sociedad entera, con muchos de los posibles escenarios complejos que se han mencionado y con otros que seguramente emergerán como consecuencia de la investigación genética ya que sus límites, pensamos, están en la imaginación del hombre".<sup>2</sup>*

#### 4.1.3 Humanos

Este tipo de obstáculos son claramente técnicos, pero no propios del método o sistema utilizados, sino de la técnica humana que los aplica. El ejemplo más claro en nuestro caso lo representa la PCR, ya que no obstante que constituye una de las herramientas más poderosas del siglo como ya se pudo apreciar, es tan susceptible como cualquier otra técnica de laboratorio efectuada por medio de algún sistema o equipo tecnológico; la contaminación, el peor enemigo de cualquier científico o investigador se convierte así en el más grande y difícil obstáculo a vencer.

Ésta puede suceder en cualquier momento de la amplificación, ya que la introducción de alguna bacteria en un paso de la prueba contaminaría todo el proceso restante y disminuiría confiabilidad a los resultados obtenidos. De hecho, este es un tipo de error humano, ya que es imposible mantener un cuidado que asegure la esterilidad de una muestra; en ese sentido, el error estriba en que no se es lo escrupulosamente estricto en seguir y cuidar de la manera más óptima los pasos de la técnica utilizada.

<sup>2</sup> Paulina y Francisco Bolívar, "Bioética y Derechos Humanos". Ed. Instituto de Investigaciones Jurídicas. UNAM, México, Serie E, Núm. 52, capítulo III, apdo. 5 de los Límites de la Investigación Genética, pág. 159.

El problema de la contaminación es muy importante ya que los resultados variarán, toda vez que la contaminación definitivamente modificará la posición, cantidad y tamaño de las bandas que tenía la enzima en realidad, de manera que al efectuar la separación de bandas por electroforesis, la huella no será la real, se encontrará falseada, poco certera y nada confiable y por ende inservible. Y este tipo de error solamente es atribuible a un ser humano ya que es él quien manipula directamente las muestras a lo largo del desarrollo de la prueba.<sup>3</sup>

En este punto, la prueba de ADN no sería del todo confiable, pero cabe aclarar que es debido a un error humano no a un error técnico, ya que si se pudiera *garantizar* de alguna manera que la técnica será efectuada con toda la exactitud y precisión que ésta exige, la confiabilidad y certeza seguramente alcanzarían el 100% ya que es el manejo inadecuado de ella lo que hace que se presenten factores de error, no porque la técnica en sí sea inadecuada o imprecisa.

La impresión de ADN, como técnica de laboratorio, no sólo presenta un margen de error posible y predeterminado (*error de laboratorio*), sino que se le puede agregar también aquél en que dos muestras distintas presenten el mismo dibujo sin ser de gemelos, éste resultado se puede presentar si las personas en cuestión poseen el mismo genotipo en esas áreas de estudio, y sean diferentes en todo lo demás, y aunque es indefinido el número que determinaría el parámetro de esa posibilidad, puede ser necesario considerarla.

Además no se debe confundir con los genotipos poblacionales que si se pueden presentar en varios individuos de manera muy similar hasta llegar a confundir (*error de interpretación*), y que sin embargo no pertenecen al margen de error humano tradicional o de laboratorio que ya se ha abordado.

Por otro lado existe lo que la Asociación de Directores del Laboratorio del Crimen en California, ha dado en llamar "*falso-positivo*", que implica la presencia de ciertas bandas cuando en realidad no las había, éste hecho constituye un error eminentemente humano ya que sólo se presenta en los casos en que no se posee la habilidad necesaria para separar en cada procedimiento el material sin contaminación, o porque el equipo mal saneado contenga muestras de otro análisis.

En general se podría decir, aunque sin poseer algún fundamento estadístico que aproximadamente se presenta un error de semejante índole en cada 50 muestras, sin embargo esto no se ha podido comprobar ya que no hay regulación o estimación científica, estadística e imparcial al respecto.

Existe también la posibilidad de que se presenten resultados "*falso-negativo*" (o error insalvable), básicamente en el análisis de muestras mixtas, ya que este tipo se

<sup>3</sup> [HTTP://ag.arizona.edu/~chirsctm/procedure.html](http://ag.arizona.edu/~chirsctm/procedure.html)

pueden llegar a mezclar 2 genotipos diferentes o más, y si se desconoce que sean de distintos individuos, seguramente aportará un genotipo que en realidad no existe, toda vez que será la combinación de varios (por ejemplo víctima y victimario).

En realidad la posibilidad de que se presente error de algún tipo en un análisis, es susceptible de pasar en cualquier laboratorio en cualquier lugar del mundo, desde el FBI hasta un hospital, debido a que son efectuados por seres humanos y el humano no es perfecto, aunque sí perfectible.\*

#### 4.1.4 Legales

De la impresión de ADN se ha dicho mucho, que es confiable, innovadora, certera, rápida y de lo último en tecnología para la investigación de un crimen. Pese a lo anterior, el camino que ha recorrido del laboratorio a los juzgados o tribunales y cortes en su caso, ha estado lleno de tantos obstáculos y peculiaridades, como la doble hélice del mismo.

Cuando se introdujo este tipo de tecnología a mediados de los 80, el identificar a un individuo por medio de su genotipo único, se convirtió en rutina en los países que lo emplearon. Esto tuvo como respuesta inmediata que muchas cortes y tribunales agilizaran sus sentencias con base en ellas; sin embargo, un número igual de ellas con base en resultados negativos que a posteriori arrojaron algunas controversias de diversa índole, han limitado el tipo de ensayos, tal es el célebre y dramático caso de O.J. Simpson.

Esta situación ha hecho que en algunos estados de Norteamérica, sólo se le dé validez cuando exonere a un acusado, y muchas más han influido para que se le ponga en tela de juicio pese a cualquier argumento científico por importante que sea. Dando origen así a una serie de inquietudes legales en todo el mundo.\*

Estas consideraciones no son un aspecto del que nos tengamos que preocupar en México, todavía. En primer lugar porque su uso no es siquiera publicitado, de manera que sólo con el transcurso del tiempo es factible que se llegue a presentar algún obstáculo de tipo legal; situación, que ya está sucediendo en muchos países del mundo y en segunda porque en México aunque no con la celeridad que debiera, ha ido incorporando a sus diversas áreas de investigación la tecnología proveniente de otros lugares, y la consecuencia de ello, aunque a plazo más largo

---

\* E-mail: laurie.snell@chance.dartmouth.edu.

\* "Es tan increíblemente poderosa, que ha creado sus propios problemas...". Heronian Chernoff, profesor de estadística aplicada de la Universidad de Harvard.

también se presenta. Efectuando un somero cálculo se tiene la idea de que cuando esos problemas se presenten en nuestro país, ya habrá alguna regulación particular, si no es que internacional para tales aspectos.

En general se pueden citar algunos de los *principales problemas* que se han presentado en otros países y que han constituido verdaderas contrariedades e inclusive grandes contradicciones.

- El hecho de que los indicios susceptibles de aportar ADN para una investigación (independientemente de quien pida su análisis, en el caso de Estados Unidos ), se manejen bajo los mismos parámetros y condiciones de embalaje y trabajo de laboratorio que cualquier otro indicio, cuando por su trascendencia e importancia debiera tener por lo menos un apartado exclusivo, ya que de ser adecuadamente tratados su resultado puede llegar a determinar hasta la vida o muerte de alguien, como ya ha sucedido.

Este hecho constituye un obstáculo legal, toda vez que por esa falta de precisión o regulación, son tan susceptibles de ser desechadas como cualquier otra prueba hecho que no es coherente dado que su confiabilidad y certeza respecto de cualquier otra prueba es apabullante.

- Actualmente y muy ligado al aspecto ético antes señalado se encuentra el punto de la defensa del derecho individual a poseer información genética como la que ofrece la impresión del ADN, sólo por el titular del derecho; en lo cual es tremendamente controversial tal situación ya que el que sea conocida y utilizada públicamente constituye la principal demanda de toda sociedad, a la que podemos asignarle el calificativo de "*Seguridad*", seguridad en la culpabilidad o responsabilidad de un individuo respecto de un hecho, circunstancia que se pudiera manejar como de "*utilidad pública*" (desde el punto de vista del Estado, obviamente), lo cual no es apelable ni enjuiciable.

Sin embargo la otra cara de la moneda es el hecho de que como todo derecho individual (derecho humano inclusive), es perfectamente defendible contra cualquier Estado. Lamentablemente en la actualidad éste aspecto del determinar si es o no un derecho individual al que se puede defender para evitar su utilización aún como indicio, se encuentra todavía en manos de cada juez debido a su falta de regulación jurídica o lo que es lo mismo, depende del criterio de cada juzgador el que se le considere como una cosa o como la otra, aquí el nuevo punto sería, ¿que parámetros utilizar para medir el criterio de un juez?, en ese sentido tal vez sea más benéfico para la investigación invocar a la suerte que a la ley.

Para fortalecer de manera más adecuada el punto anterior es importante resaltar que frente a la amplia libertad para usar, gozar e incluso abusar de los bienes patrimoniales, el legislador ha restringido, quizá con excesiva dureza, el sector físico de los derechos de la personalidad que, según explica María Teresa Bergoglio<sup>4</sup>, comprende no sólo el supuesto primario del derecho a la vida y a la integridad física, sino que incluye el llamado derecho de la *disposición* del propio cuerpo.

En el sentido de "disponibilidad" como "uso", el mejor ejemplo lo constituye la vida misma como el más disponible de los bienes jurídicos, porque solemos gastarla como queremos a cada momento, al decidir sobre ella y frecuentemente, hasta se nos premia y condecora por arriesgarla.<sup>5</sup>

Es el caso que, no hace mucho tiempo, el suicidio era delito y acarreaba la infamia a toda la familia. Fue por eso que Enrico Ferri cuestionó la prohibición de atentar contra de nuestra propia existencia, con esta amarga crítica: "No se yo, verdaderamente, porqué esta vida que el hombre no pide a nadie, sino que le es concedida por una fatalidad natural, le puede ser jurídicamente impuesta por la sociedad, ya que la pretendida necesidad de la existencia individual para la existencia social, bastante problemática por cierto, no puede impedir que el hombre disponga de su propia vida".<sup>6</sup>

- Una tercera opción de que presente algún otro impedimento, es el hecho de que en algunos lugares del mundo se ha limitado su uso legal sólo para aquéllos casos en que pudiera representar la diferencia entre la libertad o no de una persona inocente, de manera que se le puede usar solamente para excluir, no para culpar. Con lo cual se estaría desperdiciando la mitad de su potencial a nivel de investigación y por consecuencia terminaría como una prueba más dentro de todas.
- En algunos otros lugares se han presentado situaciones que limitan su uso legal sólo a casos de importancia relevante, como los de indole sexual, homicidios y paternidad, por citar algunos, ya que al respecto tampoco existe regulación alguna y la posibilidad de utilizarla en cualquier otro caso se reduce al Estado

<sup>4</sup> Bergoglio, María T. - Berzoldi, María V., "Trasplantes de órganos", Ed. Hammurabi, Argentina, 1983, pág. 22.

<sup>5</sup> Cfr. por González de la Vega Francisco, "Derecho Penal Mexicano", Ed. Porrúa, México, 1982, pág. 89.

<sup>6</sup> Zaffaroni, "Manual de Derecho Penal", parte general, pág. 412.

en el que se esté juzgando el asunto, lo que se convierte al igual que el tercer caso en una cuestión de suerte.

Para concluir pudiéranse tener presentes las palabras del autor argentino Miguel Ángel Soto Lamadrid cuando, refiriéndose a los limitados aspectos legales que sobre la filiación se han manejado en algunos códigos sudamericanos expresa:

*"... cada persona debe ostentar la filiación que realmente le corresponda por naturaleza, con plena independencia de que sus padres se encuentren o no unidos por el vínculo matrimonial, ha empezado a imponerse en las legislaciones modernas. Ahora se sostiene que cada sujeto debe figurar como padre o como hijo de quien verdaderamente lo sea, esto es, de quien responda al vínculo biológico, puesto que dispondrá de unos medios que el derecho pone a su alcance -las acciones de filiación y las pruebas biológicas- para rectificar la situación en que vive, si no está conforme con ello, es decir, para dejar de estar unido con quien no tiene lazo carnal alguno, o para comenzar a estarlo, si tal unión no se conocía o no constaba legalmente".?*

## 4.2 Implicaciones y repercusiones

### 4.2.1 Inicio de una cultura de investigación científica

Mucho se ha dicho sobre las "fórmulas" para iniciar la culturización del ser humano (o de manera más simplista la divulgación de alguna ciencia de importancia general); se habla de la manera tradicional de cultura en que el divulgador se dirige a todos aquéllos ajenos al universo de la investigación científica y tecnológica, pero que también trata con los iniciados en su propio lenguaje. Se ha dicho también que la divulgación debe empezar con los niños, que es necesario reforzarla dentro de la educación básica y media básica, para que en niveles posteriores sea posible afianzar la etapa propedéutica con los jóvenes y profesionales a fin de orientarlos dentro del conocimiento científico del ámbito en el que se desarrollen.

En la mayoría de los casos, la divulgación no ha sido tarea fácil para los propios científicos como tampoco para los comunicadores o todos aquéllos profesionales que han dedicado alguna parte de su vida para divulgar y difundir una ciencia. Sin embargo aún habría que cuestionarse las formas para hacer de la divulgación, un ejercicio que consiga penetrar dentro de los muy diversos sectores de una sociedad, que no se limite a la intención de formar futuros profesionales científicos, sino que llegue al conocimiento general, para que en ello se finque una

<sup>1</sup> Soto Lamadrid Miguel A., "Biogenética filiación y delito". Ed. Astrea, Argentina, 1990. pág. 52.

conciencia básica y más profunda que culmine en el mejor desarrollo social, económico, legal y tecnológico de los pueblos.<sup>8</sup>

En principio, es necesario recordar que la investigación contemporánea mantiene un carácter profesional, formal, especializado e interdisciplinario, por lo que demanda, a su vez, las mismas características en la formación de sus divulgadores, y como el término divulgar significa "educarse y educar", el divulgador de la investigación científica, sea un científico, comunicador, periodista, docente, investigador o cualquier otro profesional, "debe contar con una sólida y amplia formación", formación que además deberá estar interrelacionada con diversos campos de la investigación científica y la inventiva tecnológica; debido a que su creación, aplicación y resultados necesitan de la colaboración de ellas.

Dentro de la tesis expuesta por el M. en D. Marco Antonio Morales Gómez, se expresa que en el papel de la divulgación en la formación de una cultura científica de la población profesional de un país, se pueden considerar las siguientes medidas fundamentales:

*Informar y orientar con autoridad a la sociedad y las autoridades implicadas, acerca de los avances del conocimiento en cuestión.*

*Incorporar esos conocimientos en sus modos de vida, costumbres y profesiones cualesquiera que sean..*

*Orientar y estimular la vocación de investigador apoyándolo hacia el aspecto científico más que técnico con una determinada aplicación, no sólo conocer por conocer.*

Bajo este concepto de culturización, sin menciones de índole política, crítica, o ética; se busca satisfacer de manera idónea, las particulares demandas de cada sociedad, para enfrentar con mayores probabilidades de éxito y justicia, las difíciles condiciones y responsabilidades que se presentan en el mundo socio-jurídico de este siglo.

Las sensaciones y emociones que devienen de la aventura que representa entrar a lo desconocido como en el caso de una investigación que involucre la impresión por ADN, implica para investigadores, peritos, abogados, jueces y todos aquéllas involucrados, compartir, comprender y aprehender con los científicos el proceso

<sup>8</sup> Dr. Marco Antonio Morales Gómez, rector de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), en el marco del "Primer encuentro de divulgación científica", convocado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la UAEM y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (Somedicyt), 1996.

mismo de descubrir la naturaleza, al ser humano que la domina y a la importancia social que todo ello representa. Pero eso no es todo, el reto principal estriba en la gestación del proceso contrario.

Todo aquello que se ha descubierto y analizado hay que devolverlo, pero enriquecido con consideraciones propias, y transformado además con cánones profesionales propios. El producto final no sólo debe compartir lo esencial de lo que se recibió como hallazgo o evidencia, sino que debe generar *-de ahí el reto para el divulgador de la cultura de investigación científica-* nuevas aportaciones que incorporen por su naturaleza misma y por la manera de crear otras concepciones; un conocimiento que pueda hacer determinante el resultado y permanente la experiencia social y jurídica del lugar.

Los problemas que se podrían presentar tal vez se encuentren en que lleva implícita la presencia de alguien o algunos que saben y muchos que no; o inclusive, sólo la versión de quien la interpreta.

Este punto de vista corresponde de alguna manera a la actividad científica, encerrada en los centros de investigación y resguardada con celo generalmente por los países desarrollados. Pero finalmente no imposible de acceder, de manera que aquí también influye la propia convicción de querer involucrarse en este tipo de conocimiento para resolver científicamente y responsablemente a las demandas públicas de eficacia y justicia.

Y no por hablar de una cultura estamos pensando en una divulgación para un público heterogéneo -que no tendría nada de malo-, sino en un público más definido y especializado. Como el caso de todos aquellos que pueden estar involucrados por cuestiones jurídicas en ese tipo de situaciones; aquellas personas que por su estrato tiene el deber y la obligación de conocer cualquier proceso de investigación, más a fondo que los demás, lamentablemente, en México hay mucha más gente de la que pensamos que ni idea tiene de todas las áreas que conforman la institución para la que trabaja, y se consideran en éstas, instituciones que procuran justicia, no del conocimiento que al respecto debiéramos tener cualquier ciudadano común.

Es una realidad que existe una gran ignorancia en cuestiones de investigación científica que sólo puede ser erradicada mediante el proceso de culturización de quienes lo necesitan o debieran poseerlo.

La importancia de una cultura de investigación científica posee un elemento de suma importancia que va más allá de lo antes expuesto, y es el hecho de que en cualquier parte del mundo, el conocimiento es ya un bien con valor económico, y el mantenernos en el subdesarrollo científico y tecnológico ahonda nuestra pobreza económica e intensifica nuestra dependencia del exterior. La culturización en la investigación científica puede no sólo incrementar la libertad del individuo al

proporcionarle herramientas críticas, sino que puede incidir en crear un ambiente propicio al desarrollo tecnológico, social, económico y jurídico para el país, todo en un mismo momento.

#### 4.2.2 Creación de un Banco de Datos Genéticos

La idea de la formación de un banco de datos genéticos, como archivo de consulta en futuras investigaciones no es nueva ya que podría iniciarse como se ha hecho con las huellas dactilares en prácticamente todo mundo, en donde actúa formando precedentes. Para iniciar es necesario precisar el término de "Banco de Datos Genéticos":

##### **BANCO:**

Se designa así a un establecimiento público de crédito y de depósito de valores que ejerciendo la tenencia y la custodia de los mismos, realiza con arreglo a las normas legales vigentes el tráfico de pagos. Para ello se utiliza principalmente el procedimiento de giros mediante *documentos representativos de valores*, billetes, cheques, tarjetones y letras de cambio. Algunos bancos se especializan en determinadas operaciones lo que permite calificar su designación; existen así bancos agropecuarios, de crédito, de descuento, de emisión, de exportación, hipotecarios, industriales, etc. Es una preocupación actual, el generar la noción de banco genético, fundamental y analizar su esencia.

##### **GENES:**

Son partículas submicroscópicas cargadas de información portadas por todas las células humanas, animales, vegetales, bacterianas, por virus y seguramente por todas las estructuras vivas aún desconocidas. Estas partículas constituyen los *documentos representativos de los valores físicoquímicos* que constituyen el substractum material último de la vida y de las especiales formas de energía que permiten definirla. Sin duda la vida es el *valor supremo* concebible en el universo biológico que debe naturalmente ser visto por la sociedad como un universo antropocéntrico. Son además los responsables de la creación de nuevos individuos y con ellos las propiedades de los hombres transitan por el espacio y el tiempo, trascienden los continentes perdurando por siglos.

Es pues concebible la necesidad de la creación de instituciones del tipo de los bancos sobre las que habrá que legislar y cuya función central sea el depósito y la custodia de los genes.

Se piensa en un conjunto de instituciones coordinadas, normatizadas, con gerencia especializada, responsable del depósito material real de los genes y de productos fenotípicos de los mismos que impliquen su existencia y su naturaleza, conjunto de instituciones responsables también de la custodia, procesamiento y administración de la información computada sobre tal información, que por su naturaleza podría ser designado como "Banco Genético".

#### **BANCO GENÉTICO:**

Es el archivo del material biológico humano (o de otra procedencia), consistente en genes o productos que impliquen su existencia y demuestren con precisión su naturaleza, así como también el archivo debidamente custodiado de la información médica computada, que con determinadas restricciones de alcance, acceso y duración en el tiempo, puede ser consultado por la autoridad competente con fines precisos y sin interferir con los derechos constitucionales de las personas.

Muchas son las razones actuales y muchas se agregarán en un futuro no muy lejano, que sugieren la necesidad de establecer el Banco Genético y de normalizarlo a través de una legislación apropiada. Tales razones son en principio:

- 1.- La existencia real del "recurso genético" y su enorme trascendencia.
- 2.- La herencia de enfermedades o de la disposición de contraerlas.
- 3.- La herencia discutida de bienes en un proceso jurídico.
- 4.- La existencia de la violencia como fenómeno *endemo-epidémico* actual, promotor de la desaparición de personas y su búsqueda para en su caso posterior identificación, y por lo tanto de la indeterminación en el conocimiento de la filiación de algunos descendientes de tales personas.

El recurso genético es el gen propiamente, y es para la mayoría de las personas, la mayoría de los abogados y para casi todos los legisladores, un término de origen eminentemente técnico. Afortunadamente ya se ha abordado este tema en el capítulo III y teóricamente ha dejado de ser para todos los lectores del presente, un mero substantivo cuya denotación no es ciertamente clara; y del cual sólo poseían la mera noción crepuscular de que "algo tiene que ver con la herencia".

## ESTRUCTURALMENTE

El archivo de material genético planteado y su respectiva información médica, que bajo determinadas restricciones de alcance, acceso, duración en el tiempo y custodia pueda ser consultado y procesado por autoridad competente con fines precisos sin interferir en los derechos constitucionales de las personas. En ese sentido podría contener consideraciones estructurales como las siguientes:

- *Información Médica.*- La constituyen la colección de datos inherentes a las eventuales pericias, ordenados, clasificados, computados y procesados. Agregando la información médica particular, la que por extensión pueda ser consultada conjuntamente. Algunos de los datos a contener podrían ser los siguientes:
  - ◆ Datos personales de filiación (con autorización escrita del propietario de la muestra).
  - ◆ Resumen del caso (muy importante en lo referente al "fin específico" de la información).
  - ◆ Datos referentes a los antígenos criocitarios más frecuentes (ABO, Rh, MNSs, Kidd, etc.).
  - ◆ Datos referentes a los antígenos HLA registrando los loci A, B, C, DR y DQ.
  - ◆ Datos sobre la impresión del ADN por alguna de las técnicas forenses existentes
  - ◆ Datos de almacenamiento (lugar, rotulado, fecha, tipo, duplicado, etc.).
- *Restricciones.*- Entendiéndose por éstas a aquellas circunstancias que limitan las posibilidades de aplicación y utilización de un banco genético. Considerándose en éstas las siguientes:
  - a).- *Eferents.*- Son aquellas que indican a quiénes puede suministrarse los datos, en qué momento y durante el lapso de tiempo en que el derecho a obtener la información no prescriba.
  - b).- *Intrínsecas.*- Las inherentes al propio banco genético, las condiciones de seguridad, secreto y nivel técnico de almacenamiento, así como los medios de disposición y consulta inmediatos de los datos y del propio material biológico.
- *Autoridades competentes.*- Todos los requerimientos al banco genético deberán ser canalizados por vía judicial, donde el Ministerio Público en el caso de investigaciones forenses, o el juez de alguna materia, evaluarán con antelación cada caso para justificar la petición.
- *Fines precisos o específicos.*- Significa que los estatutos de origen del banco deberán estar expresamente enumerados los casos en que los servicios del mismo puedan ser aplicados como por ejemplo:

- ◆ Juicios penales.- Por desaparición forzada de familiares, sustracción o cambio de estado civil y falsificación de documento público.
- ◆ Razones médicas.
- ◆ Reserva de patrones genéticos para asignación de derechos hereditarios.
- ◆ Reserva de identidad para inseminaciones y fertilizaciones.
- ◆ Identidad de adopciones. etc.

O tal vez la creación de un "Banco de Evidencia Biológica", lo que incluiría automáticamente a aquéllas que aporten ADN. La frase anterior incluiría los siguientes aspectos: primero: aquél en que se refiera a cada tipo de evidencia y en un segundo a la información que dicha evidencia haya aportado así como los casos en que se le ha utilizado. Este tipo de Banco ya se ha puesto en práctica en Canadá con gran éxito y aunque difiere en mucho de un banco de datos genéticos se ha convertido en un gran auxiliar de las Instituciones que Procuran Justicia en ese país.

Existen países que cuentan ya con diversos avances en cuanto a la creación y uso de bancos de datos de diferentes índoles, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- ↳ Estados Unidos con el CODIS o Banco Nacional de Datos, creado por el FBI que se encuentra en su funcionamiento piloto sólo con 14 laboratorios integrados y distribuidos en todo el país, intercomunicados mediante una RED de computadoras desde 1993.
- ↳ Gran Bretaña mediante la Comisión Británica Real de Justicia Delictiva, a recomendado la creación de un banco de datos formulado de la evidencia obtenida.
- ↳ Australia, estudia el concepto.
- ↳ Nueva Zelanda, Alemania, entre otros.

Para concluir se puede decir que al conjunto de genes en un individuo es a lo que llamamos "recurso genético", y es a lo que el científico alemán Weissman\* denominó "germoplasma" en 1883, la palabra "Genética" fue acuñada en 1906; el vocablo "Gen" en 1909, pero la palabra "Recurso Genético" hasta 1967. Y la idea de administrarlo, la intuición de custodiar su patrimonio informativo, la iniciativa de la creación de un banco con las connotaciones más arriba mencionadas, salvo el aspecto económico, es todavía una idea naciente a esbozar y discutir pero, decididamente factible de concretar en nuestro país, toda vez que en algunos lugares del mundo es ya un hecho.(anexo cuarto)

---

\* Walter F. Kugler, op cit.

#### 4.2.3 Instituciones de capacitación y especialización

Para poder poner en práctica los puntos anteriores es necesario contar con instituciones que puedan dar inicio al proceso de culturización y que sean las mejor capacitadas para ello, para tal efecto lo más conveniente es apoyarse en primera instancia en las Instituciones Extranjeras y una vez adquirido el conocimiento actualizado (de no existir a nivel nacional), aplicarlo a niveles nacionales que aunque dedicadas éstas últimas a una culturización más científica que forense, podrían llegar a iniciar tal proceso de la manera más profesional y dar así lugar a la creación de un sistema de capacitación permanentemente actualizado y sin las contemplaciones de la propia institución.

#### A NIVEL INTERNACIONAL:

-  *Centro de Aprendizaje del ADN*  
Camino a Bungtown, Puerto Frío Primavera,  
New York, U.S.A.  
Tel: (516) 3-67-72-40  
Fax: (516) 3-67-30-43
  
-  *Instituto para la Investigación de la Filiación e Identidad de las Personas*  
América del Sur, Ciudad de Buenos Aires,  
República de Argentina.
  
-  *Oficina Federal de Investigaciones (FBI)*  
Con oficinas en 18 estados de la Unión Americana.  
División de Laboratorios y academia.  
Centro de Instrucción y Estudio de Ciencias Forenses,  
Quantico, Virginia, 22135, U.S.A.
  
-  *Universidad de Harvard*  
En la Especialidad de Identificación Forense,  
sólo a nivel Posgrado.  
Cambridge, Massachusetts.  
02138, U.S.A.
  
-  *Centro Médico del Pacífico "California"*  
En la División de Estudios Genéticos

San Francisco, California,  
94115, U.S.A.

 *Comité de Genética Humana*  
Garden street 19,  
Cambridge, Massachusetts,  
02138 U.S.A.

 *División de Fuerza contra el Crimen Organizado*  
Oficina del Procurador de los Estados Unidos con  
residencia en el Distrito Norte de Ohio,  
Cleveland, Ohio 44114 U.S.A.

 *Instituto Internacional de Ciencias Forenses*  
Centro Mellon 1735  
Calle del Mercado  
Colección 1313,  
Filadelfia, 19103. U.S.A.

#### A NIVEL NACIONAL:

Como antecedente es necesario recordar someramente sobre el papel que juegan las universidades en la culturización, ya que en México no sólo han sido depositarias y transmisoras del saber sino las principales generadoras del mismo. Por esta razón, aparte de la responsabilidad individual del científico en lo que se refiere a publicar y dar a conocer su trabajo a sus colegas y a públicos más amplios, también las universidades como instituciones deben responder a esta necesidad y demanda de la sociedad. Sin embargo se requiere de manera paralela profesionalizarla y darle reconocimiento académico para que adquiera valor social y en su caso importancia y validez jurídica.

 *Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV)*  
Dependiente del Instituto Politécnico Nacional.

 *Instituto de Nutrición "Salvador Zubirán"*

 *Instituto de Biotecnología.*  
Dependiente de la Universidad Nacional Autónoma de México.  
Cuernavaca, Morelos, México.

Lamentablemente son las únicas instituciones involucradas en su totalidad en el área de la Genética y la Biotecnología, y pese a que no poseen un desarrollo significativo a nivel internacional como algunas instituciones ya señaladas; así como tampoco los recursos necesarios para satisfacer los requerimientos de proyectos como los que poseen las potencias de primer nivel, sí cuentan con el equipo técnico y humano para poder autocapacitarse y crear convenios con las Instituciones de Procuración de Justicia del país (como en otras áreas se ha hecho con distintas universidades), y crear espacios que satisfagan esa necesidad de conocimiento e instalaciones para capacitar, profesionalizar y actualizar a los profesionales laboral o voluntariamente interesados, lo que resultaría en un gran beneficio para ellos como personas y para México como país.

#### 4.3 Importancia en la Administración de Justicia Mexicana

##### 4.3.1 Aportaciones mediatas e inmediatas

###### INMEDIATAS:

1. *Identificación Forense y Criminal.*- El ADN aislado de diversas evidencias como la sangre, el pelo, las células de la piel o alguna otra evidencia de origen orgánico recolectadas de una escena del crimen puede ser comparado directamente mediante los patrones (huella genética), con los patrones aportados por el presunto criminal, logrando así la determinación de su inocencia o culpabilidad en ese momento. Por otro lado, no sólo se le puede utilizar para corroborar la identidad del sujeto activo, sino también para determinar la identidad de las víctimas, de esta manera puede llegar a ser identificada la víctima de un homicidio o de algún otro delito, para lo cual solamente se requiere de la existencia de evidencia biológica de cualquier tipo.
2. *Identificación Forense en casos de desastre.*- Lamentablemente este tipo de experiencias ya han sido vividas en nuestro país, baste recordar el terremoto de 1985... donde la desaparición de personas alcanzó un número de miles, y de las cuales posteriormente fueron identificadas sólo unas cuantas en realidad. Las identificaciones logradas se alcanzaron gracias al maratónico esfuerzo de los peritos en la materia; pero mucho más fácil y completa hubiera resultado esta

tarea si se hubiera contado con material genético directo de los desaparecidos previamente clasificado, es decir, si hubiera existido un Banco Genético como el que se menciona anteriormente.

3. *Como medio para erradicar los todavía existentes casos de tortura en la confesión de un delito.*- Es de todos sabido que en México hasta hace algunos años se utilizaba como medio para obtener la confesión de algún sospechoso o detenido la tortura. Esta era llevada a cabo por la Policía Judicial en ambos fueros y tenía inclusive el valor de una "investigación científica". Con lo que en la actualidad entendemos por investigación científica del delito esa práctica constituye una aberración en cualquier sentido y una capacitación a las distintas policías del país en investigación científica del delito así como a los Ministerios Públicos daría la oportunidad a que se presenten y consideren elementos probatorios de validez irrefutable. Con los elementos técnicos y científicos que la impresión de ADN puede aportar en ese sentido, esa práctica quedaría completamente erradicada, ya que pese a la Ley contra la Tortura de reciente creación, la práctica de éstas acciones no es ningún secreto que se sigue efectuando.

#### MEDIATAS:

1. *Determinación de paternidad y maternidad.*- Porque la herencia de los padres es inherente a las personas, y los patrones resultantes del ADN de una persona pueden ser usados para determinar o establecer la paternidad o maternidad. Los patrones son claros y específicos entre parientes y pueden ser reconstruidos aunque solamente se conozcan los de los hijos (entre más hijos proporcionen un patrón, será más fácil la reconstrucción). El patrón de análisis padres-hijos ha sido usado para resolver casos de confirmación de identidad de los padres, así como casos más complicados como los que se presentan en situaciones de confirmación legal de nacionalidad dentro de instancias de adopción (otros países), confirmación para establecer pensiones alimenticias, o el establecimiento de culpabilidad o responsabilidad criminal respecto de menores que se pretende desconocer y que han sido objeto de ataques sexuales o actos similares, confirmando así la existencia de un parentesco biológico. De hecho, "...en los Estados Unidos sólo el 5% de toda la evidencia de ADN utilizada en las cortes se refiere a casos criminales, el 95% restante se utiliza en casos de paternidad".<sup>9</sup>

<sup>9</sup> [HTTP://ag.arizona.edu/~chirschm/results.html](http://ag.arizona.edu/~chirschm/results.html)

2. *Identificación personal.*- La noción del uso de la impresión por ADN es una pequeña parte de la gama de posibilidades que ofrece el código genético para identificar a individuos fuera del ámbito forense, toda vez que puede ser implementado como identificación personal en situaciones o lugares futuros de manera muy similar a como usamos credenciales de identificación (de elector en México, licencias, pasaportes, seguro social, etc.), y que además puede ser acompañado de otros sistemas de identificación como fotografía, huella digital e inclusive la firma. La tecnología requerida para dar marcha y mantener un archivo que pueda archivar, analizar y consultar millones de patrones (huellas genéticas), sería muy extenso y poco práctico a nivel nacional, pero teóricamente posible a nivel local, donde a futuro pudiera crearse una red que permitiera la consulta o búsqueda entre Estados, bajo determinadas condiciones.
  
3. *Causa especial de justificación en el aborto.*- Debido a que en nuestro Código Penal se contempla el conflicto entre dos distintos intereses; ambos protegidos por el derecho, como el caso del artículo 334 del ordenamiento de referencia que permite el aborto bajo determinadas circunstancias médicas. En este punto podría considerarse como una opción más, toda vez que existe la posibilidad de determinar una malformación hereditaria mediante un análisis del ADN del feto; pudiéndose mantener dentro de la circunstancia del juicio la opinión de más de un médico. Los desórdenes que pueden ser detectados en un feto son entre muchos los siguientes: Síndrome de Dawn, Enanismo, Gigantismo, Acondroplasia (anormalidad en la estructura corporal que interfieren seriamente con los miembros locomotores), Fibrosis Quística, Retraso Mental, Distrofia Muscular, Talasaemia (desorden que origina la reducción de hemoglobina, la encargada de transportar oxígeno en la sangre al inhalar y bióxido de carbono al exhalar, lo que produciría una anemia y una deformación y alargamiento del bazo, evidente desde el primer año de vida y ocasiona la muerte). etc.
  
4. *Sistema de identificación auxiliar en la investigación de algunos Delitos Sexuales como Estupro, Incesto y Violación por lo que respecta al agente activo del delito; y el establecimiento y determinación de paternidad producto de aquéllos, en su caso.*- Es una realidad que en nuestro país los delitos de índole sexual presentan muy altas incidencias después del delito de robo, y son sorprendentemente, también los menos denunciados, por motivos que van desde la vergüenza personal y el rechazo social, hasta la poca credibilidad que posee la víctima de delito respecto a los resultados de las investigaciones; así como por lo difícil y traumático que puede resultar para una denunciante hablar y mostrarse, ante un gran número de personas desconocidas, reviviendo

de manera exacta, la forma en que su propia intimidad ha sido alterada mediante la violencia.

En ese sentido, las víctimas de delito no están tan lejos de la realidad, los resultados de las investigaciones respectivas son verdaderamente escasos si se trata de buscar a un desconocido, los resultados que arrojan los análisis tradicionales sólo corroboran la presencia o no de semen en el cuerpo de la víctima, hecho que procesalmente hablando sólo sirve para corroborar parte de la versión de la víctima.

El análisis por ADN podría proporcionar a una investigación de esta índole resultados tan certeros, válidos y valiosos como los que se han obtenido ya en investigaciones de otra índole que han tenido gran trascendencia jurídica. La posibilidad que tiene la impresión por ADN de obtener la huella genética de un ser humano procedente de casi cualquier indicio biológico.

Es muy importante en este tipo de investigación ya que del semen obtenido del interior del cuerpo de la víctima, además de corroborar la existencia de éste como lo dictaminan los análisis tradicionales, es el único que proporciona la huella del delincuente, toda vez que se puede obtener el ADN de los propios espermatozoides; de células epiteliales que quedan depositadas también en la víctima, toda vez que este acto es ejecutado generalmente con violencia y hasta la posibilidad de obtenerlo de pelo corporal del mismo que puede llegar a localizarse en los genitales de ésta y como producto de la violencia.

Considerando también que la localización del ADN del delincuente puede llegar a obtenerse de las células epiteliales localizadas en las uñas de la víctima toda vez que por regla general ejecuta actitudes defensivas en el intento de repeler la agresión. En su momento se sabe del nacimiento de hijos no deseados productos de este tipo de ilícitos, en lo cual la impresión por ADN puede ser utilizada también para corroborar la paternidad del presunto o para desvirtuar una falsa acusación por parte de la víctima.

Como se puede apreciar, esta información es muy valiosa si se cuenta con un parámetro de sospechosos, en caso contrario puede ser utilizada con posterioridad en investigaciones del mismo tipo toda vez que este tipo de delincuente suele ser reincidente. Sólo restaría la existencia del Banco de Datos Genéticos para poder ubicar con relativa sencillez a la persona que cometió la conducta delictiva como quien busca a un votante en un padrón electoral bien definido.

#### 4.3.2 Futura recepción legislativa

El tema de la investigación genética y sus múltiples aplicaciones ha sido discutido recientemente en la Ciudad de Bonn, Alemania; donde a iniciativa del Gobierno de la República se reunieron científicos, abogados y filósofos de todo el mundo, para discutir sobre la conveniencia de establecer regulaciones legales para solucionar los problemas derivados de la investigación y uso de la genética.

Los congresistas optaron por apelar a la responsabilidad de los científicos, antes de establecer, por ahora, un régimen jurídico que controle dichas investigaciones. Pero en palabras de algunos autores, este criterio no puede adoptarse sin que la justicia humana se niegue a sí misma, ya que ni el médico ni algún otro profesional, puede tener carta abierta para actuar según su particular discernimiento, con lo cual apelando al buen sentido común podremos estar de acuerdo.

Es por lo anterior que la solución será entonces que el Estado con su potestad y obligación de reglamentar todas las actividades, ejerza sus facultades ya que, si bien pueden servir para progresar en favor de la humanidad, también pueden ser utilizados para ofender la dignidad de la especie humana.

El problema principal consiste entonces en determinar el tipo de intervención estatal así como el tipo de sanciones que pudieran aplicarse en los aspectos negativos. Al respecto algunos autores han planteado la posibilidad de establecer sanciones penales para responder al uso, manejo y políticas de la investigación genética en general, protocolos mediante los cuales podrían salvaguardarse el cumplimiento de las normas reglamentarias subjetivas, y además se estaría legitmando con este medio los intereses privados.

Pese a lo coherente que suena la sugerencia anterior, es cada legislador en realidad quien deberá decidir cuáles son los medios preventivos más apropiados, atendiendo a las demandas sociales y a la gravedad de los problemas que en general se creen alrededor de la investigación genética en el país de que se trate.

Otros estudiosos de la materia han sugerido que la mejor opción en el caso de la Impresión por ADN, debe estar regulada de manera particular pero dentro de la legislación penal de cada país. toda vez que su uso sólo corresponde al de una evidencia biológica en comparación con muestras halladas previamente, y para ello se propone que su uso forense sólo se limite a la toma de substancias corporales para ser impresas y comparadas, para lo cual también se tendría que considerar el resguardo posterior de la muestra y del resultado.

En Canadá, un grupo denominado "Alto a la violencia contra las mujeres" logró que se exigiera la obtención de muestras biológicas de todos los sospechosos por

delitos sexuales y la creación de un archivo de esos datos para la identificación posterior en su caso de los ofensores y reincidentes.

En los Estados Unidos el 31 de diciembre de 1993 se promulgó una legislación al respecto, la cual encontró su origen en el sistema piloto del FBI que implicó la existencia y funcionamiento de 14 laboratorios de esa dependencia en todo el país. La Comisión Británica Real de Justicia Delictiva ha recomendado su creación y Australia estudia el concepto.

La posibilidad de una futura Recepción Legislativa al respecto es una opción que podría dar lugar a toda una tesis, por lo cual se considera que es una alternativa que debe tratarse aparte, sin embargo existen muchas consideraciones importantes que podrían tomarse en cuenta si esa oportunidad se presentara.

En ese sentido podrían considerarse apartados como los siguientes:

- ⊗ Como prueba para excluir y/o acusar a un posible sospechoso.
- ⊗ Que como elemento de prueba en su sentido negativo o positivo, no sea renunciable por el procesado.
- ⊗ El respeto a la dignidad del ser humano al efectuar la toma de muestras en personas vivas.
- ⊗ En caso de que no se desee guardar las muestras sólo los resultados, se deberá crear un procedimiento específico que garantice su completa destrucción, y que deberá ser efectuado por el mismo laboratorio que lleve la averiguación.
- ⊗ Especificar si sólo puede ser efectuado por instituciones de procuración de justicia o médicas.
- ⊗ Justificación de su obtención obedeciendo a la utilidad pública que presta para una mejor administración de justicia.
- ⊗ La estipulación de que incurrirá en responsabilidad profesional y penal el funcionario que mienta sobre los resultados de la impresión o su interpretación o los elabore sin elemento alguno de análisis.
- ⊗ La existencia de una sanción hasta de arresto para la persona que se niegue a proporcionar la muestra después de ser apercibida, previa emisión de una orden judicial.
- ⊗ La posibilidad de efectuarse de manera inmediata a la solicitud, toda vez que de los resultados dependa la libertad de alguien que se encuentre privada de ella.
- ⊗ La posibilidad de poder usar la impresión de ADN para acusar o para excluir.
- ⊗ Nadie se puede excepcionar, en su caso pedir el diferimiento de la fecha mediante comprobación documental si es requerido para un análisis.
- ⊗ Obtención del consentimiento y presencia de algún pariente adulto o persona que la ley designe a falta de éste en la toma de muestra para los casos que así lo requieran sobre menores.

- ✗ Para los casos de delitos sexuales o cualquier otro donde se localicen indicios de tipo biológico, independientemente de a quien pertenezcan.
- ✗ Posibilidad de efectuarse a la par con cualquier otra prueba que el juez estime pertinente.
- ✗ Que el análisis pueda ser efectuado indistintamente para cualquier persona, independientemente del sexo, raza, o edad del individuo.
- ✗ Que se garantice la esterilidad de los productos usados, en atención a la salud del individuo.
- ✗ Que se limite sólo a la impresión de ADN en cuanto a análisis que se le puedan efectuar a la muestra, salvo acuerdo en contrario por la autoridad.
- ✗ Que sea obtenida solamente por el perito calificado para ello, en el lugar y circunstancias previamente determinadas.
- ✗ Que una misma muestra y su resultado, no pueda ser usado para procesos acumulados en caso de identidad de delitos, que se efectúe una toma para cada delito del que se acuse.
- ✗ Resguardo adecuado para las muestras biológicas después de su análisis, así como de un archivo con los resultados clasificados.
- ✗ Una vez archivados los resultados del análisis no pueden ser retirados del archivo bajo ninguna circunstancia u orden judicial alguna, pero si consultados mediante algún medio, nunca directamente para no exponerlos a rayado, desaparición o alteración del documento original.
- ✗ Establecer definiciones sobre como y de que manera se debe entender material genético y su diferencia con el utilizado o entendido a nivel forense.
- ✗ Parámetros para la recolección y análisis de muestras de ADN, incluyendo autorizaciones para recolección en individuos vivos, derechos individuales involucrados, tipos de aseguramiento para las muestras.
- ✗ Establecer la diferencia entre material utilizado para identificar personas que involucra derechos civiles y la diferencia con el material que forma la evidencia en una investigación y que involucra derechos en el ámbito penal de la ley.
- ✗ Regular sobre la posibilidad de obtener material orgánico para análisis procedente de un cuerpo muerto y que *no* se encuentre involucrado en una investigación criminal.
- ✗ Toma de muestras en menores de edad, incapaces, mujeres embarazadas, recién nacidos y lesionados.
- ✗ Establecer la relación con otras leyes que existan, Ley General de Salud, de Inhumaciones y Exhumaciones, entre otras así como todas aquellas que se puedan relacionar.

#### 4.3.3 Laboratorio de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF)

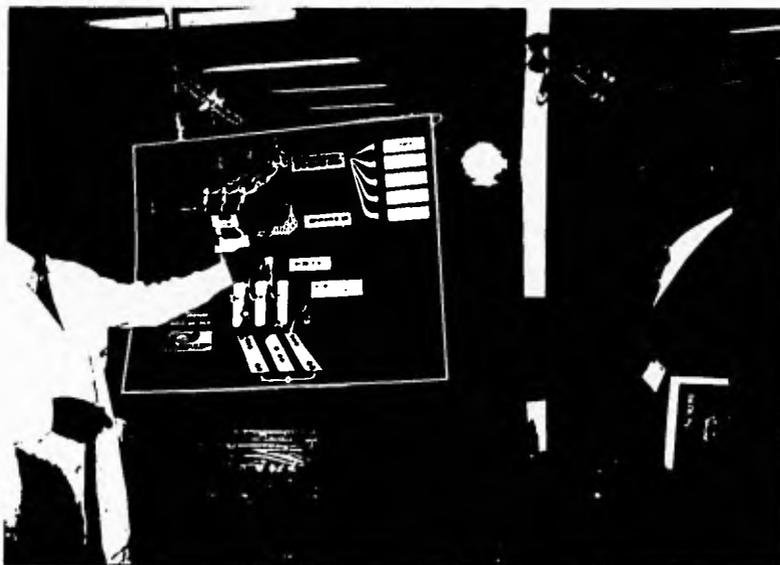
La Procuraduría General de Justicia es una dependencia del poder Ejecutivo Federal, encargada de apoyar la integración y consolidación del sistema de justicia y seguridad pública en el Distrito Federal.

Para cumplir con sus funciones, ejerce las tareas del Ministerio Público del Distrito Federal y los asuntos que le confieren su ley y otras disposiciones legales, así como los reglamentos, decretos, acuerdos y órdenes del Presidente de la República.

De acuerdo con sus objetivos y responsabilidades, la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal trabaja en estrecha coordinación operativa, técnica y científica con las Procuradurías Generales de Justicia de las entidades federativas y con la Procuraduría General de la República.



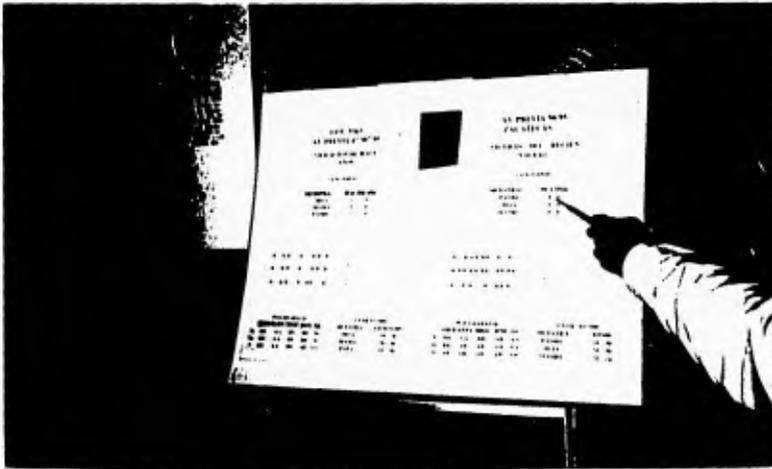
Su función principal es recibir denuncias, acusaciones o querrelas sobre acciones u omisiones que puedan constituir delito. Lo hace tras haber iniciado una investigación formal sobre los hechos denunciados a través de las agencias del Ministerio Público a la cual se le conoce como Averiguación Previa, siendo ésta institución quien se encarga de investigar los delitos que le competen con el auxilio de la Policía Judicial, la Policía Preventiva y los Servicios Periciales.



Estos últimos tienen como objetivo emitir dictámenes (previo llamado de intervención, efectuado por el Ministerio Público), o sea el resultado al que se llega sobre elementos materiales vinculados con alguna investigación.

Como tenemos conocimiento, son de muy diversa índole los tipos de indicio que se llegan a localizar en un lugar de los hechos y son los únicos testigos mudos de éste. Con ese antecedente se trata de obtener mediante su análisis la mayor y más veraz información sobre lo acontecido; para ello se cuenta con especialistas de todas las áreas del conocimiento a fin de garantizar la calidad del dictamen a emitir.

Dentro de esas especialidades algunas requieren de la existencia de laboratorios en los que se cuenta con los profesionales y equipo necesarios para la valoración correspondiente. Es el caso que para los indicios de origen Biológico, se cuenta con diversas áreas como Serología, Antropología y Genética entre otras, y es precisamente uno de los de más reciente creación, el Laboratorio de Genética Forense el que ha logrado aportar con éxito, elementos para la investigación de diversos hechos.



Increíblemente este Laboratorio es también una de las áreas de la PGJDF más desconocida aún por personal de la propia institución, debido principalmente a que no se le da intervención de manera frecuente.

Constituye además uno de los 2 únicos Laboratorios de Genética que existen en México cuya aplicación es exclusivamente Forense, de los cuales el otro pertenece a la Procuraduría General de la República.

En el Laboratorio a que se hace referencia, se cuenta con el equipo técnico y humano necesario para poder efectuar la técnica de impresión de ADN o *DNA Fingerprint* sobre algún tipo de indicio de origen Biológico de los que ya se han tratado, utilizando para tal efecto, entre las técnicas complementarias la de PCR, la cual constituye la técnica más idónea para el aspecto forense que aquí se trabaja, además de otras ventajas con las que cuenta a saber: rapidez, economía, eficacia y sencillez.

## CONCLUSIONES

*"No es de justos destrozarse la vida de aquellas personas que, por errores judiciales, negligencia administrativa o falta de recursos para demostrar su inocencia, por móviles corruptos o por la incapacidad y falta de conocimientos científicos de los hombres responsables de la administración de justicia, estén privados de su libertad cumpliendo una sentencia injusta"*

anónimo



*Primera.-* La Criminalística ha tenido una relevante trascendencia científica en la investigación de los delitos a través de la historia. Es en los últimos tiempos que con el auxilio de lo que se ha dado en llamar tecnología de punta, donde sus descubrimientos han alcanzado estadios inimaginables.

La Criminalística se ha convertido en el elemento *sine qua non* de una investigación debido a que el Ministerio Público para lograr actuar con total apego a derecho, debe fundamentar científicamente sus actuaciones y acuerdos entre otras cosas, con las aportaciones que resulten de los dictámenes criminalísticos correspondientes y que previamente se han efectuado en los indicios vinculados o provenientes de la comisión de un delito.

---

☞ *Segunda.-* Se tiene la impresión de que la mayoría de los métodos o sistemas de identificación utilizados como auxiliares en la investigación científica del delito, son en realidad tan antiguos como los investigadores mismos, y que por ese simple hecho actualmente su capacidad se encuentra limitada, ésto es un error; toda vez que los diversos Sistemas de Identificación han alcanzado un lugar preponderante en la investigación de delitos, principalmente porque su propio desarrollo ha ido adecuándose al de la delincuencia misma, organizada o no.

De manera que éstos han permanecido como instrumentos válidos y valiosos en la administración de Justicia, instrumentos que se deben mantenerse actualizados permanentemente para utilizar de ellos todo el potencial de información que son capaces de proporcionarnos.

☞ *Tercera.-* Es decisivo el papel que tienen los sistemas de identificación ya que efectúan aportaciones científicas a una investigación de origen eminentemente jurídico, pudiendo identificar, desde: quien puede ser el presunto delincuente hasta determinar la identidad de una persona; la correspondencia de hallazgos cadavéricos o de una víctima, entre otras opciones más; situación que no impide el que pueda ser utilizada por cualquier persona que la requiera, participe o no en la administración de justicia; como el caso particular de los Ministerios Públicos, Policías Judiciales, Abogados Litigantes, Criminólogos, Jueces, Magistrados, entre otros profesionales.



*Cuarta.-* Es evidente que a la evolución de la sociedad humana, la acompaña la evolución social, y a ésta, por ende, la de todos y cada uno de los aspectos que la integran, como el sociológico, político, económico y jurídico por supuesto. Es el caso que en el área de la Seguridad Pública, propiamente en el caso de combate a la delincuencia y prevención del delito, también se ha avanzado.

Ha sido necesario hacer uso de la tecnología, y es ésta precisamente la que nos ha auxiliado para lograr lo inimaginable; encontrar y analizar indicios cuya existencia ni siquiera se imaginaba y poder determinar con ellos, sin la menor duda o error, el que la persona que se presume sospechosa de la comisión de un hecho o acto delictivo, es en realidad quien se presume lo realizó o si fue tal vez la víctima. La manera idónea de alcanzar la meta anterior es mantener un desarrollo tecnológico paralelo al de la delincuencia auxiliándose de todos aquellos descubrimientos científicos que le han dado un lugar en la historia al presente siglo; computadoras, redes, programas, o entre una gran diversidad de instrumentos.



*Quinta.-* Dentro de los servicios más valiosos que pueden prestar los científicos forenses en las investigaciones penales, han sido desde siempre y más allá de cualquier duda, las huellas digitales. Hoy, después de varias décadas de ser utilizadas se presenta la posibilidad de que dicha utilidad sea equiparada en *precisión, validez, confiabilidad y consecuencias legales*; a un innovador y relativamente reciente sistema de identificación, que cuenta con poco más de una década de vida y al que se le conoce como *Impresión por ADN, Huella Genética o DNA FINGERPRINT*; el cual ha alcanzado magnitudes insospechadas toda vez que no sólo se le ha utilizado dentro de las investigaciones formales efectuadas en los ámbitos penales del

derecho, básicamente en el campo del delito; ha alcanzado importancia significativa también en aspectos como Filiación, Paternidad y Sucesiones en el campo del Derecho Civil; considerándola inclusive desde un punto de vista ético, a grado tal, que pareciera conveniente se le sujetara a una regulación jurídica propia y apropiada, ya que posee una vida útil para un sinnúmero de campos; como los siguientes: Médico, Étnico, Histórico, Arqueológico, Criminológico y Ético entre muchos otros; en los cuales el campo del Derecho ocupa una importancia real y trascendente como en lo que se refiere a los aspectos de la responsabilidad profesional por citar alguno.

De igual manera tampoco se debe dejar de considerar el aspecto forense que de manera similar a los anteriores y más aún, dada la trascendencia social de sus resultados; se le debe considerar en un apartado específico dentro de la normatividad jurídica mexicana que por cierto no posee regulación jurídica alguna en dicho campo.



*Sexta.*- En ese sentido se encuentra involucrada la prueba PCR de impresión del ADN, que además de innovadora, relativamente rápida, económica, es certera y confiable en más de un 95% respecto a cualquier otra prueba de laboratorio, en relación desde luego, con indicios biológicos hallados en un lugar de los hechos o a lo largo de una investigación; contribuyendo con ella a evitar la comisión de errores irremediables por parte del juzgador al considerar elementos criminalísticos equívocos o cuya confiabilidad es mínima.

Considerar el uso de la técnica de Impresión del ADN de manera permanente como auxiliar en la investigación científica del delito y del delincuente, necesariamente deberá incluir el análisis preciso de aquéllos aspectos que la puedan obstaculizar, limitar o restar confiabilidad o certeza; éstos pueden ser económicos, éticos, técnicos o jurídicos; pero que tienen la posibilidad de ser superados.

Sin olvidar desde luego que en el uso práctico de ésta, pueden continuar presentándose situaciones que constituirán un obstáculo emergente en su aplicación y que seguramente serán el resultado del proceso a seguir para poder alcanzar la fortaleza necesaria para continuar auxiliando a la amplia diversidad de procesos que la pudieran requerir.



*Séptima.*- Los resultados obtenidos por ésta técnica, una vez reconocida su certeza y confiabilidad, deberán ser regulados y salvaguardados técnica y jurídicamente de manera adecuada ya que constituirán el elemento (actualmente ausente), que ésta necesita para alcanzar su lugar dentro de los sistemas tradicionales de identificación aplicados por la Criminalística, en su pretensión por conocer todos aquéllos elementos que tomaron parte en la "verdad histórica" de un hecho considerado por la ley como delito.



*Octava.*- Será necesario también efectuar algunas modificaciones en los parámetros que existen y que actualmente se siguen para la obtención de muestras biológicas, entre las que se encuentran aquéllas que deberán ser

proporcionadas por los posibles sospechosos, toda vez que países con mayor experiencia en el área han experimentado y reconocido la posibilidad *-eminentemente real-* de la defensa jurídica de las mismas, debido a que existe un derecho de propiedad personal sobre la información que se pretende obtener de la identidad de una persona, siendo en nuestro país la "utilidad pública" el único punto favorable para la obtención de la misma, que dotada de un fundamento jurídico, constituye la alternativa apegada a derecho que se debe poseer para enfrentar la defensa privada de tales derechos.

Sin embargo, el tipo de defensa antes mencionado, pertenece inevitablemente al campo de los derechos humanos, lo cual lo ubica dentro de un punto de discusión eminentemente controvertido.



*Novena.-* Es evidente que la impresión de ADN o *DNA Fingerprint*, como se le conoce en casi todo el mundo, debe como toda técnica científica innovadora, superar los obstáculos que interfieren su camino, para ser utilizado en la investigación científica del delito y del delincuente de manera permanente.

Es precisamente la superación de cada obstáculo lo que va fortaleciendo sus principios y la validez de sus resultados. Nunca ha sido fácil para ninguna innovación científica, obtener la aceptación de la comunidad a la que va dirigida; pero considerando que con anterioridad costaba varias décadas éste hecho, es una verdadera oportunidad para ésta el que sólo le haya costado algunos años la posibilidad de ser utilizada y valorada a

nivel mundial y cuyos resultados son de tal magnitud que puede llegar a depender de ellos una decisión judicial que determine la continuidad o no de la vida misma.



*Décima.-* La técnica de identificación basada en ADN se ha ido colocando paulatinamente dentro de los diversos sistemas de Justicia del mundo hasta llegar a nuestro país, donde se encuentra todavía en un periodo lógico de ajuste y adaptación para su uso continuo, pero donde además, los resultados son ya evidentes para la comunidad involucrada, sin embargo se tiene la certeza que al igual que en otros países se llegará a utilizar de manera alternativa con las demás pruebas y procesos de investigación (entre otras cosas), en los que pueda intervenir y no sólo en aquéllos en que no se cuente con otro recurso, como sucede con frecuencia; tal es el caso del ahora tan popular y desaparecido Diputado Manuel Muñoz Rocha, del que al parecer se han encontrado restos oseos; haciéndose un alarde por demás inútil de pretendidas pruebas periciales para determinar la posible identidad, cuando con la identificación por ADN (efectuada adecuadamente), hubiera sido más que suficiente.



*Décimo primera.-* La *DNA Fingerprint* no es precisamente una técnica de manipulación genética, y por lo tanto no se ajustan a ella todos los obstáculos que aquélla presenta como tal, sin embargo, dada la importancia que reviste para el ámbito de Procuración de Justicia Mexicano dentro de los elementos de prueba (utilizada en ambos sentidos), si debiera ser importante considerarla de forma explícita dentro de algún ordenamiento legal, ya que los resultados que arroje el dictamen

de una investigación (dada la trascendencia que puede tener), deben ser tratados, utilizados y custodiados de una manera jurídicamente idónea.



*Décimo segunda.-* Sería conveniente mantener el esfuerzo que se ha dado actualmente a la investigación científico criminalística del delito en México, como en el citado caso Muñoz Rocha; debido a que independientemente de los resultados que se obtengan, la publicidad que se haga de los mismos dará lugar a que la identificación por ADN inicie un camino *formal* hacia su instauración permanente, ganándose además la confianza de los investigadores y del propio sistema de impartición de Justicia.



*Décimo tercera.-* Es conveniente considerar elementos que deberán llevarse a cabo para que la inclusión de la prueba sea completa dentro de una investigación. En primera instancia, el hecho de que no debe, bajo ningún motivo, ser desconocida por alguien de quien dependa una investigación oficial. Este punto se encuentra dirigido básicamente a las instancias que conforman a las instituciones de Procuración de Justicia (Ministerio Público, Policía Judicial y Servicios Periciales), e inclusive a los Jueces, ya que el conocimiento y capacitación que posean al respecto constituirá un punto más a favor de la mejor y más justa impartición de Justicia en México.

En un segundo momento, que todos aquéllos conocimientos innovadores que se integren a los ámbitos forenses, sean actualizados de manera

constante ya que continuamente se efectúan nuevos descubrimientos; y como país, el mantenernos en el rezago nos hace dependientes inevitables de otros países tecnológicamente más desarrollados, inclusive en niveles políticos y económicos, situación que sella nuestra suerte como países de segunda y hasta tercera categoría en la comunidad mundial de naciones.

Esta triste realidad precisa de un profundo cambio, no sólo para convertir a la ciencia y la tecnología como poderosos instrumentos del desarrollo socio-económico de los países atrasados, sino para propiciar en ellos un ánimo que los impulse a esforzarse para crear y mantener una identidad política, cultural y jurídica capaz de enfrentarse y disputar los graves problemas de nuestro tiempo como las grandes potencias, de igual a igual.



*Décimo cuarta.*- Es claro que una "justa" impartición de Justicia es imposible; pero también es innegable que la posibilidad de que la ya existente se profesionalice es demasiado importante para ser tratado a la ligera. Es por eso que el acceder a más y mejores niveles en la procuración de ésta, conllevaría a una reducción significativa de la *impunidad* (la cual no es un problema jurídico precisamente); término de gran sencillez gramatical pero de inimaginable significado y trascendencia, actual estandarte de conocidos gobiernos que se ha convertido en el "buenos días" para todos los ciudadanos de México y el mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arboli Manuel *"Cuerpo y Mente"*, núm. 391, artículo, mensual, Ed. Contenido, México, 1995.
- Aristos *"Diccionario Ilustrado de la Lengua Española"*, Ed. Ramón Sopena, España, 1966, pp. 656.
- Australian Biotechnology Association [Http://ag.arizona.edu/~chirschml/procedure.html](http://ag.arizona.edu/~chirschml/procedure.html), abril de 1996.
- B. C. Bridges *"Practical finger-print"*, Ed. Funk & Wagnalls Co., Nueva York y Londres, 1942.
- Ballantyne John, *et al* *"DNA Technology and Forensic Science"*, Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 1989.
- Bergoglio María T. y Bertoldi María V. *"Trasplantes de Órganos"*, Ed. Hammurabi, Argentina, 1983.
- Billings Paul R. *"DNA on Trial"*, Ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press, U.S.A., 1992.
- Bolívar Paulina y Francisco *"Bioética y Derechos Humanos"*, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, México, serie E, núm. 52.
- C. Crumbargh James *"Higiene Mental"*, Revista de la Asociación Nacional de Salud Mental de los Estados Unidos, Gulfport, Misisipi, 1989.
- Cabanellas Guillermo *"Diccionario Enciclopédico de Derecho Usual"*, 2ª ed., Ed. Heliasta, Argentina, 1989, VI tomos.
- Cold Spring Harbor Laboratory Press *"Symposia on Quantitative Biology"*, U.S.A., 1986. Varios Volúmenes.
- Comas Juan *"Manual de Antropología Física"*, UNAM, México, 1976.
-

- Cuello Calón E. "Elementos de Derecho Penal", Ed. Reus, Madrid, España, 1919.
- De Benito Enríque "Manual de Policía Científica", Ed. Hijos de Reus, Madrid-España, 1915.
- Denton A. Cooley "Colección de la Salud", t. 17, "La Genética", Ed. Uthea, México, 1984, pp. 1544-1627.
- E-mail laurie.suell@chance.dartmouth.edu, Universidad de Dartmouth, U.S.A.
- Echeverri M. Alfonso "La Odontoscopia como Ciencia Auxiliar de la Justicia", Ed. Difusión, Medellín, Colombia, 1980.
- Goldstein Daniel "Biotecnología, Universidad y Política", Ed. Siglo XXI Editores, México, 1993.
- Goldstein Raúl "Diccionario de Derecho Penal y Criminología", Ed. Astrea, Argentina, 1993.
- González de la Vega Francisco "Derecho Penal Mexicano", Ed. Porrúa, México, 1988.
- Gross de Graz Hans "Manual del Juez", 12ª ed., Ed. Orlando Cárdenas, Irapuato, Guanajuato, México, 1991.
- Instituto de Investigaciones Jurídicas "Diccionario Jurídico Mexicano", 3ª ed., Ed. Porrúa, México, IV t., 1989.
- James Leslie y Stephen P. McCary "Sexualidad Humana de McCary", 4ª ed., 13ª reimp., Ed. El Manual Moderno, México, D.F., 1995.
- Jiménez de Azúa "Tratado di Diritto Penale", Ed. Reus, Barcelona, España, 1926.
- K. S. Puri Dewan "Las huellas de los pies", Revista Internacional de Policía Criminal, India, 1965.
- Kaplan Marcos, et al "Revolución Tecnológica, Estado y Derecho, aspectos sectoriales", Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 1993, t II.

- Krogman Wilton Marion *"The Human Skeleton in Forensic Medicine"*, Thomas Books Symbol of Leadership, 2ª ed., Springfield, Illinois, U.S.A.
- Martínez Camacho Isabel *"Técnicas de Odontología Forense para Identificación en Cadáveres"*, tesis de grado para Odontología, ENEP Iztacala, México, 1985.
- Memorias *"Simposium Internacional de Medicina Forense"*, Sociedad Mexicana de Medicina Forense, Criminología y Criminalística A.C., y Servicio Médico Forense del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal, julio de 1985.
- Mendoza M. Ana María *"Identificación Antropo-Odontológica-Legal"*, Tesis recepcional, ENEP Iztacala, México, 1974.
- Molina P. Sergio *"Odontología Forense: aspectos legales y determinación del sexo por medición palatina"*, Tesis recepcional, ENEP Iztacala, México, 1981.
- Mommsen Theodor *"Historia de Roma"*, trad. A. García Moreno, 8ª ed., Ed. Aguilar, Madrid-España, 1990. III t.
- Monroy Vega Mario Paciano *"Propuesta para que la Criminalística tenga prioridad como apoyo técnico y científico en la investigación de los delitos"*, Tesis recepcional, ENEP Acatlán, 1988.
- Montiel Sosa Juventino *"Manual de Criminalística"*, 4ª ed., Colecc. Ciencia y Técnica; Ed. Limusa, Mexico, IV t., 1994.
- Morales Gómez Marco Antonio *"Primer Encuentro de Divulgación Científica"*, CONACYT, UAEM y Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, (SOMEDICYT), Toluca, Edo. de Méx., 1996.
- Moreno González Luis Rafael *"Manual de Introducción a las Ciencias Penales"*, Cap. La Criminalística, Secretaría de Gobernación, México, 1976.
- Moreno González Rafael *"Balística Forense"*, 7ª ed., Ed. Porrúa, México, 1993.

- Nakahodo Rivera  
Antonio Choley      "Apuntes del Diplomado en Criminalística", Módulo 1,  
ENEP - Acatlán, UNAM, México, 1995.
- Osorio y Nieto César A.      "El Homicidio", 2ª ed., Ed. Porrúa, México, 1992, pp.  
340.
- Osorno Negrín Héctor      "Los Criminales dejan siempre una tarjeta de visita",  
Ed. Sucesos, México, 1966.
- Ossorio Manuel      "Diccionario de las Ciencias Jurídicas, Políticas y  
Sociales", Ed. Heliasta, Argentina, 1974.
- Padilla C. María Victoria      "Identificación por Mordeduras", Tesis recepcional,  
UNITEC, México, 1978.
- PCR in vitro, DNA  
amplification      [Http://www.gob.org/Dan/Images/91M-17376-PCR.  
GIF.html](http://www.gob.org/Dan/Images/91M-17376-PCR.GIF.html), junio de 1996.
- PCR Probe      [Http://ag.arizona.edu/~chirschm/procedure.probes.html](http://ag.arizona.edu/~chirschm/procedure.probes.html),  
1996.
- PCR Results      [Http://ag.arizona.edu/~chirschm/results.html](http://ag.arizona.edu/~chirschm/results.html), abril de  
1996.
- Procuraduría General de  
Justicia del Distrito  
Federal      "Memoria de Labores de 1973-1974", México, 1975.
- Quiróz Cuarón Alfonso      "Revista Mexicana de Derecho Penal", Procuraduría  
General de Justicia del Distrito Federal, Octubre de  
1961.
- Quiróz Cuarón Alfonso      "Medicina Forense", 4ª ed., Ed. Porrúa, México, 1984:
- R. Billings Paul      "Genetic Identification and Criminal Justice", Ed.  
California Pacific Medical Center, San Francisco  
California - U.S.A., 1992, 154 pp.
- Raffo Osvaldo H.      "La muerte violenta", 4ª ed., Ed. Universidad,  
Argentina, 1993.

- Ramírez Covarrubias Guillermo "Medicina Legal", Ed. Talleres Linotipográficos Virginia, México, 1979, pp.328.
- Revista M.P. "Mensaje de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal", Año 2, núms. 12 y 13, 1974.
- Reyes Martínez Arminda "Dactiloscopia y Otras Técnicas de Identificación", 2ª ed., Prol. Dr. Rafael Moreno González, Ed. Porrúa, México, 1983.
- S.R.D. "Diccionario Enciclopédico Ilustrado", 22ª ed., Ed. SRD. México, 1979. XII t.
- Schenkel Peter "Ciencia y Tecnología, un Desafío Mundial", Colección Documentos, Serie: Comunicación y Sociedad, Ed. Offset, Quito, Ecuador.
- Söderman Harry, et al "Policía, Planeación y Métodos Modernos", 4ª ed., Ed. Ciencia y Técnica, México, VI tomos, 1991.
- Soto Izquierdo Héctor "Actualización en Identificación Médico Legal", Conferencia Magistral, auditorio del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal, septiembre de 1984.
- Soto Lamadrid Miguel Á. "Biogenética, Filiación y Delito", Pról. Eduardo A. Zannoni, Ed. Astrea, Argentina, 1990, pp. 573.
- SRD "Enciclopedia Médica", 4ª ed., Ed. SRD, México, 1990.
- Staggs Steven "Curso Técnico de Evidencia de Campo", Curso semestral, Centro de Investigación y Adiestramiento en Justicia criminal, Universidad de California, Long Beach, U.S.A., Febrero de 1996.
- Steri Emilio "Revista Internacional de Policía Criminal", noviembre de 1976, Italia, núm. 302.
- Suzuki David, Knudtson Peter "Genética", Ed. TECNOS, España, 1991.
- Tello Flores Francisco Javier "Medicina Forense", Ed. Harla, México, 1991.

- Thorwald Jurgen "El Siglo de la Investigación Criminal", Ed. Labor, México, 1966.
- Vélez Ángel "Criminalística General", 2ª ed., Ed. TEMIS, Bogotá Colombia, 1983.
- Verruno Luis, et al "Banco Genético y el Derecho a la Identidad", Ed. Abeledo-Perrot, Argentina, 1988, pp. 108.
- Walter F. Kugler "Acerca de la Biotecnología y de la Diversidad Genética", Ed. La Prensa, Argentina, 1986.
- WWW "Federal Bourcean Investigation", (FBI) Home Page, mayo de 1996.
- Zaffaroni "Manual de Derecho Penal", parte general.
- Zonderman Jon "Laboratorio de Criminalística", trad. Claudio Ardisson Pérez, Ed. Limusa, México, 1993.

## ANEXOS

### *Primero.*

Características esenciales de la división meiótica:

1. La célula no ha empezado aún a dividirse.
2. Los dos centriolos se separan. Los cromosomas se hacen visibles en el interior del núcleo.
3. Los cromosomas se acortan y engrosan delimitándose mejor. Puede verse que forman parejas.
4. Los cromosomas continúan acortándose y engrosándose y se enrollan alrededor de su pareja. En esta etapa puede verse también que los cromosomas están compuestos de dos cromátides. Estas se fragmentan y se intercambian segmentos de cromátide (*crossing over*).
5. Los cromosomas se distribuyen en el ecuador de la célula. La membrana nuclear empieza a desintegrarse.
6. Las fibras del huso, como en la mitosis, conectan los centrómeros con los centriolos. En esta etapa los centrómeros se han dividido y los cromosomas comienzan a desplazarse hacia polos opuestos de la célula.
7. Los cromosomas se agrupan en polos opuestos de la célula. Pero permanentemente unidos por el *crossing over*.
8. Aparece una membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromosomas. El citoplasma empieza a dividirse. Pronto se originarán dos células "hijas".

### *Segundo.*

Características esenciales de la división mitótica (mitosis):

1. La célula no ha empezado aún a dividirse. El núcleo aparece homogéneo. Los dos centriolos se encuentran muy juntos uno de otro en la vecindad de la membrana nuclear.
  2. Los centriolos empiezan a separarse. Los cromosomas aparecen en el interior del núcleo como largos filamentos.
-

3. Los centriolos se sitúan en polos opuestos de la célula. Los cromosomas se acortan y se hacen más gruesos pudiendo observarse que son estructuras dobles unidas entre sí por el centro en una zona llamada centrómero. La membrana nuclear empieza a desintegrarse.
4. Los cromosomas se distribuyen en el <<ecuador>> de la célula. Desaparece la membrana nuclear. Aparecen haces de fibras, que forman el llamado huso acromático, uniendo los cromosomas a los centriolos.
5. Podrá verse un cromosoma aislado en el estadio dividiéndose longitudinalmente. Las dos mitades reciben el nombre de cromátides. Están unidas entre sí por el centrómero al que se conectan las fibras del huso.
6. Los centrómeros que mantienen unidas a las cromátides se dividen a su vez. Cada cromátide se separa ahora de su compañera dirigiéndose al polo opuesto de la célula.
7. Las cromátides se agrupan en polos opuestos de la célula.
8. Aparecen membranas nucleares alrededor de cada grupo de cromátides. El citoplasma empieza a dividirse. Rápidamente se han originado dos células "hijas".

### **Tercero.**

Las habilidades del equipo de Extracción centrifugada de ADN (CDE), es que puede ser utilizado en gran diversidad de procedimientos y técnicas bioquímicos y biotecnológicos. El CDE obtiene el ADN puro en un tiempo promedio de 15 a 20 minutos y ejecuta las siguientes funciones:

- ☛ Agrega reactivos líquidos para mezclarse con la reacción.
- ☛ Filtra las suspensiones conforme se van obteniendo.
- ☛ Separa las suspensiones a base de centrifugación.
- ☛ Separa el precipitado principal de los residuos.
- ☛ Agrega los reactivos de lavado.
- ☛ Ejecuta la separación de residuos del lavado por cromatografía.

- Efectúa la cromatografía en dos cámaras de recepción separadas para obtener el mayor rendimiento.
- Estabiliza térmicamente el precipitado por calefacción o enfriamiento en los pasos en que lo requiera.
- Ejecuta el secado del ADN después de ser lavado por última vez.

**Cuarto.**

Este es un ejemplo de una de las primeras regulaciones latinoamericanas sobre la creación y los parámetros básicos de funcionamiento de un Banco de Datos Genéticos proveniente de la República Argentina, que puede dar una visión primera, de como pudieran efectuarse a futuro otras regulaciones, mismas que deberán adecuarse a las necesidades y requerimientos de cada país.

**LEY N° 23.511**

**BANCO NACIONAL DE DATOS GENÉTICOS**

Su creación.

Sancionada: Mayo 13 de 1987.

Promulgada: Junio 1° de 1987.

EL SENADO Y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA NACIÓN ARGENTINA REUNIDOS EN EL CONGRESO, ETC. SANCIONAN CON FUERZA DE LEY:

ARTÍCULO 1°.- Créase en banco nacional de datos Genéticos (BNDG) a fin de obtener y almacenar información genética que facilite la determinación y esclarecimiento de conflictos relativos a la filiación. El BNDG funcionará en el Servicio de Inmunología del Hospital "Carlos A. Durand", dependiente de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, bajo la responsabilidad y dirección técnica del jefe de dicha unidad y prestará sus servicios en forma gratuita.

ARTÍCULO 2°.- Serán funciones del Banco Nacional de Datos Genéticos:

- a. Organizar, poner en funcionamiento y custodiar un archivo de datos genéticos, con el fin establecido en el artículo 1°;
- b. Producir informes y dictámenes técnicos y realizar pericias genéticas a requerimiento judicial;

c. Realizar y promover estudios e investigaciones relativas a su objeto.

ARTÍCULO 3º.- Los familiares de niños desaparecidos o presuntamente nacidos en cautiverio que residan en el exterior y deseen registrar sus datos en el BNDG, podrán recurrir para la práctica de los estudios pertinentes a las instituciones que se reconozcan a ese efecto en el decreto reglamentario. La muestra de sangre deberá extraerse en presencia del Cónsul Argentino quien certificará la identidad de quienes se sometan al análisis. Los resultados debidamente certificados por el Consulado Argentino, serán remitidos al BNDG para su registro.

ARTÍCULO 4º.- Cuando fuese necesario determinar en juicio la filiación de una persona y la pretensión apareciese verosímil o razonable, se practicará el examen genético que será valorado por el juez teniendo en cuenta las experiencias y enseñanzas científicas en la materia, a negativa a someterse a los exámenes y análisis necesarios constituirá indicio contrario a la posición sustentada por el renuente.

Los jueces nacionales requerirán ese examen al BNDG admitiéndose el control de las partes y la designación de consultores técnicos. El BNDG también evacuará los requerimientos que formulen los jueces provinciales según sus propias leyes procesales.

ARTÍCULO 5º.- Todo familiar consanguíneo de niños desaparecidos o supuestamente nacidos en cautiverio, tendrá derecho a solicitar y obtener los servicios del Banco nacional de Datos Genéticos. La acreditación de identidad en las personas que se sometan a las pruebas biológicas conforme con las prescripciones de la presente ley, consistirá en la documentación personal y, además, en la toma de impresiones digitales y de fotografías, las que serán agregadas al respectivo archivo del BNDG.

El BNDG centralizará los estudios y análisis de los menores localizados o que se localicen en el futuro, a fin de determinar su filiación, y los que deban practicarse a sus presuntos familiares. Asimismo conservará una muestra de la sangre extraída a cada familiar de niños desaparecidos o presuntamente nacidos en cautiverio, con el fin de permitir la realización de los estudios adicionales que fueren necesarios.

ARTÍCULO 6º.- Sin perjuicio de otros estudios que el BNDG pueda disponer, cuando sea requerida su intervención para conservar datos

genéticos o determinar o esclarecer una filiación, se practicarán los siguientes:

- 1.- Investigación del grupo sanguíneo;
- 2.- Investigación del sistema de histocompatibilidad (HLA-A, B, C y DR);
- 3.- Investigación de isoenzimas eritrocitarias;
- 4.- Investigación de proteínas plasmáticas.

ARTÍCULO 7º.- Los datos registrados hasta la fecha en la Unidad de Inmunología del Hospital "Carlos A. Durand" integrarán el BNDG.

ARTÍCULO 8º.- Los registros y asientos del BNDG se conservarán de modo inviolable y en tales condiciones harán plena fe de sus constancias.

ARTÍCULO 9º.- Toda alteración en los registros o informes se sancionarán con las penas previstas para el delito de falsificación de instrumentos públicos y hará responsabilidad al autor y a quien los refrende o autorice.

ARTÍCULO 10º.- Comuníquese al Poder Ejecutivo.

Dada en la Sala de sesiones del Congreso Argentino, en Buenos Aires, a los trece días del mes de mayo de mil novecientos ochenta y siete.

JUAN C. PUGLIESE  
VÍCTOR H. MARTÍNEZ  
Carlos A. Bravo  
Antonio J. Macris

-Registrada bajo el N° 23.511-  
DECRETO N° 837  
Bs. As., 1º/7/87.

POR TANTO:

Téngase por Ley de la Nación N° 23.511, cúmplase, comuníquese, publíquese, dése a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

ALFONSIN  
Conrado Storani  
Julio R. Rajneri  
Antonio A. Tróccoli

## GLOSARIO

- Ácido Desoxiribonucleico:* Es una forma de expresión genética y es heredada separadamente de cada padre (color de ojos, cabellos, tez, etc.). Molécula en forma de doble hélice, portadora de los genes y formada por subunidades nucleotídicas. Es la molécula hereditaria principal en las especies. Material genético de los seres vivos.
- Ácido nucleico:* Molécula biológica ácida, lineal y portadora de información, que pertenece a una de dos familias químicas: ADN y ARN.
- ADN polimerasa:* Enzima que puede sintetizar una nueva cadena de ADN, usando como molde otra cadena de ADN ya existente.
- ADN recombinante:* Secuencia nueva de ADN, producida por la unión en laboratorio de porciones de ADN de distintos organismos. Puede introducirse en las células, donde puede ser funcional.
- Alelo:* Una de las dos o más formas alternativas de un gen en un locus determinado, que da lugar a características hereditarias alternativas.
- Aminoácido:* La sub-unidad química básica de las proteínas; hay 20 aminoácidos comunes.
- Amplificación:* Es el incremento en el número de copias de un fragmento específico de ADN, puede efectuarse en material in vivo o in vitro. (ver PCR)
- ARN mensajero:* Molécula de ARN que se ha transcrito a partir de una molécula de ADN, portadora de genes que más tarde se traducirá en proteína.
-

---

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Ácido Ribonucleico:</b> | Tipo de ácido nucleico que se parece mucho al ADN, pero que tiene ribosa en lugar de desoxirribosa, y uracilo en lugar de timina. Tiene un papel activo en la síntesis protéica en tres formas: mensajero, de transferencia y ribosómico.  |
| <b>Autorradiografía:</b>   | Es la técnica de laboratorio que haciendo uso de los rayos "x" a través de una película fotográfica, visualiza los niveles de radioactividad en moléculas o fragmentos de éstas. Usado generalmente en el análisis y conteo del número de fragmentos de ADN después de ser separados por <i>Electroforesis</i> . |
| <b>Autosoma:</b>           | Son todos los cromosomas, excepto aquéllos involucrados directamente en la determinación del sexo en una especie. El genoma humano está formado por 22 pares de autosomas y 1 par de cromosomas sexuales.  |
| <b>Bases:</b>              | A estas se les denomina también pares de bases, y a cada par lo conforman la unión de Adenina y Timina (o Adenina y Uracilo en el caso del ARN), y Citosina y Guanina.   |
| <b>Biotecnología:</b>      | Cualquier tecnología que utilice organismos vivos o partes de organismos para hacer o modificar productos que mejoren las plantas o animales, o desarrollen microorganismos para usos específicos.   |
| <b>Cariotipo:</b>          | Exhibición fotográfica del número, forma y tamaño de los cromosomas de un organismo.   |
| <b>Célula:</b>             | Es la unidad básica de la vida en cualquier organismo vivo, capaz de autoreproducirse y constituye el único elemento que proporciona ADN para todo tipo de análisis independientemente del órgano o fluido del que proceda, incluyendo el utilizado en aspectos forenses para identificación.                    |
| <b>Centrómero:</b>         | Región cromosómica a la que se fijan las cromátidas y las fibras del huso durante la división celular.   |
| <b>Clonación de genes:</b> | La síntesis de múltiples copias de una secuencia de ADN particular, usando una bacteria u otro organismo como huésped.   |

---

- Código Genético:** El conjunto de relaciones entre los tripletes de bases nitrogenadas del ARN mensajero y los 20 aminoácidos que forman las unidades básicas de las proteínas.
- Codón:** Triplete de bases del ADN que codifica un aminoácido.
- Cromátida:** Cada una de las dos cadenas paralelas de ADN, unidas por un centrómero, que resultan de la duplicación de un cromosoma en condiciones naturales.
- Cromosoma:** Estructura de la célula portadora de los genes, bajo el microscopio parecen pequeños bastones y están hechos de ADN y proteínas. En las bacterias son cadenas circulares.
- Diploide:** Célula que contiene dos juegos completos de cromosomas.
- Doble hélice:** Configuración de la molécula de ADN. Dos cadenas de nucleótidos se enroscan entre sí para formar la doble hélice, que es la forma de diámetro uniforme que resultaría de envolver dos alambres alrededor de un cilindro.
- Electroforesis:** La separación e identificación de moléculas a partir de su movimiento a diferentes velocidades (dependiendo de su carga y tamaño), generalmente en un gel y a través de un campo eléctricamente cargado. Método de separación de moléculas.
- Enzima de restricción:** Enzima que corta las moléculas de ADN en puntos específicos.
- Enzima:** Proteína que acelera una reacción química en la célula.
- Fenotipo:** Las características perceptibles asociadas con un genotipo particular.
- Gameto:** Célula reproductora haploide (espermatozoide o el óvulo en los mamíferos) de organismos que se reproducen sexualmente.
- Gen:** La unidad física y funcional de la herencia, que se transmite de una generación a la siguiente y puede transcribirse en un polipéptido o proteína.

---

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <i>Genética de poblaciones:</i> | Estudio de la herencia a nivel de poblaciones.  |
| <i>Genética molecular:</i>      | Estudio de la base molecular de la estructura y función de los genes.   |
| <i>Genética:</i>                | El estudio de la herencia de características específicas.   |
| <i>Genoma:</i>                  | La dotación genética completa de un organismo o individuo.  |
| <i>Genotipo:</i>                | La constitución genética de un individuo que subyace a un rasgo o constelación de rasgos específicos.   |
| <i>Haploide:</i>                | Célula que contiene sólo un juego (o la mitad del número diploide usual), de cromosomas.  |
| <i>Ingeniería genética:</i>     | La técnica de alterar la constitución génica de células u organismos individuales mediante inserción, eliminación o alteración deliberadas de genes individuales. |
| <i>Locus:</i>                   | Un sitio específico en un cromosoma.  |
| <i>Mutación:</i>                | Cambio en una secuencia de nucleótidos de ADN. Si ese cambio ocurre en una célula sexualmente reproductiva, éste puede ser transmitido.                           |
| <i>Nucleína:</i>                | Término que se daba antiguamente al contenido desconocido de los ácidos nucleicos del núcleo celular.   |
| <i>Nucleótido:</i>              | Subunidad química compuesta de un azúcar con cinco carbonos, un fosfato y una base nitrogenada, que forma los ácidos nucleicos ADN y ARN.                         |
| <i>Ovogénesis:</i>              | Proceso por el cual los óvulos nacen de células sexuales diploides.   |
| <i>PCR:</i>                     | Reacción en cadena de polimerasa. Procedimiento de laboratorio en el cual, cantidades diminutas de ADN pueden ser copiadas millones de veces en unas pocas horas. |
| <i>Polimorfismo:</i>            | Presencia simultánea en una población de formas variantes de un gen particular.   |

- Polinucleótido:* Cadena lineal de moléculas nucleotídicas.
- RFLP:* También conocido como Polimorfismo de Longitud de Fragmentos por Restricción. Variación en los tamaños de los fragmentos de ADN cortados por las enzimas de restricción. Las secuencias de nucleótidos que son responsables de los RFLP son útiles como marcadores en la construcción de mapas de ligamiento genético.
- Secuenciación del ADN:* El proceso de descifrar el orden preciso de las bases nitrogenadas que componen una molécula de ADN.
- Selección natural:* Proceso evolutivo por el cual los organismos mejor adaptados a su medio ambiente tienden a dejar una descendencia mayor.
- Traducción:* La síntesis de proteínas a partir del ARN mensajero.
- Transcripción:* La síntesis del ARN mensajero a partir del ADN.
- Variación:* Diferencias en la frecuencia de genes y rasgos entre organismos individuales dentro de una población.

