

321309

# UNIVERSIDAD DEL TEPEYAC

ESCUELA DE DERECHO  
CON ESTUDIOS RECONOCIDOS OFICIALMENTE POR  
ACUERDO No. 3213-09 CON FECHA 16 - X - 1979  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESTUDIO DEL ADN  
COMO MUESTRA EN LA IDENTIFICACION DE PERSONAS,  
LA IMPORTANCIA DE UN BANCO GENETICO  
PARA RESGUARDAR LA INFORMACION Y SU CONSULTA  
POR AUTORIDADES JUDICIALES

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
*LICENCIADO EN DERECHO*  
PRESENTA

MIGUEL RIVAS GARCIA

ASESOR DE LA TESIS:  
LIC. IGNACIO GARRIDO OVIN  
CED. PROFESIONAL No. 1683979



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 la señora Graciela García Herrera, mi Madre, a quien no podría agradecerle en tan solo unas líneas que me haya compartido la inmaculada inmensidad de su ser; y que por fortuna en el pasado me ha hecho un regalo que no se puede aquilatar: su paradigma de ser toda una mujer; y en lo presente, me ha dado más que un forma de vida, sobre todo la guía de un ser humano que vive con dignidad; que por ende tengo muchos defectos, esperando tener algunas cualidades; no olvidando que de una manera u otra me haz hecho saber las reglas de un juego: la vida. Por todo ello, te querré siempre Madre.

Al señor Juan Antonio Rivas Velasco, mi Papá, quien con su nombre, cariño y apoyo, siempre ha tratado de hacer de mi un hombre con bases fijas, con las muchas o pocas experiencias de su vida, y que por desgracias, como un ser humano que soy, no puedo entender a un padre.

A Graciela, Fidel, Nallely y Juan Antonio, mis hermanos, que son a quienes, como parte de un mismo origen: mi ser, de mi única familia; los he querido de una manera, muchas veces sin decírselos, intensa y desgraciadamente silenciosa; quienes siempre me han perdonado las inconsistencias de mi ser, el quebranto de mis emociones, las fracturas de mi comportamiento, las falacias mentales que poseo, etc. Siempre cuenten conmigo, por favor.

A Noemí López Lechuga, mi compañera, quien con su cariño tan desinteresado e incondicional, me ha servido de soporte y base para comprender la existencia en que vivimos, con todo esto, he podido llegar hasta donde he llegado, y todo el futuro que puedo esperar, por la ayuda que me has brindado. Gracias.

A José Ernesto Garza y su esposa Isabel García, mis consanguíneos, ya que son: (a pesar de tener un distanciamiento "familiar") los únicos que se han ganado mi agradecimiento por estar conmigo en las buenas y las malas; sobre todo por ser tan auténticos y originales en llevar una vida familiar.

A Ciriaco Garcia Herrera, un Tío, que en realidad conozco poco, aún llevando su sangre; y quien con su arte de negociar, como un excelente gerente de empresas, logró en mí, el latente sentido de ser un buen profesionista, de lo cual, aunque para su familia pueda ser lo más importante, ó tal vez, por razones de origen, obtener un status social fuese la razón de existir; pero conmigo no fue así, me viste diferente. Te viviré eternamente agradecido, aunque no pueda estar cerca de ti; y que sepas que contarás conmigo, aunque sea en lo moral u otro aspecto. Gracias por siempre.

A Oscar Molotla Villaruel, mi amigo (my friend), quien como ejemplo: ha hecho que un trabajo en la S.E.P., sea un medio para lograr desviar el aciago destino que se proyectaba para su persona y camino, en una circunstancia desafortunada, un destino fatuo, siendo él tan valioso; de tal manera, que de una manera u otra nos podamos identificar (eso creo); es así que se haya proyectado con sus cualidades tácitas, pulcritudes, apreciaciones académicas, y sobre todo, porque me proporcionaste tu amistad. Gracias.

A Marco Antonio Pérez, Ramón Martínez, Elsem Rive, Jorge R. González, Fernando Palomares, Jaime Cabrera, todos mis compañeros de la insigne "secundaria 28", Claudia Méndez, y bueno. . . que me perdonen a quienes no menciono, así también a quienes he podido darles el calificativo de realmente ser . . ."amigo" y no los menciono hoy. Gracias.

## ÍNDICE

## CAPÍTULO I CONSIDERACIONES BÁSICAS DE LA CRIMINALÍSTICA

1.1	Antecedentes Históricos	2
1.2	La Criminalística	21
1.2.1	Bases	21
1.2.2	Concepto de Criminalística	22
1.2.3	Objetivo	24
1.2.4	Metodología	28
1.3	Disciplinas Científicas que Integran la Criminalística	32

## CAPÍTULO II IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN EN EL ÁREA DE LA CRIMINALÍSTICA

2.1	Concepto y Objetivos de los Sistemas de Identificación	43
2.2	Identidad e Identificación	45
2.3	Sistemas de Identificación	47

2.3.1	Antropometría Forense	47
2.3.2	Dactiloscopia y Huellas Latentes	50
2.3.3	Embalaje de Huellas	58
2.3.3.1	Huellas Latentes	59
2.3.3.2	Sistema Automatizado de Identificación para Huellas Dactilares	61
2.3.4	Odontología Forense	64
2.3.5	Radiología	67
2.3.6	Superposición Radio-Fotográfica Cráneo-Cara	71
2.4	Otros Sistemas	74
2.4.1	Mordedura Humana	75
2.4.2	Pelmatoscopía	79
2.5	Sistemas Alternativos de Identificación	82

2.5.1	Identi-Mat 51	83
2.5.2	Voiceprint	84
2.5.3	Tatuajes	87
2.5.4	Identi-Kit	88
2.5.5	Eye-Edentify	90

### CAPÍTULO III IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVA POR ADN.

3.1	Principios y Generalidades Sobre Genética	94
3.2	Leyes de Mendel	95
3.3	Características del ADN Y ARN	99
3.3.1	El Inicio de la Microscopía	107
3.4	Antecedentes Históricos de la Identificación por la Herencia hasta el ADN	109
3.5	La Genética Forense en Busca de la Huella Genética	119

3.5.1	Procedimiento de Impresión del ADN	122
3.5.2	Técnica de la PCR	129
3.6	Otras Técnicas	134
3.6.1	Polimorfosis de Longitud de Fragmentos por Restricción	134
3.6.2	Técnica de Southern	135
3.6.3	Amplificación de Longitud de un Fragmento Polimorfo (AFLP)	137
3.7	Obtención de Información Genética por Materia o Sustancias Corporales	139
3.7.1	Pelo	139
3.7.2	Sangre	141
3.7.3	Semen	145
3.7.4	Saliva	148

3.7.5	Orina y Sudor	149
3.7.6	Meconio y Líquido Amniótico	150
3.8	Otros Elementos	150
3.9	Algunos Casos de Identificación por ADN	151
3.10	Certeza y Confiabilidad	166
CAPÍTULO IV CONSIDERACIONES LEGALES		
4.1	Consideraciones Específicas	165
4.1.1	Obstáculos que se presentan para la Creación de un Banco Genético	165
4.1.2	Económicos	165
4.1.3	Éticos	167
4.1.4	Humanos	171

4.1.5	Legales	175
4.2	Implicaciones y Repercusiones	178
4.2.1	Inicio de una Cultura de Investigación Científica	179
4.3	Creación de un Banco de Datos Genéticos	183
4.3.1	La Finalidad que Tendría el Banco	186
4.4	Instituciones De Capacitación Y Especialización	189
4.5	Acciones de las Instituciones de Justicia, para el Ejercicio de la Información Genética	191
4.5.1	Acciones Inmediatas	191
4.5.2	Acciones Mediatas	193
4.6	Futura Recepción Legislativa	197
4.7	Laboratorio de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del D.F.	203

## INTRODUCCIÓN

De una manera natural, el hombre al agruparse, ha tenido la necesidad de satisfacer sus necesidades y de esta manera crear un conjunto de instituciones que han sido de suma importancia para la sobrevivencia y el esplendor de las sociedades; que en una integración mundial han compartido los conocimientos y los avances científicos.

Ahondando ya en la de Identificación de Personas, que a través del tiempo se han perfeccionado sus métodos con el fin de poder certificar que una persona es quien dice ser o quien realmente esta realizando un acto jurídico o de cualquier naturaleza.

Es entonces, que al perfeccionarse y alcanzar proporciones cada vez más inimaginables, la ciencia y sobre todo el descubrimiento del ADN y el genoma humano, es que se tiene el alcance de una muestra genética única, de la persona que proporcionó el material genético y por ello se puede almacenar, para que posteriormente se pueda corroborar la identificación de otra muestra de la misma persona o diferenciar el material genético por tratarse de otra persona.

Cabe señalar, de manera más específica, que el fin de la Criminalística, como una ciencia ya determinada y autónoma, es el de auxiliar con los resultados de la aplicación tecnológica 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 se investigan; con lo cual queda, aunque de manera breve, 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 y quienes intervinieron en un espacio de tiempo aún no determinado, del cual solamente se tienen algunos indicios. De tal manera éste material genético pueda ser una aportación en un Sistema de Identificación Judicial, en el cual una persona pueda ser identificada por sus características genéticas en algunos supuestos jurídicos como son Ilícitos, Paternidad, Personas no Identificadas, etc.

En esta tesis, el estudio que se presenta, se hace referencia en el capítulo primero el de comprender la necesidad de una ciencia que contenga, conforme a los avances científicos y momentos históricos determinados, los elementos suficiente y las disciplinas de apoyo requeridas para poderla utilizar como la base principal de nuestro estudio.

En el segundo capítulo, se plantea la importancia de estudiar los sistemas de Identificación de Personas, a través de la evolución de los métodos que se han empleado en diferentes momentos de la historia y por personas que se han dedicado de manera íntegra a llevar estos estudios a nivel de ciencia, tratando de crear un patrón de técnicas para que una persona pueda ser identificada plenamente y evitando algún tipo de diferencia en la compatibilidad de las muestras de una persona con otras tomadas en diferentes tiempo o de si se trata de otra.

En cuanto al estudio en el tercer capítulo se realiza la investigación de las técnicas y métodos en la obtención de muestras genéticas, siendo así una de las directrices los estudios realizados por el ilustre Padre Gregor Johan Mrndel, como el precursor de la genética como ciencia, de ahí conlleva el descubrimiento del Genoma Humano por medio de las investigaciones en los estudios de la Biología Molecular que es para llegar al análisis del ADN por la Biología Molecular, para precisar que todo individuo tiene una estructura orgánica única, inmutable, singular y sobretodo que se encuentra en cada célula de su cuerpo, todo esto por los estudios realizados en las diversas instituciones como la Universidad de California, laboratorios Franceses y Europeos.

Por ello se pretende, en el último apartado, que esta información genética pueda agruparse y resguardarse en un Banco Genético, para que los organismos de justicia acudan a éste para solicitar información de una persona y así puedan identificarla plenamente por su características genéticas, de tal manera se impulse la investigación en este rubro y pueda llegar a ser un proyecto eficaz el obtener una Institución de esta índole en nuestro país.

Aclarando que no tratamos de ubicar este estudio en los delitos únicamente, en cuanto a que la Criminalística como ciencia fundamental en esta tesis, sino porque es la Rama del Derecho que estudia los Sistemas de Identificación, que es el tema que nos ocupa e interesa.

CAPÍTULO I  
CONSIDERACIONES BÁSICAS DE LA CRIMINALÍSTICA

## **1.1 Antecedentes Históricos**

Desde el principio de la humanidad toda persona desde que nace pertenece a una sociedad que tiene sus mismas características, o de características similares; de esta manera la primera acción que lleva una persona, desde que nace, es la de reconocer a quienes lo protegen y le procuran bienestar, de igual manera quienes son sus descendientes para procurarles protección, siendo de esta manera que se integra la familia: célula de toda sociedad; y en referencia a cuanto el hombre deja sus vestigios materiales, siempre será a su entorno geográfico.

De esta manera los integrantes de la sociedad, en su dinámica y evolución, determinan regular por medio de normas la vida, bienes y bienestar de todos sus integrantes, de ciertas personas que puedan agredir o dañar el universo moral o físico de sus integrantes; de este modo la sociedad enfrenta este problema al separar o diferenciar el comportamiento que perjudica a los hombres o a los integrantes de la sociedad, así como a los infractores.

Por otro lado se sabe que mucho del conocimiento obtenido a través del tiempo y del que hoy se dispone, ha sido obtenido mediante investigación y experimentación, con todos los elementos que ambas implican, y siendo en el caso de identificar a una persona de todas las demás, también ha tenido su estudio y análisis.

Por ello y como auxilio para crear un panorama más claro y sencillo, se han agrupado algunas fechas antecedentes, citas y personajes relativos a las principales ciencias que le dieron origen como tal a la identificación de personas en un momento histórico preciso; como por ejemplo es el caso de la Medicina Legal como uno de los orígenes de la identificación, así como otras disciplinas importantes, de las cuales se mencionarán brevemente algunos de los antecedentes históricos que las rodean y que han logrado revestir alguna significación para nuestra materia. Es el caso de algunas de las notas y citas más importantes del prestigioso Médico Legal el Dr. Guillermo Ramírez Covarrubias, entre otros. Todo con la finalidad de comprender como los sistemas de identificación son la base de la materia actual que se estudia y comparte el tema, como ciencia, y que son las diferencias que existen entre personas: La Criminalística.

Alguno de los primeros usos prácticos de la identificación, fue mediante las impresiones dactilares, son acreditados a los chinos, quienes las aplicaban diariamente en sus negocios y empresas legales. Kian Kung-yen, historiador chino de la dinastía Tang, que en sus escritos del año 650 a. C. 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 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.

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, fue fundada por Eugene Francois Vidocq, cuyo conocimiento del mundo de la delincuencia, su entrega personal y capacidad, amén de una prodigiosa memoria fotográfica, y contando con un archivo personal en el que se 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, primer Departamento de Investigación Francesa, Alphonse Bertillón 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 uno. No se apoyaba en ninguna otra técnica porque consideraba que los testimonios oculares y las fotografías podían inducir al engaño. Bertillón 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 Bertillón 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 demostró mucho 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 incluso 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 las características particulares para identificación de cuerpos que no se podía hacer posteriormente.

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

La evolución de la Fotografía Forense, aunque no tan evidente como los sistemas de identificación en personal, ha llegado a constituir una disciplina muy importante ya que las 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 comprensión a las secciones de grafoscopía, balística, dactiloscopia, entre otras.

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 relevan e imprimen y se acompañan como complementos idóneos a los informes y peritajes del caso. Además, se elaboran diapositivas para exposición 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)
- Técnica fotográfica forense (técnicas general y específica a cada caso)
- Flash y fotografía nocturna (tipos de iluminación y sus técnicas)
- Fotografía del lugar de los hechos (admisibilidad de la evidencia fotográfica)
- Procedimiento fotográfico (primeras acciones, recomendaciones generales)
- Fotografía y técnicas en cada hecho (según el tipo de delito)
- Uso de flash (técnicas)
- Fotografía de evidencias específicas (huellas digitales, marcas, etc.)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Steven Stagg. "Curso Técnico de Evidencia de Campo". Pág. 132.

Regresando al sistema Antropométrico, éste se encontraba ya instalado para 1896, en Francia, Bélgica, España, Italia, Portugal, Dinamarca y Holanda, así como en algunas ciudades y estados del imperio Alemán; y en 1898 en Austria con Hanss Cross, en Buenos Aires, Argentina con Juan Busetich, 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. Este artículo lo impactó profundamente, al grado de estudiar las huellas digitales de algunas momias; y lograr para el 1° 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 20 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 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.

Este 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 bertillonaje 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 Bertillón. 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 izquierda y con varios triángulos; con estos datos, escribió un libro llamado Finger-Print (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, en Budapest, Dinamarca y posteriormente por España, Ginebra, 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 adaptación, prácticamente, permanece vigente en todos los países del mundo.

Mientras en el continente americano y poco tiempo después de los primeros logros de la clasificación de Busetich, 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 lo Estados

Sudamericanos celebrado en 1905, logrando con esto su adopción en Brasil y Chile en 1903, Bolivia en 1906, Perú, Uruguay y Paraguay en 1908. La historia ha continuado, fundamentalmente para la creación de archivos bajo la tutela de éste sistema en los países restantes de América, 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 cráneo y reconstruye las fisonomías por medio de la antropología física, escultura o moldeado con diversos materiales como arcilla, plastilina, silicones u otro materiales, con objeto de identificarlas.

Superposición radio-fotográfica cráneo-cara — Estudia y elabora montajes o superposiciones fotográficas de cráneos problema, con ampliaciones 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, quemadas o mutiladas.

Odontología Legal o Forense — Estudia las características de las piezas y arreglos dentales, elabora modelos y fórmula 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 (impresión 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 los pies (calzado), o descalzos en cuyo caso se trata de la pelmatoscopía, rugoscopía (impresiones obtenidas del dibujo que conforman las arrugas palatinas), identi-kit, entre otras.

Tal circunstancia ha originado que cada ciencia, cada oficio, cada tema haya tenido protagonistas históricos diferentes y trascendentes. Al respecto la Criminalística no puede 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 la expresión del 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 en la que la actualidad se conoce como Dactiloscopia"<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Juventino Montiel Sosa. "Manual de Criminalística". pág. 19.

En ese mismo sentido aporta su opinión el experto en identificación B. C. Bridges, en la siguiente referencia<sup>3</sup>:

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 la adecuación y desarrollo de dichas ciencias en cualquier aplicación<sup>4</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 alguna de las principales disciplinas que le dieron vida.

---

<sup>3</sup> B. C. Bridges. "Practical Finger-Print". Págs. 11-12

<sup>4</sup> Juventino Montiel Sosa. Op cit. p. 43

Tres épocas se deben considerar en la historia de la identificación<sup>5</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 adaptación del sistema de impresiones dactilares en la ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Sin embargo, existen muchos datos significativos de evolución, los cuales no se pueden ni deben agrupar sino simplemente narrar su etapa, ya que cada una presenta características particulares y peculiares de importancia.

- En el año 106, es el dato más antiguo que se tiene sobre instrucciones precisas para el reconocimiento de una persona. Se trata de un documento redactado en griego en la ciudad de Alejandría en el que hace referencia a un esclavo que había huido de la casa de su amo y en la que se incluían una serie de datos como su figura, vestimenta, etc.
- Las leyes 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.

---

<sup>5</sup> Armida Reyes Martínez. "Dactiloscopia y Otras Técnicas de Identificación". Pags. 1-2

- De manera semejante en Grecia y 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 a 711 en Roma, surgió el término "Forense", originalmente asignado a los discursos públicos de los 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 anteponía 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>6</sup>.
- Más tarde en Francia se imprimía la "La Flor de Lis" (emblema real) en la frente de los delincuentes, siendo remplazada por una "V" (voleurs=ladrones), una "W" (reincidentes) y "GAL" (condenados a galeras).
- 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.

---

<sup>6</sup> Theodor Mommsen. "Historia de Roma". Págs. 1128-1131.

- 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 2 000 a. C., quien compiló en su famoso "Código de Hammurabi", 288 leyes dictadas por él, y varios epílogos, leyes en las que incluían este tipo de castigos a los criminales<sup>7</sup>.
- II Giudice Criminalística, impreso en Florencia en 1643, "verdadero tratado de Policía Científica aunque presentaba todos los errores y omisiones consecuentes de la época"<sup>8</sup>.
- Marcelo Malpighi, en 1665, siendo profesor de anatomía de la Universidad de Bolonia en Italia, observó y estudió los relieves papilares de la yema 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 Dr. Nehemiah Grew, 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 Dr. Boucher, realizaba estudios sobre balística, actualmente conocida como Balística Forense.

---

<sup>7</sup> "Diccionario Enciclopédico Ilustrado". págs. 1777-1778

<sup>8</sup> Enrique De Benito. "Manual de Policía Científica".. pág. 22

- En 1809-1810, se verifica el nacimiento en París de la Sureté (Policía de Seguridad Francesa), fundada y dirigida por Eugene Francois Vidocq (ladrón dedicado a manejar la gonzúa 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 en gran cantidad de países, y llegó a ser uno de los mejores policías del mundo<sup>9</sup>.
- En 1820, Betham proponía nuevamente en Alemania el tatuaje como procedimiento identificativo, pero la idea fue rechazada. En la actualidad los tatuajes voluntarios son muy frecuentes y solo 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 cuales clasificó en nueve grupos principales. En este mismo año, Huschke describió los relieves triangulares (deltas), de los dibujos papilares de los dedos<sup>10</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

---

<sup>9</sup> Junger Thorwald. "El Siglo de la Investigación Criminal". Págs. 2-3

<sup>10</sup> Héctor Osorio Negrín. "Los Criminales Siempre dejan una Tarjeta de Visita". Págs. 38-41

entre el indicio y los materiales encontrados en propiedad del sospechoso, de manera que el asesino confesó su crimen ante tal evidencia<sup>11</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 el sistema le daba a conocer la suplantación de personas y a los reincidentes.
- En 1864, el Maestro César Lambroso 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 catalogar miles de fotografías, considerando que había muchos individuos parecidos; aunado a ellos se presentaba la malicia de los delincuentes al modificar su apariencia física de manera radical para evadir la identificación.
- Ogier, continuaba sobre investigaciones sobre Toxicología en 1872 debido a que los venenos eran usados con suma frecuencia. En este mismo año el italiano G. Bononi publicó un libro en Londres titulado: "Project of the Identification of Persons" (proyectos e instrumentos para la identificación de personas).

---

<sup>11</sup> Junger Thurwald. Op cit. p. 46-47.

- En 1882, Alfonso Bertillón 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 a 21 años y respecto de once partes diferentes del cuerpo. Además, en esta época Bertillón publica una tesis sobre el retrato hablado (*portait parlé*), el cual se constituía con la descripción minuciosa de ciertos caracteres cromosómicos y morfológicos del individuo, además tomaba también fotografías del lugar de los hechos y de los indicios ubicados en él<sup>12</sup>.
- En 1884 Francisco de Lazetina 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 conformidad, 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, presillas 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 antropométricos y de huellas dactilares, logrando que el primero se dejara de usar por la policía de Río de la Plata; y poco después inaugurando su propia oficina de

---

<sup>12</sup> Idem, págs. 8-15

identificación, reduciendo a 4 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 este campo científico, otorgado por el más ilustre y distinguido criminalista de todos los tiempos, el Doctor en Derecho Hanss 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 tomo 20 años de experiencia 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 Criminal, Contabilidad, Criptografía, Dibujo Forense, Documentoscopia, Explosivos, Fotografía, Grafología, Hechos de Tránsito Ferroviario, Hematología, Incendios, Medicina Legal, Química Legal e interrogatorio Criminal<sup>13</sup>.

- Para 1897 y hasta poco después de 1915, en Italia, el Profesor Salvatore Ottolengui presentó un programa para el curso de Polizia Científica, en la cual desarrollaba sistemas de enseñanza en forma sistemáticas.

---

<sup>13</sup> Hans Gross de Graz. "Manual del Juez". Pág. 67.

- 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 nascentes 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 la Antropología Criminal con base en los estudios llevados a cabo básicamente en la cárcel de Belem, México D. F.<sup>14</sup>.
- En 1905, Sir Francis Galton publicó un manual con el nombre de "Classification and uses of fingerprints" (uso 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 doctor 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, llevó a cabo investigaciones personalmente sobre cuestiones relacionadas a la Psicología de la declaración y del interrogatorio; además de su otra gran obra "La

---

<sup>14</sup> Montiel Sosa Juventino. Op cit. pág. 25.

Psicología Criminal", tras su muerte Adolfo Lenz continuó al frente del Instituto en Graz.

- En 1930, año en el que el primer director de las Oficina Federal de Investigaciones, de los Estados Unidos, decidió que esta organización sería la fuente de conocimientos científicos sobre las investigaciones criminales en su país. Dicho laboratorio comenzó a funcionar el 24 de noviembre de 1932 y quedó ubicado en sus orígenes en la Sala 802 del antiguo edificio Ferrocarril del Sur en la calle 13 y la Avenida Pennsylvania Noroeste, en Washington, D. C.<sup>15</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 diferentes formas 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 parte del mundo.

---

<sup>15</sup> Jhon Zonderman. "Laboratorios de Criminalística". Pág. 3

## **1.2 La Criminalística**

### **1.2.1 Bases**

La Criminalística se ha convertido en un valioso auxiliar de los órganos investigadores (Ministerios Públicos 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>16</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.
2. **Física:** Porque de esta ciencia utiliza todas las áreas para el análisis, valoración y experimentación de los indicios en el laboratorio, que van desde

---

<sup>16</sup> Juventino Montiel Sosa. Op cit. p. 44

rayos "X" hasta microscopía y rayos láser (óptica, pesos, medidas, mecánica, fotografía, espectrofotometría, electricidad, etc.).

3. Química: Orgánica, inorgánica, microquímica, electroquímica, entre otras.

### **1.2.2 Concepto de Criminalística**

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, como los conceptos siguientes:

"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 llevo a cabo y quien lo realizó<sup>17</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>18</sup>.

---

<sup>17</sup> Cesar A. Osorio y Nieto. pág. 247

<sup>18</sup> Luis R. Moreno González. "Manual de Introducción a las Ciencias penales". págs 344-345.

"Es una ciencia penal natural que permite 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>19</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 podemos citar a Cuello Calón<sup>20</sup>, Jiménez de Asúa<sup>21</sup>, inclusive a 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>22</sup>.

Los anteriores conceptos son sólo un ejemplo que ayudan a normar un criterio más amplio con el cual se evidencia la importancia que ha adquirido esta disciplina dentro de la sociedad mundial y en todos los ámbitos en los que puede proporcionar una aportación. El hecho de que los conocimientos suministrados por esta ciencia tenga 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>19</sup> Juventino Montiel Sosa. Op cit. pág. 37

<sup>20</sup> Cuello Calón. "Elementos de Derecho Penal". Pág. 246.

<sup>21</sup> Jiménez de Asúa. "Tratado di Diritto Penale". Pág. 139.

<sup>22</sup> Alfonso Quiróz Cuarón. "Revista Mexicana de Derecho Penal". pág. 35.

Por otro lado hay que considerar, dada la importancia y veracidad, las palabras del Maestro Juventino Montiel cuando a su propia definición, agrega que está; "hace comprender que la Criminalística se puede aplicar en auxilio de cualquier rama del derecho general o de otras ciencias penales o forenses"<sup>23</sup>.

Es importante considerar que generalmente se asume a la Criminalística como una ciencia auxiliar al Derecho Penal, esta 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.

### **1.2.3 Objetivos**

En lo que a objetivos respecta, se puede encontrar un sinnúmero, que van desde el objetivo 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 preciso los siguientes, que sin estar clasificados de la manera señalada, recuperan acertadamente el contenido esencial de esta ciencia:

"Son objetivos de la Criminalística 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

---

<sup>23</sup> Juventino Montiel Sosa. Op cit. pág. 37.

hecho, proporcionar datos para la identificación, persecución y captura de los sujetos activos y el grado de participación de ellos en los hechos"<sup>24</sup>.

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 existe.

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>25</sup>.

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

"... es el estudio de las evidencias materiales o indicios que se utilizan y que se producen en la comisión de hechos"<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup> ibid. pág. 38.

<sup>25</sup> César A. Osorio y Nieto. Op cit. pág. 248.

De manera más formal, se puede citar también que el fin de la Criminalística 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 se investigan; con lo cual queda, aunque de manera breve, comprendido el alcance de los objetivos de esta ciencia, que como se puede observar, está enteramente dedicada de manera precisa 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 se sabe "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 Criminalística", con lo cual se considerará completamente resuelta una investigación. De no ser así, solamente se tiene 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. Las preguntas son las siguientes:

¿Que?                    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.

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

---

<sup>26</sup> Juventino Montiel Sosa. Op cit. p. 48.

- ¿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.
- ¿Con qué? Materiales, Armas, utensilios y cualquier clase de objeto o instrumento que haya sido utilizado directa o indirectamente para generar el resultado.
- ¿Como? 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 tratar de encontrar una relación y justificación real y lógica dentro de los hechos.
- ¿Para qué? Búsqueda de la finalidad perseguida al efectuar esa conducta. Difiere mucho del ¿por qué? 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 aquellos que se siguen en la aplicación de esta ciencia en auxilio de materias fuera del ámbito penal, ya que la principal labor a realizar de esta ciencia, con sus rasgos definidos o característica peculiar, es investigar.

#### **1.2.4 Metodología**

Para poder aplicar las técnicas de la Criminalística posee en las disciplinas que la integran, necesariamente debe seguir una metodología, ya que en el orden en que se trabaje es importante y aunque cada caso es diferente, aun dentro de un mismo delito, no se puede ni se debe trabajar sin algún orden. Para obtener 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>27</sup>.

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

“Conjunto de métodos y maneras ordenadas de hacer o efectuar una cosa para seguir el curso correcto de una investigación científica”.

<sup>27</sup> “Diccionario Enciclopédico Ilustrado”. Op cit. pag. 2439.

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>28</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 hecho, de ahí que el seguir este método nos lleve 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 respaldan la investigación.

---

<sup>28</sup> Cesar A. Osorio y Nieto. "El Homicidio". Pág. 250.

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 método 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, por ende tendrá una validez y se tendrá por una Generalización Verificada que se propondría como 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 lo invalidan<sup>29</sup>.

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

- 1) Determinación del objeto de investigación.
- 2) Creación de circunstancias y condiciones adecuadas.
- 3) Producir voluntariamente los fenómenos.
- 4) Hechos producidos artificialmente (reconstrucción de hechos)

---

<sup>29</sup> Antonio C. Nakahodo Rivera. "Apuntes del Primer diplomado de Criminalística". Pág. 39

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

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 adoptar información válida y valiosa.

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

Por otra parte, en esta materia la finalidad de la Hipótesis es delimitar al máximo grado posible el problema del objeto de estudio, ya que de lo contrario se corre el riesgo de perdernos en la información ya obtenida y no llegar a la 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 aciertos sean válidas teniendo como apoyo una observación acuciosa y una actitud reflexiva y con alto grado de razonamiento.

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

1. Emplea métodos debidamente comprobados por la ciencia o arte correspondiente (laboratorio).
2. Cuando comprueba íntegramente el descubrimiento del delito con los diferentes elementos de forma (comprobación policíaca 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 observación 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.

### **1.3 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 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, 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 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 , agrupadas de la siguiente manera:

1. Criminalística de Campo
2. Balística Forense
3. Documentoscopia y Grafoscopia
4. Explosivos e Incendios
5. Fotografía Forense
6. Hechos de Tránsito Terrestre

7. Sistemas de Identificación
8. Técnicas Forenses de Laboratorios

Actualmente esta es la manera más factible para abordarla, sin embargo no siempre ha sido así. Esta clasificación se ha ido formando acorde a 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.

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 la evidencia física obtenidas en cada lugar de los hechos.

Su importancia se ha acrecentado cada vez más para los encargos del cumplimiento de la ley; quienes se ven en la necesidad de recurrir a los resultados de laboratorios 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 el laboratorio 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; 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 de orígenes casi desconocidos. Hay que precisar también que el análisis forense se ocupa no solo 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. En este caso hay que recordar que la diferencia entre indico 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 ser desechado debido a que no otorgue ninguna aportación. De ahí que cualquier cosa pueda ser evidencia, pero no cualquier material puede llegar a ser indicio.

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 y verificar científicamente los resultados obtenidos.

A 86 años de ser instalado formalmente el primer laboratorio forense del mundo por Edmond 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.

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

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 las proporciones (piel, órganos, huesos, fluidos, pelo, 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 las células del cuerpo humano; en forma de una sustancia llamada ácido desoxirribonucleico (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 cerología 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, descendencia 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 delincuentes 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 la 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 más resultados en menos tiempo, y se estaría siempre dentro del marco legal correspondiente.

Podemos concluir en este capítulo, que dentro todas las sociedades se ha aprendido, a base de su historia, la necesidad de identificar y reconocer a

los miembros que integran la misma sociedad. De ahí que siendo los chinos que usaban impresiones dactilares, en otras partes del mundo se implementaban sistemas de identificación que se fueron desarrollando paulatinamente, hasta crear una verdadera ciencia, que se auxilia de técnicas y método dándole un fiel soporte como rama del Derecho Penal.

La Criminalística en cuanto hace su metodología y fines, utiliza un conjunto de conocimientos y métodos científicos, con el objetivo de aportar un técnica con la capacidad de evaluar cualquier tipo de material e investigar la participación de una persona o la presunción de estar o ser involucrado en un acto jurídico.

Como vemos la ciencia de la Criminalística, tiene áreas o disciplinas científicas en las que se apoya para que cualquier evidencia física, estudiada en el laboratorio, puede proporcionar elementos para la investigación de un hecho delictivo.

Es así que ha evolucionado, tanto la ciencia de la Criminalística como la tecnología, que tenemos en la actualidad el alcance de la Genética Forense, como un logro de esta evolución, y poder identificar a una persona por su estructura orgánica, que como ya se sabe es única, inalterable y que posee en todas sus células el ser humano, y que es el punto principal de este estudio.

Es, por otro lado, importante describir más adelante como han evolucionado los sistemas de identificación de personas, para comprender la importancia de una ciencia que nos determina por nuestras características,

como únicos e inigualables y con una identidad que nos va a distinguir de las demás personas .

**CAPÍTULO II**  
**IMPORTANCIA Y EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE**  
**IDENTIFICACIÓN EN EL ÁREA DE LA CRIMINALÍSTICA**

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 medios de avanzados sistemas de computo, electrónicos, digitales, o láser; ya que no se puede confiar al ojo humano tan delicada labor.

En un principio 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.

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 que grupo, familia o profesión pertenece cada cual, pues aún hoy vemos como dentro de las instituciones de seguridad nacional, se diferencian por un uniforme entre sí, y una marca numérica personalizada del arma que se les es asignada a cargo para el desarrollo de sus funciones; así en algún momento histórico, los jueces llegaron a usar diferentes tipos de togas, pelucas; los reyes, la coronas, etc.

También se sabe de casos particulares, en los que determinada persona dice pertenecer a 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 uno 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. Skostritski.

Cuando los pueblos comenzaron a agruparse en sociedades más organizadas surgieron 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.

Como se ve, estas prácticas eran inhumanas y representaban una desventaja para las personas que por alguna razón, posiblemente en labores honradas, perdían un miembro del cuerpo, una mano, un brazo o una oreja, ya que esta circunstancia los señalaría como delincuentes sin serlo; además, el delincuente marcado quedaba impedido para rehabilitarse, y en otros casos no dejaría de idearse la manera y 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 Criminalística surgieron nuevos métodos de identificación de personas, y más propiamente de quienes delinquían; buscando siempre evitar que pudieran seguir evadiendo y burlando la acción de la justicia.

## **2.1 Concepto y Objetivos de los Sistemas de Identificación**

En el ámbito de la Criminalística, se debe de estar familiarizado con el concepto de "Sistema de Identificación", y todo lo que a ello concierne, sin embargo, para muchas otras personas, la idea es baja 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 hacen 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 puede dar al término.

“Los sistemas de identificación son el grupo de métodos y técnicas que mediante el adecuado análisis científicos 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”<sup>30</sup>;

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.

---

<sup>30</sup> Luis R. Moreno. Op cit. 221.

## 2.2 Identidad e Identificación

No solo en la vida cotidiana es común mencionar los términos de identidad e Identificación así que 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 la persona mencionada, es necesario comprobar su identidad, incluyendo casos más difíciles como el de los incapacitados o discapacitados que no pueden proporcionarla; o el de los delincuentes que no desean hacerlo; y el término de "identidad" no significa precisamente el acto en el que se exhibe un documento oficial.

También dentro de los propios Sistemas de Identificación, es frecuente, y constante, el hecho de hacer que 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>31</sup> .

"Es el conjunto de caracteres físicos que individualizan a una persona, haciéndola igual a sí misma y distinta de todas las demás.

---

<sup>31</sup> Raúl Goldstein. "Dicc. De Derecho Penal y Criminología". Pág 565.

Si aplicamos este concepto, identificar será comprobar si una persona es la misma que se supone o se busca<sup>32</sup>.

“En lo personal, con repercusión en el estado civil y en lo criminalístico, filiación o señas particulares de cada cual”<sup>33</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>34</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>35</sup>

“Es la cualidad de una cosa que hace que ésta sea ella misma, diferenciándose de cualquier otra”<sup>36</sup>

“Reconocimiento y comprobación de que una persona es la misma que se supone o busca”<sup>37</sup>

<sup>32</sup> Arminda Reyes Martínez. Op cit. pág. 1

<sup>33</sup> Manuel Osorio. “Dicc. De Ciencias Jurídicas, Políticas y Sociales”. pág. 797

<sup>34</sup> Guillermo Cabanellas. “Dicc. Enciclopédico de Derecho Usual”. Pág. 327

<sup>35</sup> Raúl Goldstein Op cit. pág. 565

<sup>36</sup> Arminda Reyes Martínez. Idem. pág. 3

<sup>37</sup> Guillermo Cabanellas. Idem. pág. 329

“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>38</sup>

De esta manera 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.

## **2.3 Sistemas de Identificación**

### **2.3.1 Antropometría Forense**

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

---

<sup>38</sup> Manuel Osorio. Op cit. pág. 798

se 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.

Aproximadamente en el año 1840, el estadístico belga Quetelet<sup>39</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, alcalde de la prisión de Lovania, quien en 1860 procedió a medir manos, orejas, pies, bustos y estaturas de delincuentes.

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>40</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 1° de septiembre de 1895, en el Gabinete Antropométrico de la cárcel de Belén; por moción del regidor Antonio Salinas C.; quien tomó de la proposición del Dr. Ignacio Fernández Ortigoza, médico forense del D. F., la justificación y motivo suficiente para la realización de dicho Gabinete.

---

<sup>39</sup> Jacques Quetelet Lambert Adolphe. Murió en Bruselas en 1874; Se le considera el padre de la estadística moderna.

<sup>40</sup> Harry Söderman. "Policía, Planeación y Métodos Modernos". Pág 98.

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 dactiloscópica, 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.

El sistema Antropométrico se basa en tres principios fundamentales:

1. La estabilidad en el crecimiento del esqueleto humano desde los 20 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.
2. La múltiple variedad de dimensiones que presenta el esqueleto humano comparado un ser con otro. En consecuencia, es imposible encontrar dos seres humanos que tengan los huesos exactamente iguales.
3. La relativa facilidad y precisión con que pueden verificarse las mediciones del ser humano, toda vez que los instrumentos que se pueden utilizar son de materiales y diseños sencillos.

El sistema Antropométrico tiene el inconveniente que las medidas de un sujeto varían con la edad y no es aplicable de maneras 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.

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 antecedentes o 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, solo hubo muy contadas ocasiones en que nuestros antepasados europeos y americanos mostraron interés en las impresiones dactilares.

El mérito de haber adoptado impresiones dactilares para fines comerciales corresponden 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.

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

El criminólogo alemán Robert Heindl<sup>41</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 (906 - 618 a. C.).

Más tarde los chinos inventaron un 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 sus sistemas de clasificación del chino<sup>42</sup>.

La Dactiloscopía, o sea la identificación por medio de huellas dactilares, fue descubierta simultáneamente 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 vio; y ambos negaron haber tenido conocimiento previo del uso de las huellas dactilares para fines de identificación.

La historia continua, 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 recién inventado microscopio, descubrió también las figuras de las líneas papilares en la cara palmar de los dedos, a los que les atribuyo funciones fisiológicas y efectuó

---

<sup>41</sup> Gracias a su iniciativa se extendieron las investigaciones y estudios sobre impresiones dactilares y su historia.

<sup>42</sup> Harry Sôderman. Op cit. pág. 116

algunas observaciones sobre sus formas<sup>43</sup>. Pero ni él ni Purkinge<sup>44</sup>, pensaron en utilizar tales dibujos para fines de identificación.

Muchos han sido los aciertos de la Dactiloscopía 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 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 adoptados por un científico inglés que dio a la dactiloscopía 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 como primer punto y la creación de un sistema más práctico y eficaz por último.

De manera similar, el residente argentino de nombre Juan Vucetich, clasificó las fichas con los signos utilizados por Galton. Poco después aumento 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 entre otros; siendo adoptados desde 1901 por Scotland Yard.

---

<sup>43</sup> Arminda Reyes Martínez. Op cit. pág. 21

<sup>44</sup> Su tesis presentada en 1823 presentó nueve clasificaciones: mismas que influyen de manera determinante para lo que se conoce como Sistemas Identificativos.

La palabra "Dactiloscopía", hoy aceptada en el mundo entero, fue inventada por un ingeniero argentino de apellido Latzina, 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 Dactiloscopía 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 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.

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

- 1) 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 foto gráfico y las copias que sucesivamente se vayan obteniendo de éste.

- 2) 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.
  
- 3) 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 necesario hacer notar, 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 vello 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 y la dermis. 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 figuras 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 las fusión de tales islotes, por tanto, el número de poros sudoríferos, representa el número de islotes que se funde en una línea. Desde el punto de vista de la identificación, las líneas de fricción o de contacto se dividen en tres grupos:

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 las 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 "Cresta Papilares" y las depresiones entre cada saliente con el de "Surcos Interpapilares".

Estas crestas, se encuentran separadas por estos surcos interpapilares que son finísimos; como el lomo de la cresta tienen multitud de orificios microscópicos conocidos como "poros", por los cuales se expele sudor y grasa natural, ésta sección de los poros, contiene de 98.5 a 99.5% de agua y de 0.5 a 1.5% de materia sólida; de ésta 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.

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.

### **2.3.3 Embalaje de Huellas**

Por otro lado, es conveniente precisar que respecto al embalaje de huellas, en caso necesario; deberá procurarse que los objetivos remitidos no toquen las paredes de la caja en que se guarden; también no 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 como algún reactivo adecuado 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 perfectamente de un color que forme contraste con el reactivo usado para el revelado; una vez realizado este procedimiento la huella esta 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 es preciso tener consideraciones prácticas cuando se han descubierto huellas en algún lugar en que se ha cometido un ilícito.

### **2.3.3.1 Huellas Latentes**

Las huellas digitales latentes se producen al ser depositada la grasa natural que se encuentra en las mano, y por el sudor que expelen los poros o glándulas sudoríferas, que en el los casos de comisión de hechos ilícitos se encuentran altamente estimuladas por la tensión nerviosa de quien va ha 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 aquellas sustancias similares.
- Huellas visibles — Son aquellas que están impresas en colorantes naturales o artificiales como la sangre, e inclusive la mugre; pinturas, tinta 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 invisible bajo la luz directa; pero con luz indirecta puede descubrirse y una vez revelada utilizarse. Por lo general son éstas últimas el tipo de huellas que se encuentran con relativas 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 al procedimiento de revelado, embalaje y materiales a emplear con respecto a los dos tipos restantes.

Lamentablemente el hecho de que este 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 incluyen 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 una sola fotografía constituye una prueba eficaz de que se han encontrado impresiones dactilares en determinado objeto.

### **2.3.3.2 Sistema Automatizado de Identificación para Huellas Dactilares**

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 Dactilares (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 Francisco J. Tello Flores<sup>45</sup>, 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 la habilidad del ser humano en aspectos como clasificación, búsqueda y confrontación de huellas dactilares.

---

<sup>45</sup> Francisco J. Tello Flores. "Medicina Forense". Pág. 421

## *COMPONENTES*

- Lector óptico con un programa digitalizado 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 huellas nuevas 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 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 SAIH 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 adquirir 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 latente. 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 explota y digitaliza huellas dactilares vivas, para crear tarjetas decadactilares de imagen de computadora, que elimina el proceso de entintar y rodar la huellas dactilares en el momento posterior al arresto. Existe un gran riesgo en todo esto ya que conforme se desarrolle la tecnología, éste tipo de sistemas irá más allá de las agencias gubernamentales, haciéndolos más accesibles para todos, y es una 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 adoptando el FBI, ya disponible de manera piloto y que es consultado actualmente por más de 100 000 peticiones electrónicas remotas diarias (en E. U.), ya que ofrece el archivo delictivo completo, de existir determinada persona, así como su

huella o viceversa, 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.

#### **2.3.4 Odontología Forense**

La Odontología Forense es un método de identificación que trata del manejo y examen adecuado de la evidencia dental y de 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 las terapéuticas, forman 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.

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 método 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 con 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.

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 en sus investigaciones periciales, en la identificación de cadáveres o restos humanos, aplicando todos sus 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, restauración y accesorios de apoyo.

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, o como el caso de aeronaves del Perú sucedido en el Estado de México en 1980.

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

La mayoría de los Cirujanos Dentistas en su práctica diaria llevan a cabo un registro de sus pacientes a los cuales se le 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 Servicio Médicos Forenses como desconocidos. En los cuales hay áreas de aplicación como la antropología, diagnóstico de edad, raza y sexo, diagnóstico del niño maltratado, evaluación radiológica, examen de los senos, examen de mordeduras, hábitos personales e identificación en homicidios (en masa o individuales).

### **2.3.5 Radiología**

En el año 1895 a un hombre llamado Wilhelm Conrad Röntgen, 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 mayor 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 atravesar casi todos los cuerpos opacos, ser absorbido por ciertos materiales, una propiedad de carácter químico, reduce el bromuro de la 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 debido principalmente a que el tejido óseo se conserva durante meses e incluso años, preservando todas sus características estructurales.

El 7 de abril de 1934, el Dr. Luis Delcros presento una tesis doctoral que titulo "Ensayo de un método radiográfico de identificación", a base exclusivamente de los rayos "X", este 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 radiografía 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 necesario la remoción de tejido para el examen de laboratorio.

El examen radiológico comúnmente se realiza sin quitar el tejido y debe de llevarse a cabo de al principio de 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 renovarse 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 compara con las películas post mortem ayudando a establecer una identificación positiva.

La moderna tecnología de la información ha llegado a la aplicación forense; logrando cambiar 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 equipo 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 el color 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 solo puede utilizarse en odontología forense sino en diversos tipos de reconstrucción con fines de identificación en restos humanos.

La última mejora en este 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 grados 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 un 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.

### 2.3.6 Superposición Radio-Fotográfica Cráneo-Cara <sup>46</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 rente 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 34* 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

---

<sup>46</sup> Técnica actualmente utilizada en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

respeto 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>47</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.

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

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

---

<sup>47</sup> Junger Thorwald. Op cit. pág. 36

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 fotoradiográfica cara-cráneo”<sup>48</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>49</sup>.

---

<sup>48</sup> Héctor Soto Izquierdo. “Actualización en Identificación Médico-Legal”. Pág. 8

<sup>49</sup> Memorias del Simposium Internacional de Medicina Forense. Sociedad Mexicana de Medicina forense, Criminología y Criminalística. Julio de 1985.. pág. 12

- 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).
- También puede efectuarse superposición de la imagen recogida de un cráneo en rayos "X" y se compara con la fotografía del sujeto investigado.

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 a 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 Mordedura Humana**

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.

Siguiendo las ideas del maestro Raffo se puede decir que se les encuentra no sólo sobre la víctima; puede presentarla 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 excoriaciones en una huella de mordedura, se origina una especie de arrancamiento de la epidermis, fluye linfa y la excoriación se humedece si además se lesiona el tegumento, sangra y se forma corteza emética.

Cuando la excoriación no presenta rastro 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.

Detalles de conjunto:

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

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 con que mordió.
2. La acción de la lengua, labios y carrillos del victimario.
3. Estado mental del victimario al infligir la mordida.
4. La región del cuerpo donde fue infligida 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 riesgo permanente de las huellas de mordedura en el sitio como se encontraba originalmente, ya que hay también cambios en la 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.

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 como el propósito de comparación.

#### **2.4.2 Pelmatoscopía**

El término Pelmatoscopía, 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 pelmatoscopía 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, cenizas, 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 terminar 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

## **2.5 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 aquellos que pudieran tener más adelante la posibilidad de utilizarse de manera alternativa a los existentes y que brinden verazmente elementos de confiabilidad más certeros.

### 2.5.1 Identi-Mat 51

Elaborado con algunos elementos de la quiroscopía, 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.

- ❖ 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)

Como podrá apreciarse, este sistema de identificación solo es funcional en aquellos casos en que existe un convenio entre la autoridad y quien es registrado con la tarjeta respectiva, pues se debe obtener la “tarjeta pase”, lo cual descarta completamente su utilización con fines forenses, por que ya se

mencionó su costo es elevado, y su uso práctico sería en las grandes empresas que pueden gastar en su seguridad. Sin embargo para cuestiones de sistemas de seguridad puede ser muy útil, se le considera con muchas posibilidades de aplicarse correctamente. Y con un margen de error sumamente pequeño.

### **2.5.2 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 diferenciarlas 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 corresponden 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.

### 2.5.3 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 constituye los tatuajes, de los cuales se ha dicho que son cicatrices elocuentes.

La palabra tatuaje es de origen polinesio y fue divulgado 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 las 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 brazos, dorso de las manos, los brazos, el abdomen, el tórax, muslos, piernas, rostro, espalda, nuca, pie y órganos sexuales.

Las conclusiones que algunos autores establecen son:

Los tatuajes rojos duran muy poco, entre uno y dos años.

Los que son hechos con pólvora desaparecen lentamente.

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 1 000 watts, a una distancia aproximada de 20 centímetros, por encima de la piel tatuada y durante unos cinco minutos; así la epidermis se desprenderá con relativa facilidad y lo dejará al descubierto.

#### **2.5.4 Identi-Kit**

Conscientes de que a cada minuto se lleven a cabo asaltos, robos, raptos, violaciones y un sinnúmero de delitos más a través de toda la ciudad, toda vez que los sistemas de identificación aplicables a muchos de estos 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.

Pasando a 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 fisonómicos 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.

Literalmente el término *Identi-kit* significa "equipo de identificación", 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 más real y parecida al sujeto o individuo que se pretende identificar, lo cual es inclusive menos traumático para la víctima o testigos.

Dicho sistema es de tal facilidad que para ir creando las características faciales de determinada persona solo basta con presionar alguna de las ocho ventanas de trabajo que presenta la base (movimiento, escalas, remover, borrar, reversa, mezclas, pintura, 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 e Investigaciones Antropológicas de la UNAM, se encuentran elaborando un IDENTI-KIT, sólo que a diferencia del citado con anterioridad, éste sólo presente contemplar las características raciales típicas del perfil del mexicano.

### 2.5.5 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).

- ☞ Porcentaje de rechazo 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 el 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 como 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-IDENTIFY, 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, 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.

Queda claro en este capítulo, que las sociedades han tenido la necesidad de reconocer o identificar a las personas por medio de métodos y técnicas Criminalísticas, tanto en vivos como en muertos, y que no puedan ser confundidos con otras personas, o dado el caso, que un individuo quiera intentar acreditarse la identidad de otra y obtener beneficios, o evadir, la responsabilidad de actos jurídicos.

Es por ello que científicos como Quetelet, Bertillón, A. Martínez, Heindl, Faulds, etc, en su momento histórico, realizaron estudios e investigaciones, para sistematizar la identificación de personas por diversas técnicas, que van desde una simple huella hasta la información genética que posee el ser human, con la finalidad de diferenciar a una persona de otra.

Como se mencionó, un sistema de identificación debe de tener como características la perennidad, inmutabilidad y diversidad de constantes, con el objeto de seguir un procedimiento específico, es decir, técnicas forenses y cotejar la información que se tiene resguardada de una persona con la

evidencia o muestra que proporciona, en un momento dado, la misma persona, o rechazar la identificación.

Por lo anterior, es muy importante lo que se expuso de la Antropometría, ya que por ejemplo en los sistemas de identificación tradicionales, se medían las huellas dactilares, que son distintas en todas las personas; en la odontología se define la valoración dental, etc.; llegando en su importancia hasta los sistemas modernos o alternativos de identificación, que tiene el alcance de tecnologías avanzadas en donde se puede comparar mordeduras, tatuajes, huellas de pies, estructuras de la mano, retina del ojo, etc.

Todos estos sistemas por su tecnología son muy veraces y sobre todos confiables, tan es así, que ya se puede identificar también a una persona por su ADN, que se encuentra dentro de cualquier célula. Esto se estudiará con mayor profundidad en el siguiente capítulo.

**CAPÍTULO III**  
**IDENTIFICACIÓN ALTERNATIVA POR ADN.**

### **3.1 Principios y Generalidades sobre Genética**

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 se puede 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 se puede comprender por qué el hijo se parece a sus progenitores; como si fuera, un 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 ahí 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 tal forma, 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, con la fórmula única (de origen natural), que contiene el secreto de la vida misma de cualquier ser en este planeta.

### **3.2 Leyes de Mendel (inicio de las Leyes de la Genética)**

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.

Una vez en el monasterio, dedicó 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 los 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, una 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.

### 3.3 Características del ADN Y ARN

Casi todos los organismos que se componen de células, la vida se distribuye entre ellas en forma de procesos bioquímicos que son numerosos. Algunas células del cuerpo permiten el movimiento, otras transmiten mensajes, otras más distribuyen 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 los miembros de una organización de diez millones 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 animados) 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 de las sustancias albuminoideas, propios de las proteínas sintetizadas, siguen por naturaleza esa secuencia, cada gen, de manera indefinida. Para los genes, la estructura biológica que los contienen 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 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 instituciones 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, constituían 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 desoxirribosa, en tanto que en el ARN recibe el nombre de ribosa por poseer un átomo de oxígeno más.

La enorme cadena de ácido desoxirribonucleico 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 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 formará una base (A, G, y C), pero en lugar de timina contiene una base muy similar llamada "uracilo" 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-polimeriase. Esta proteína es la responsable de llevar 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 cuales 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, a salvo en el caso de gemelos idénticos.

Si se pudieran 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 puede 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>50</sup>.

Al ADN se le 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 de 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 una 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 distribuida en tres millones de escalones en esa sola cadena), ocuparía en aquélla, 375 millones de bytes de almacenamiento.

Todo el ADN contenido en una célula huevo humano (un óvulo ya fecundado), pesa alrededor de media millonésima de miligramo y mide diez millonésimas de milímetro. No obstante, en 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.

---

<sup>50</sup> David Suzuki. "Genética". Pág. 46

La forma de espiral o doble hélice de las moléculas de 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 la ser humano.

La información contenida en la molécula de ADN de cualquier organismo, es usada en 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 1 000 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 a la información genética suficiente como para reunir los aminoácidos en una cadena simple de aminoácidos, o polipéptidos. A su vez, los polipéptidos pueden unirse de nuevo en moléculas más complejas de muchas cadenas, denominadas proteínas. Un gen típico podría incluir unos 1 000 pares de bases en el ADN y unas 100 vueltas en la doble hélice del ADN.

El genoma humano, fisiológicamente es la condición 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 abarcan específicamente dos mapas distintos, pero complementarios; el primero comprende la secuenciación completa de los 3,000 de bases; el otro, la

ubicación precisa de los genes dentro de los cromosomas y su posterior descifrando para conocer la función exacta que realizan.

### **3.3.1 El Inicio de la Microscopía**

El ojo humano es capaz de enfocar y observar objetos situados a distancias que abarcan desde el infinito hasta cerca de 350 mm, por la estructura más pequeña que se pueda 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 prioridad. 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 un lado, el empleo del microscopio como una 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 2 000 veces. Con semejante magnificación, la célula humana media, que mide poco más de una milésima de milímetro, parece 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 en un periodo de tiempo extremadamente corto comparado con el del desarrollo del microscopio óptico, el microscopio electrónico 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 estos respecto al ojo desnudo; ha logrado la observación de partículas coloidales de todas las clases de 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 milímetros. 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 electro magnetos. Los electrones los emite un filamento de wolframio calentado, análogos 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" penetrando en carne y hueso. La imagen ampliada puede encontrarse en una placa fotográfica o en una pantalla de observaciones análoga a un televisor.

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.

### **3.4 Antecedentes Históricos de la Identificación por la Herencia hasta el ADN**

Como hemos podido ver, la herencia como ciencia y sus descubrimientos, no han sido casuales, sino más bien una serie de experimentaciones por científicos que se han dedicado en cuerpo y alma a dar una explicación de esta materia nada fácil.

Por ello haremos una pequeña reseña histórica y cronológica de los antecedentes, sucesos o científicos en las aportaciones que llevaron de la herencia a la identificación de las personas, ya que es importante para ubicarla en un universo de aplicación práctica e implementada por diversos países actualmente en la impartición de justicia.

- 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 a. C., se escribe en la India textos metafóricos sobre la naturaleza de la reproducción humana.
- 1676, se confirma la reproducción sexual de las plantas.
- 1677, se contempla el esperma animal a través del microscopio.
- 1760, Joseph Köhltreuter 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 "Zoomanía" 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 detallaba ciertos descubrimientos y teorías acerca de la "descendencia con

modificación" de los seres vivos, llamada "Sobre el Origen de las Especies"; en la que afirman que los seres cambian 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 llamo "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 llamo "nucleínas" 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 cromatismo 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 trabajan con la nucleína, logran 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 descubrió 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 genéticas 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, Thomas Hunt Morgan propuso en la teoría de la unión-sexo de los cromosomas, que la primera mutación se daba desde la primera generación; experimento 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 esta 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 encimas 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 encimas.
  
- 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 en 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 físicoquímica 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 encima de ADN in Vitro.
- 1959, se conocía parcialmente el mecanismo de replicación en el 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 genética.
- 1966, Gobind Khorana encontró la ubicación de RNA mensajero el cual se localiza cada 20 aminoácidos.
- 1970, Hamilton Smith, aisló la primera encima de la restricción, y Hindi, Kent Wilcox efectuó trabajos sobre el conteo y reconocimiento de moléculas en sitios específicos de 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 al 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 llamada Somatostatín, fabricada con tecnología de ADN recombinante.
- 1981, tres equipos de investigación independientes, anunciaron el descubrimiento de genes humanos productores de cáncer. Se efectuó 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 ratón 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 aplicación de la prueba de reacción en cadena de la polimerización (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 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 esta 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 "ADN 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 cística, determinando que ésta se encuentra en el cromosoma 7 y que la causa de la fibrosis cística es una mutación de esta proteína.
  
- 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.

### 3.5 La Genética Forense en Busca de la 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 enzimático del material genético de los seres vivos y, consecuentemente, la aparición de la ingeniería genética molecular<sup>51</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>52</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

---

<sup>51</sup> Ibid. pág. 103.

<sup>52</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".

herramientas tales como la ingeniería genética, fusión celular y muchos bioprocesos más.

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.

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 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 sospechosos, 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 aún varios años después<sup>53</sup>.

Las bandas a que se hace referencia<sup>54</sup>, son aquellas que se pueden observar en a 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 serán 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, caucásicos, hispanos, etc., hecho que

---

<sup>53</sup> <http://ag.arizona.edu>.

<sup>54</sup> Estas "bandas" son conocidas también como VNTRs (Variable Number Tandem Repeats), contenidas en cualquier lugar de los 21 pares de cromosomas.

debe corresponder con el aspecto fisonómico del presunto o probable 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.

### **3.5.1 Procedimiento de Impresión del ADN**

#### DNA FINGERPRINT

- ❖ *Obtención de la muestra:* se trata de muestras 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 muestras 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 corta el ADN en sitios específicos liberando fragmentos de longitud variable.

- ❖ *Los fragmentos se sortean 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 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 grande 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 éstas, 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 consecuentemente.
  
- ❖ *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 segmentos "blancos", 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 una 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 del siglo pasado 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 aceptada 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 presenta, 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 regionales 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 los mecanismos básicos que subyacen a la herencia. Pero dado que el argumento de Darwin estaba basado en observaciones meticulosas, 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. Principios 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. Principios 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 conjunto 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 genéricos 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>55</sup>.

Este aspecto se apoya en que la naturaleza, solamente posee dos medios de introducir la variación genética en los organismos:

- ❖ Mutación genética.- que son los cambios azarosos en los mensajes genéticos de los genes o cromosomas; o sea, el cambio capaz de crear alelos nuevos en el acervo génico común de una especie.
- ❖ 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,

---

<sup>55</sup> Uno de los pilares de la moderna genética de poblaciones, es la Ley de Hardy-Weinberg, una ecuación matemática llamada así en honor de un científico británico y el 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.

esclarecer o corroborar con fundamentos científicos, la correlación entre el hecho o acto humano de una persona de X o Y población.

Las ventajas que ofrecen las técnicas de PCR y RFLP son:

1. Teóricamente todo el material celular de cuerpo humano, salvo los glóbulos rojos de la sangre pueden ser analizados y clasificados 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 concluir sospechosos, identificar víctimas a partir de sus miembros corporales, establecer parentescos 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 pueden ser la misma que aquella plenamente identificada en otro.

Estas múltiples aplicaciones de una huella, se fundamentan en la existencia de elementos peculiares y únicos que presentan 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 una 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, entre muchas poblaciones más.

Esta comparación proporciona un parámetro de búsqueda prácticamente inusual en nuestro país pero extremadamente valioso para un futuro seguramente próximo.

### **3.5.2 Técnica de la 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, históricas, inmunológicas, forenses, entre otras). Lamentablemente sólo una o dos de esas técnicas pueden servir para más de un área, tal es el caso de la PCR, cuya utilidad ha rebasado los límites imaginables, convirtiéndola en una técnica universal.

El método de la Polimeriaza Chain Reaction o PCR (reacción en cadena de la polimeriaza) fue inventado por Kary Mullis en 1986<sup>56</sup>, esta prueba es básicamente la primera reacción prolongada de amplificar núcleo-ácidos in Vitro (secuencias específicas de ADN de virus, bacterias, plantas o seres humanos, por pequeños que sean).

La preparación de polimeriaza<sup>57</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 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 polimeriaza de ADN estable al calor y que se obtiene a partir de una bacteria termofílica (bacteria que crece en las aguas termales llamadas *Thermus thermophilus*) y los cuatro desoxinucleósido-trifosfatos "bases del ADN" y de una cantidad

---

<sup>56</sup> Harbor Cold Spring, "Symposia on Quantitative Biology", págs. 263-265.

<sup>57</sup> La polimeriaza es la enzima duplicadora del ADN.

mínima del ADN muestra, como "iniciador". Al unir las bases se va formando un elemento con varios núcleos (polinucleótido), y libera los fosfatos, así el ADN sintetizado por la encima, es muy parecido al ADN muestra, salvo por algunos elementos. Sin embargo, la composición y ubicación de la huella genética es trascendental), se presenta 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 o 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.

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 sin los que se uniría 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.

Este método de la reacción en cadena de la polimerización 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 trabajan 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 un 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 peritos.

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 éstas técnicas 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 quienes fueron devueltos a sus padres 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), o de forma automatizada como en el caso de E. U. (efectuado por el FBI en los cuales una vez obtenidas las muestras

del ADN las delegan 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).

### **3.6 Otras Técnicas**

#### **3.6.1 Polimorfosis 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 generación 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 transplante, o para crear una genealogía más pura en especies animales o vegetales en los sitios de producción controlada o de investigación.

Técnicamente de acuerdo a la variación en el tamaño de los fragmentos de ADN una vez que han sido cortados por enzimas de restricción y 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 gel especial. En este punto los fragmentos serán expuestos a una

determinada cantidad de corriente eléctrica, que separarán las bandas en diferentes tamaños.

Como siguiente paso el ADN será extraído del gel en una membrana de nylon, estos segmentos son los 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, 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, y extremadamente lenta (varias semanas), lo que la hace poco práctica para los efectos de identificación rápida y precisa que se busca en este sistema de identificación.

### **3.6.2 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. Actualmente se emplea ampliamente a nivel mundial, y se usa además, en los laboratorios de investigación criminal en lo 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 un 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>58</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 nitrocelulas de tal modo que se producen en éstas los fragmentos que fueron previamente separados en el gel.

Ahora la lámina de nitrocelulas se sumerge en una solución que contenga una sonda de ADN que se hibridizan con el material empleado como sonda. La única restricción de transferencia por ésta técnica, es que requiere de grandes cantidades de muestras frescas de ADN, las cuales no siempre son posible obtener de una evidencia.

---

<sup>58</sup> Desplazamiento de las partículas en suspensión, hacia los electrodos, al hacer pasar una corriente eléctrica por las soluciones coloidales.

### **3.6.3 Amplificación de Longitud de un Fragmento Polimorfo (AFLP)**

Es una variante 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 diversos 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:

- ❖ 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.
- ❖ 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.
- ❖ Prueba del marcador radioactivo.- creación de reacciones en la hibridación, etc.

#### **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 en una situación poco común pero ideal. En ese sentido, el tipo de muestras que presentan con 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 a los sitios en los que se llegan a localizar objetos; se deberá considerar el tipo de hecho delictivo y una vez que se tiene los antecedentes generales seguirse la ruta de la posible comisión y considerar una serie de posibilidades del tipo de indicios que se pueden localizar.

A los siguientes indicios de origen orgánico y por ende portadores 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.

## **3.7 Obtención de Información Genética por Materia o Sustancias Corporales**

### **3.7.1 Pelo**

El examen de pelo en la investigación de una identificación 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.

Suele encontrarse pelo en las manos o ropas de una víctima, o en las ropas o armas del victimario en los que suelen 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.

Las muestras de pelo como las de la sangre deberán protegerse escrupulosamente para conservarlas bien, ya que el exponerlo 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.

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 suficiente como para identificar a una persona ya que en esta área del pelo es muy escaso. Por una 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.

### 3.7.2 Sangre

Este tipo de indicios 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.

#### Procedimiento

Este tipo de 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 los laboratorios serán determinantes para la confiabilidad de los resultados (equipos de vidrio, reactivos y soluciones para lavado).

Por otro lado 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, se efectúa con proteínas que aíslan los diversos elementos de la muestra y después se trata con soluciones de fenol lográndose la precipitación del ADN con alcohol.

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 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 encima 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.

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; del ADN existente por milímetro de sangre, cuando con este procedimiento es de más del 50%, pudiéndole 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 la interrupción por alguna causa, el proceso se puede suspender en cualquier momento y los tubos se pueden guardar por horas a temperatura ambiente, para posteriormente continuarlo.

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 indicios encuentra su mejor ejemplo en el sistema CDE (Extracción Centrífuga de ADN), creado en el Instituto de Biología Molecular de Engelgard, 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 cause 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 bioquímicas y biotecnológicos. El CDE obtiene el ADN puro en un tiempo promedio de 15 a 20 minutos. Como todo sistema automatizado o adaptado presenta limitaciones pero, éstas son básicamente las que determine el procedimiento en el que se emplee.

No obstante, la sangre tal como es, representa dificultades para proporcionar ADN inmediatamente, debido a la presencia de gran cantidad de

proteínas 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).

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 indicios para determinar el tipo de actividad que allí se ha efectuado y qué las ha 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>59</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.

### 3.7.3 Semen

El semen, líquido incoloro y adhesivo proviene 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

---

<sup>59</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.

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 no 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 fuente fluorescente. Aunque el examinador localice estas manchas bajo la luz ultravioleta, tendrá que distinguirla 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 requiere 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 del 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).

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 frecuentes que contenga 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 ahí 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>60</sup>, que proporciona evidencia confiable de la presencia de semen a pesar de la ausencia de espermatozoides.

### 3.7.4 Saliva

La saliva es un fluido orgánico, permanente, producido por tres pares de glándulas (parótidas, submaxilares y sublinguales), y es el cuerpo humano adulto, produce aproximadamente un litro de saliva por día. Además facilita la deglución y mediante las enzimas ptilina 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 en 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 mordeduras, 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

---

<sup>60</sup> Francisco Javier Tello Flores. Op cit. pág. 212.

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.

### **3.7.5 Orina y Sudor**

Este 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 la ropa, 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 ADN, son células epiteliales provenientes de algún órgano o de determinada sección del cuerpo.

### **3.7.6 Meconio y Líquido Amniótico**

A estas manchas se le llama obstétricas o ginecológicas y de 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.

### **3.8 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: músculos, nervios, piel, uñas, órganos, mucosa, huesos, etc.

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.

### **3.9 Algunos Casos de Identificación por ADN**

El sistema de identificación no solo 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, casos donde la víctima se encuentra 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 casos, básicamente en el aspecto penal, que se han podido resolver por medio de una identificación por medio del ADN positiva, tanto en el país vecino como en el nuestro, y un ejemplo de estos casos son los siguientes:

#### PRIMER CASO

En el estado de Virginia, en los Estados Unidos una persona de nombre Joseph Roger O´Dell III, estuvo casi en prisión 10 años por un homicidio que no cometió y que solo a la prueba de ADN se pudo comprobar. El 6 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 él 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 solicitó la comprobación por ADN, la cual demostró que los patrones que presentaba la sangre localizada en las ropas del presunto NO COINCIDÍAN con la hallada en la víctima.

Este proceso por diversas causas duró casi 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 arma por medio de la declaración de la víctima, que manifestó que había sido atacada sexualmente y sufrido introducción de un objeto. Fue localizada a varios kilómetros del lugar de los hechos un arma de 9 mm, la cual fue entregada por el alguacil Washoe C. de esa ciudad. Posteriormente se aplicó la prueba de la PCR para amplificar, mediante la recolección de células epiteliales, esas células y obtener así su ADN, y posteriormente la huella genética de esas células, y éstas mismas se sometieron a comparación con la información que proporcionó la víctima en los estudios que se le practicaron después de su declaración, pudiendo así corroborar su versión, ya que en el arma se localizó la presencia de fluido vaginal con gran cantidad de células epiteliales de la víctima, que no solo 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, en 1996

mediante análisis de ADN, logró determinar en una averiguación previa iniciada en la agencia 47 por violación de una menor de 12 años a la fecha de la investigación (después de haber transcurrido 7 años de abuso sexual). Este individuo resulto ser su padre, ya que el presunto aseguraba que no era su hija, que era hija únicamente de su esposa. No solo se determinó que sí era su padre, sino que era el responsable de la constante violación de la menor, toda vez que se efectuaron análisis y comparaciones del indicio biológico depositado en el cuerpo de la menor y la muestra de semen que se obtuvo directamente de él siendo el mismo.

#### 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 lo cual siempre se cuenta para poder integrar de manera adecuada una investigación.

En ese sentido en los últimos años la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJDF), apoyó en la investigación del homicidio de una recién nacida de la cual solo 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 adecuado 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.

#### QUINTO CASO

A finales de los 90's, se ha efectuado 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 de 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 este 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 presunto corresponden al mismo individuo. Situación que tuvo como resultado, la inmediata consignación del delincuente, quien al parecer había resuelto 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.

### **3.10 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>61</sup>).

Otra interpretación consiste en la característica crucial de la medición, y se refiere a la congruencia, precisión, objetividad y consistencia en una

---

<sup>61</sup> "Diccionario Enciclopédico Ilustrado". Op cit.págs. 737, 845.

investigación. Esto es, la confiabilidad se refiere a la estabilidad, la certeza, así como la constante presencia de las de las condiciones de medición<sup>62</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 la hipótesis planteada.

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 el grado de confiabilidad en las pruebas utilizadas permanezca estable, es necesario mantener las variables y que estas 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 lo resultados.

En este sentido podemos considerar los siguientes parámetros:

CUADRO 3.1  
Confiabilidad de la prueba

TIPO DE PRUEBA	% MÍNIMO DE CERTEZA
Orientación	75
Confirmación	95

<sup>62</sup> Nakahodo Rivera. Op cit. Pág. 327.

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 ahí 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 este sentido se puede 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 directa; pero para que ambas existan debe presentarse el presupuesto determinante a la interpretación de resultados alrededor de la cual se encuentran diversos aspectos que la fundamentan y la validan.

La interpretación del 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 de 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 persona.

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>63</sup> y meiosis<sup>64</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.

---

<sup>63</sup> Modo de división de las células, en el que una sola célula genera dos células hijas genéticamente idénticas.

<sup>64</sup> Modo de división celular en que la célula madre diploide (46 cromosomas), genera dos células reproductoras haploides o gametos (23 cromosomas).

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 valiosos ya que nos proporcionaría datos genéricos sobre su posible permanencia 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.

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 como aplicación forense:

"Es difícil definir el límite preciso que en principio o descubrimiento científico pasa de la etapa experimental a la etapa práctica. En algún punto de esta zona intermedia hay que reconocer que dicho principio o descubrimiento posee validez como evidencia; y aunque las 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>65</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 tiempo 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.

Es así, que en este capítulo se puede concluir la incesante inquietud que tiene la humanidad por descubrir, experimentar y en ocasiones modificar las calidades de las especies, por medio de la herencia, en su beneficio. Pero es hasta que el científico Gregor J. Mendel proporcionó la metodología, de sus famosas Leyes de la Genética, para que fuesen el fundamento de muchos

---

<sup>65</sup> Jhon Zoderman. Op cit. pág. 81.

estudios y que pudiesen aportar un sin fin de descubrimientos, por medio de otros científicos, para crear la Genética Moderna como una ciencia que ha dejado un profundo avance en el conocimiento del hombre.

Uno de los descubrimientos, con apoyo del avance de la tecnología, que dieron una connotación real de la transmisión de las características de una persona a otra, fue el de los ácidos nucleótidos (ADN y ARN), que son el material transmisor de los rasgos específicos aportados por los progenitores y que en ninguna persona son iguales; no omitiendo la complejidad de las estructuras del ADN y ARN, que se encuentran en el núcleo de la célula y que son poseedores del mensaje genético, siendo descubiertos ha base de muchos descubrimientos parciales.

De ahí que se llega al tema que nos interesa, que es, como se fueron dando los acontecimientos históricos de estos descubrimientos para llevarnos a la identificación de personas por diversas técnicas hasta identificara las personas por su ADN.

Estos acontecimientos van desde los pensadores filosóficos, el descubrimiento del microscopio, las teorías de Darwin, Flemming, Waldeyer, etc., hasta la técnica aplicada de la PCR, Southern, RFLP y otras, para dar nacimiento a la Genética Forense.

Este moderno laboratorio forense, junto con la Biotecnología, son apoyadas por técnicas específicas del ADN, para demostrar que una molécula alcanza una "huella" que puede tener características definidas y únicas que se

pueden digitalizar en razón de horas, con la finalidad de identificar las muestra que se presentan y compararlas con otras archivadas.

Por tal motivo, como se vio, el ADN se encuentra en todas las células de la ser humano, lo que nos indica que éstas se encuentran en cualquier materia o sustancia del hombre, como la sangre, saliva, huesos, etc., y que pueden aportarnos la base de lo que pretendemos estudiar: la veracidad de una muestra de identificación para la creación de un Banco Genético, donde estas muestras se deberán de tomar de las personas involucradas en un hecho judicial, y puedan ser consultadas por autoridad competente.

En el siguiente capítulo, se hacen las consideraciones necesarias para la implementación de un Banco Genético y alcanzar la modernidad técnica y jurídica que en otros países ya se cuentan.

CAPÍTULO IV  
CONSIDERACIONES LEGALES

## **4.1 Consideraciones Específicas para la Creación de un Banco Genético**

### **4.1.1 Obstáculos que se Presentan para la Creación de un Banco Genético**

El término obstáculo significa en su mejor acepción, un impedimento. Un impedimento es la situación o circunstancia que con su presencia obstaculiza la continuidad, culminación o término de algo, es decir, es una causa ajena o bien por algún error personal, que determina la no ejecución de un procedimiento o ejercicio de algún experimento que se esta realizando.

Hablando de nuestra investigación, en cuanto a la impresión por ADN, al igual que cualquier otra técnica experimental de origen científico, es susceptible de sufrir algún tipo de afectación, la presencia de algún tipo de contaminante o la presencia de algún impedimento, esto desde luego puede verificarse en cualquiera de los procesos que conforman la técnica, e inclusive de aquellos de índole personal o descuidos del personal que la rodean, siendo estos últimos en los que se enfocan los siguientes apartados.

### **4.1.2 Económicos**

Existen dos aspectos que se pudieran considerar bajo este rubro, y que rodean los medios o recursos en que se basa la obtención del material

genético, en alguna de sus aplicaciones técnicas, humanas o formales, como lo son: agropecuaria, médica, jurídica u otra.

En su primer aspecto, podemos considerar a la tecnología usada para desplegar la técnica de 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, las cuales son unas pipetas denominadas *micropipetas*, éstas 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 \$ 3,000.00 pesos si se comprara desde México, toda vez que el valor del dólar en nuestro país es poco estable desde hace algunos años y ocasiona que si se requieren necesariamente, se pagaría al precio del dólar en el cambio que se encuentre.

El costo del equipo es verdaderamente inalcanzable para el ciudadano normal, el cual tiene un alcance en el manejo de su cuenta personal de tres o cuatro dígitos, de ahí que en nuestro país sea muy difícil tener la posibilidad de que laboratorios independientes o particulares puedan ser costeados, para ofrecer un servicio de análisis al público como en otros países (Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Reino Unido, etc.), donde inclusive existe fuerte competencia al respecto; de manera que en lo que se refiere al análisis de ADN en México, permanece solamente a la capacidad económica 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 cuantía económica del recurso genético, es decir, toda vez que cuando una

técnica científica explota este tipo de material, 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, como ya ha ocurrido en otros países.

Un ejemplo de esa valorización efectuada sobre el recurso genético la acostumbramos 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 o cultivar una nueva especie, resulta imposible estimar su precio"<sup>66</sup>.

### **4.1.3 Éticos**

Otro problema que se plantea al progreso científico tecnológico no consiste en las técnicas, medios o en los métodos en cuanto a los que se van a aplicar, ya que éstos en gran medida están resueltos; sino en la determinación de los fines del uso de éstos 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 uso y probablemente su abuso.

No cabe duda que el problema de la manipulación genética en cualquiera de sus aspectos, como se comprende actualmente, es muy

---

<sup>66</sup> Walter F. Kugler. "Acerca de la biotecnología y de la diversidad genética". Pág. 80.

compleja; por lo tanto no se puede plantear una estrategia única para abarcar 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 con la experiencia de otros países, 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 o de otra naturaleza, en pro de factores imprecisos pudieran sobreponerse a los derechos y valores humanos.

Finalmente, hay que crear conciencia sobre la presencia de innovadoras herramientas que surgen día con día con las que es posible generar nuevos alcances, 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 y de lo que pretende alcanzar.

No olvidemos el abuso de las tecnologías nuclear y biológica para la fabricación de armas de destrucción masiva. 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 nuevos retos planteados por la genética no son presentados por el supuesto progreso científico, sino por la modificación de los parámetros éticos tradicionales en pos de controlar la vida, y sobre poner el poderío de quienes tiene el alcance de estas tecnologías.

El problema es que las enormes ventajas comerciales que se perfilan en el horizonte por los dueños de estas tecnologías, trivializan totalmente el tema y tiran a la basura rápidamente todas las consideraciones éticas. Existen muchos millones de beneficios potenciales en este momento, no solo en este campo de la información genética, en el que se invierte más del doble, económicamente, de lo que por ahora se puede obtener por ventas, teniendo una visión futurista. Llegándose de esta manera a un punto en que todo, hasta la ética, posee ya una justificación.

Retornando, 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 de ésta información, permite al individuo manipular su forma de vida en beneficio propio, como por ejemplo saber que tipo de enfermedades están latentes en su cuerpo, en esferas no clínicas esta información pudiera ser manipulada por instituciones para provecho económico 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 ha conocido en otros países, una realidad de los conflictos que ya se han suscitado por su uso "no autorizado por el sujeto" en la información genética con fines distintos a los que inicialmente se pretendía.

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 presenta en la interminable forma de la discusión; sobre el derecho de la sociedad científica o jurídica en conocer la información característica en los individuos, y el derecho personal a poseer esta información de manera confidencial.

Éste conflicto de intereses sólo se puede terminar si se considera al consentimiento del sujeto *inalienable*, ya que este es absolutamente esencial en todo el mundo conforme al derecho natural que todos poseemos. Eso querrá decir que la persona involucrada debe gozar de capacidad legal total, para consentir. Debe estar libre de cualquier desinformación para decidir, sin intervención de elementos como la fuerza, engaño, coerción, superchería, fraude o cualquier otro de desconocimiento.

La posibilidad de que no se presente alguna de las consecuencias 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 alcances 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 de ejercicio,

con pleno 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<sup>67</sup>.

#### **4.1.4 Humanos**

Este tipo de obstáculos son claramente técnicos, pero no propios del método o sistema utilizados, sino de la capacidad personal de quien 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 técnico, es indudablemente: *la contaminación*, siendo este el peor enemigo de cualquier científico o investigador, y 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 o material ajeno, en cualquier etapa de la prueba, contaminaría todo el proceso y disminuiría la confiabilidad de los resultados obtenidos. De hecho, este es un tipo de error humano, ya que es posible 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.

El problema de la contaminación es muy importante ya que los resultados variarán, toda vez que la contaminación definitivamente modificará

<sup>67</sup> Paulina y Francisco Bolívar. "Bioética y Derechos Humanos". Pág 159.

la posición, cantidad y tamaño de las bandas que tenía la encima en realidad; de manera que al efectuar la separación de bandas por electrofóresis, la huella no será la real, se encontrará falseada, poco certera y nada confiable y por ende inservible. Este tipo de error solamente es atribuible al ser humano ya que es él quien manipula directamente las muestras en el proceso a lo largo del desarrollo de la prueba<sup>68</sup>.

En este punto, la prueba de ADN no sería del todo confiable, pero cabe aclarar que es debido a un error por descuido, 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 solo presenta un margen de error posible y predeterminado (error de laboratorio), sino que se le puede agregar también aquel 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 esta posibilidad; puede ser necesario que se considere.

Además no se debe confundir con los genotipos poblacionales, los que *SI* se pueden presentar en varios individuos de manera muy similar, hasta llegar a confundir (error de interpretación) los que se toman para las

---

<sup>68</sup> <http://ag.arizona.edu>.

muestras médicas con fines biológicos, 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, este hecho constituye un error eminentemente humano, ya que solo se presenta en los casos en que no se posee la habilidad necesaria para separar en cada procedimiento el material sin contaminación, o por el equipo mal saneado que contenga muestras de otro análisis anterior.

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, estimación científica o estadística que se considere 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 puede llegar a mezclar 2 genotipos diferentes o más, y si se desconoce que sean de distintos individuos, seguramente aportarán un genotipo que en realidad no existe, toda vez que se tendría que fuera la combinación de varios genotipos(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 una clínica particular, debido a que son

efectuados por seres humanos y el ser humano no es perfecto, aunque si perfectible.

#### **4.1.5 Legales**

De la impresión del ADN se ha dicho mucho, que es confiable, innovadora, certera, rápida y de lo último en tecnología para la investigación de un crimen o la identificación de personas. 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 lo 80's, el identificar a un individuo por medio de su genotipo único, se convirtió en rutina en los países que los emplearon. Esto tuvo como respuesta inmediata que muchas cortes y tribunales agilizaran sus sentencias con base en los dictámenes que tuvieron por esta prueba; 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, solo se les dé validez cuando exonere a un acusado, y muchas más han influido para que se ponga en tela de juicio pese a cualquier argumento científico por importante que sea. Dando origen 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 solo 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, 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 internacional para tales efectos, de la cual se podrá tomar para un apoyo en la aplicación de nuestras normas.

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 materiales susceptibles de aportar ADN para una investigación (independientemente de quien pida su análisis, en el caso de Estados Unidos), se maneja 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 deben ser tratados adecuadamente, siendo que su estudio y sobre todo su resultado puede llegar a determinar la vida o hasta muerte de una persona, como ya ha sucedido.

- El hecho anterior constituye un obstáculo legal, toda vez que por esa falta de precisión o regulación, son 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 su información genética, como la que ofrece la impresión del ADN, sólo por el titular del derecho, en lo cual es completamente controversial tal situación en cuanto a que sea conocida y utilizada públicamente; esto constituye la principal demanda de todo individuo ante la sociedad, por lo que se refiere a la integridad de una persona, que en dado momento podríamos asignarle el calificativo de "Seguridad". Seguridad en la que toda persona de derecho puede invocar en no ser molestado en su integridad física.
  
- Sin embargo la otra cara de la moneda es el hecho de que cualquier individuo tiene culpabilidad o responsabilidad respecto de un hecho o circunstancia que se pudiera manejar como "utilidad pública" desde el punto de vista del Estado (obviamente), en cuanto a la sujeción de un proceso por alguna acción jurídica que recayera en al individuo, lo cual no es apelable ni enjuiciable, es perfectamente defendible contra cualquier Estado que persigue la impartición de justicia. 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 prueba o como otra parte de evidencia; aquí el punto sería, ¿qué parámetro utilizar, para

aportar al criterio de un Juez, la utilización de estos estudios?, 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>69</sup>, comprende no solo 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 ejercer nuestro libre albedrío a cada momento, al decidir sobre ella en nuestros alcances y ejercicios, ante los demás y ante el Estado; hasta se nos premia y condecora en muchas de las veces en que se arriesga<sup>70</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 en 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

---

<sup>69</sup> María T Bergoglio. "Trasplantes de Órganos". Pág. 22.

<sup>70</sup> Francisco González de la Vega. "Derecho Penal Mexicano". Pág. 89.

de la existencia individual para la existencia social, bastante problemática, por cierto, no puede impedir que el hombre disponga de su propia vida”<sup>71</sup>.

- Otra opción de que presente algún otro impedimento, es el hecho de que en algunos lugares del mundo se ha limitado su uso legal, solo para aquellos 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 otras.
  
- En algunos otros lugares se han presentado situaciones que limitan su uso legal sólo a casos de importancia relevante, como los de índole 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 a los representantes del Estado, en donde se esté juzgando el asunto, lo que se convierte al igual que en el otro caso, en una cuestión de suerte.

## **4.2 Implicaciones y Repercusiones**

Dentro del desarrollo de cada Estado y del libre desenvolvimiento de las instituciones que se desarrollan en él, surge la necesidad de tener una identidad cultural y científica, para involucrarse de manera general ante el

---

<sup>71</sup> Zaffaroni. “Manual de Derecho Penal”. Pág. 412

incesante devenir de descubrimientos que realizan científicos del mundo a paso acelerado.

Por ello cada país debe procurar alcanzar los beneficios científicos que se dan, de manera general, por científicos de un mundo integral.

#### **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 manera tradicional de divulgar la cultura en que el exponente se dirige a todos aquellos ajenos al universo de la investigación científica y tecnológica, pero que también trata con los conocedores 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 aquellos profesionales que han dedicado alguna parte de su vida para divulgar o 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 inicio del conocimiento general, para que en ello se finque una conciencia básica y más profunda que culmine en el mejor desarrollo social, económico, legal y tecnológico de los pueblos<sup>72</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 divulgar 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 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 la siguientes medidas fundamentales:

- Informar y orientar con autoridad a la sociedad, ésta autoridad científica, debe responsabilizarse de los avances del conocimiento en cuestión
  
- Incorporar esos conocimientos en sus modos de vida, costumbres y profesiones, cualquiera que sean.

---

<sup>72</sup> Marco A. Morales Gómez. "Primer Encuentro de Divulgación Científica". Pág. 48.

→ Orientar y estimular la vocación de un investigador, apoyándolo hacia el aspecto científico más que técnico, con una determinada aplicación, no solo conocer por conocer.

Bajo este concepto de culturización, sin propósitos de índole política o de alguna crítica social, se pretendería satisfacer de manera idónea, las particulares inquietudes de cada sociedad en su necesidad cognoscitivas, para que con mayores probabilidades, se presenten en el mundo socio-jurídico de este siglo, por medio de una sociedad con hábito de investigación.

Las sensaciones y emociones que dividen 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 aquellos involucrados, el compartir y aprehender con la mecánica de los científicos, el proceso mismo de descubrir la naturaleza humana, que a pesar de los avances tecnológicos, falta mucho por conocer. 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 permanente y la experiencia social y jurídica del lugar.

Los problemas que se podrían presentar tal vez, se encuentran 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 científica y responsablemente a las demandas públicas de eficacia y justicia.

Pensando que se puede dar ese tipo de divulgación cultural, estamos pensando en un público heterogéneo –que no tendría nada de malo-, 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 practicantes, de lo que pensamos, que ni idea tiene de todos los alcances científicos que conforman la institución para la que trabaja; y se consideran en éstas instituciones los que procuran justicia, y que este conocimiento, como base fundamental debiéramos tener cualquier ciudadano común.

Es una realidad que existe una gran ignorancia en cuestiones de investigación científica, que solo puede ser erradicada mediante el proceso de culturización de quienes lo necesitan o debieran poseerlo.

La culturización en la investigación científica puede no solo incrementar la libertad del individuo, al proporcionarle herramientas críticas y eficaces, sino que puede inducir a todo hombre en la creación de un ambiente propicio al desarrollo tecnológico, social, económico y jurídico para beneficio propio y del país, todo en un mismo momento, dándose las condiciones antes mencionadas.

### **4.3 Creación de un Banco de Datos Genéticos**

Es necesario precisar en este rubro el término de "banco de datos genéticos", por cada una de sus descripciones, para que se conozca los alcances institucionales en este trabajo:

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 bancos agropecuarios, de crédito, de descuento, de emisión, de exportación, hipotecarios, industriales, etc.

Es una preocupación actual, el generar la descripción de banco genético, y el de fundamentar y analizar su esencia.

Genes: son partículas submicroscópicas cargadas de información por las células humanas, animales, vegetales, bacterianas, virus y seguramente por todas las estructuras vivas aún desconocidas. Estas partículas constituyen los documentos representativos de los valores fisicoquímicos que constituyen el substractum, material último de la vida, y de las especies formadas de energía que permiten definirla. Son además los responsables de la creación de nuevos individuos y con ellos las propiedades de los hombres, transmitidas por el espacio y el tiempo, las cuales trascienden las razas, perdurando por siglos.

Tomando en consideración lo anterior, la idea de integrar un banco de datos genéticos, debe de tener como fin archivar, resguardar y consultar estas muestras por instituciones judiciales; siendo que no es nuevo el propósito, ya que podría iniciarse tomando en cuenta el inicio de otros países, tomando como base un archivo con las huellas dactilares, en donde se utiliza para formar precedentes de la identificación de personas.

Es pues, concebible por lo anterior, la posibilidad de la creación de instituciones con estructura bancaria, cuya función central sea el depósito y la custodia de los genes tomados por donaciones, depositarios o en los supuestos de las necesidades de individuos en certificar la identidad de su persona, para fines legales o de conflictos con autoridades judiciales.

De tal manera se piensa en instituciones coordinadas, normatizadas, con gerencia especializada, responsable del depósito, material real de los genes, de productos fenotípicos de los mismos, que implique su existencia y su naturaleza; conjunto de instituciones responsables también de la custodia, procesamiento y administración de la información, que por su naturaleza podría ser descrita de la siguiente manera:

*Banco Genético:*

Es el archivo del material genético humano, consistente en genes o material orgánico que implique su existencia y relación con la persona y que 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 sugiere la necesidad de establecer el banco genético y de normalizarlo a través de una legislación apropiada. Tales son en principio:

1. La existencia 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 la 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 II y teóricamente ha dejado de ser para todos los lectores del presente, un mero sustantivo cuya denotación no es ciertamente clara, y del cual sólo poseían la mera noción crepuscular de que "algo tiene que ver con la herencia".

#### **4.3.1 La Finalidad que Tendría el Banco**

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 consultada 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 los siguientes.

Información médica.- la constituye 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 podría ser las 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 algunas de las técnicas forenses existentes.
- Datos almacenados (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:

- Eferentes.- 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 prescrita.
- Intrínsecas.- las inherentes al propio banco genético, las condiciones de seguridad, secreto y nivel técnico de almacenamiento, así como lo 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, conde 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 pueden ser aplicados como por ejemplo:

- Juicios penales.- por desaparición forzada de familiares, sustracción o cambio de estado civil y falsificación de documentos públicos.
- Razones médicas.
- Reserva de patrones genéticos para asignación de derechos hereditarios.
- Reserva de identidad para inseminación y fertilizaciones.
- Identidad de adopciones, etc.

O tal vez la creación de un "Banco de Evidencia Biológica", lo que incluiría automáticamente a aquellas que aporten ADN. La frase anterior incluiría los siguientes aspectos: primero, aquél en que se refiera a cada tipo de evidencia y en el 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 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 encuentra los siguientes:

Estados Unidos con el CODIS o Banco Nacional de Datos, creado por el FBI que se encuentra en su funcionamiento piloto 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, Nueva Zelanda, Alemania, entre otros estudian el concepto.

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 1983, 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 intención 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.

#### **4.4 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 culturizar 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 permanente actualizado y sin las contemplaciones de la propia institución.

Por dar algunos ejemplos de éstas Instituciones se mencionaran los siguientes:

- Centro de Aprendizaje del ADN, Camino a Bungtown, Puerto Frío Primavera, New York, U. S. A.
- 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, División de Laboratorios y Academia, Quantico, Virginia, 22135, U. S. A.
- Instituto Internacional de Ciencias Forense, Filadelfia, U. S. A., entre otros.

Como antecedente a nivel nacional, es necesario recordar someramente sobre el papel que juegan las universidades en la culturización, ya que en México no solo 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 adquiriera valor social y en su caso importancia y validez jurídica. Como las siguientes:

- Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV), dependiente del Instituto Politécnico Nacional.
- Instituto de Nutrición "Salvador Zubirán"
- Instituto de Biotecnología, dependiente de la UNAM en Cuernavaca, Morelos.

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 mencionadas; así como los recursos necesarios para satisfacer los requerimientos de proyectos como los que poseen las potencias de primer nivel, si 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.

#### **4.5 Acciones de las Instituciones de Justicia, para el Ejercicio de la Información Genética**

##### **4.5.1 Acciones Inmediatas**

1. *Identificación Forense y Criminal.-* el ADN aislado de diversas evidencias como la sangre, pelo, las células de la piel o alguna otra evidencia de origen orgánico recolectadas en 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 solo 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 una 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 hubiese 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 ha mencionado.

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". Como 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.

#### **4.5.2 Acciones Mediatas**

1. *Determinación de Paternidad y Maternidad.-* porque la herencia de los padres es inherentes 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 reconozcan 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 las instancias de adopción (otros países), confirmación para establecer pensiones alimenticias, o el establecimiento de culpabilidad o responsabilidad criminal respecto de menores que se pretender 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>73</sup>.

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 implemento 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 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 344 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 las circunstancias del juicio la opinión de más de un médico los

<sup>73</sup> Georges B. Kutiukjian, "La Biología en el Espejo de la Ética". Pág. 76

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 interfiere seriamente con los miembros locomotores), fibrosis quística, retardo mental, distrofia muscular, 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, es una realidad que en nuestro país los delitos de índole sexual presentan muy altas incidencias, después del delito de robo, y son sorprendentemente comunes en todas las edades y clases sociales y en su mayoría con violencia, también los menos denunciados, por motivos que van desde la vergüenza personal y el rechazo social, hasta la poca credibilidad que posee la víctima del delito, respecto a los resultados de las investigaciones, así como 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 arrojan los análisis tradicionales sólo corroboran la presencia o no de semen en el cuerpo de la víctima, hecho que procesalmente hablando solo 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 el 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 queden depositadas también en la víctima, toda vez que este acto es ejecutado generalmente con violencia y hasta la posibilidad de obtener el 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 pueden 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 producto 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 delincuentes suelen ser reincidentes. Solo estaría 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 volante en un padrón electoral bien definido.

#### **4.6 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 el Estado con su potestad y obligaciones de reglamentar todas las actividades, ejerza sus facultades ya que, si bien puede servir para progresar a 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 genéticas en general, protocolos mediante los cuales podrían salvaguardarse el cumplimiento de las normas reglamentarias subjetivas, y además se estaría legitimando con este medio los intereses privados.

Pese a lo coherente que suena la sugerencia anterior, es cada legislador en realidad quien deberá decidir cuales son los medios preventivos más apropiados, atendiendo a la demanda social 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 solo corresponde al de una evidencia biológica en comparación con muestras halladas previamente, y para ello se propone que su uso forense solo se limite a la toma de sustancias 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 esas dependencias en todo el país. La Comisión Británica Leal 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.
- 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 solo los resultados, se deberá crear un procedimiento específico que garantice su completa destrucción, y que deberá ser efectuada por el mismo laboratorio que lleve la averiguación.
  
- Especificar si solo puede ser efectuado por instituciones de procuración de justicia o médicas.
  
- Justificación de su obtención 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 excluir.
  
- Nadie se puede excepcionar, en su caso pedir 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 requiera 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 solo 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 puedan ser utilizados 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 rayos, desaparición o alteración del documento original.
- Establecer definiciones sobre como y de que manera se debe entender material genético u 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 involucran 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.

#### **4.7 Laboratorio de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del D.F.**

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, ejercer las tareas del Ministerio Público 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 funcionamiento 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 equipos 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 el personal de la propia institución, debido principalmente a que no se le da intervención de manera frecuente.

Constituye además uno de los dos 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 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.

Es por ello que independientemente de las dificultades que se plasmaron en este capítulo, como la falta de recursos financieros, humanos, de capacitación de equipos técnicos, de información, así como la legislación respectiva, nos proyecta hacia un desarrollo defectuoso y un nivel de justicia medio.

Debemos, entonces, de observar una cultura que nos incentive para la investigación, que nos estimule y de formación a nuestros científicos y legisladores para crear una conciencia para darle una real importancia a esta herramienta moderna que nos proporciona la huella genética y pueda realizarse un Banco Genético.

## CONCLUSIONES

Como se ha hecho notar a través de este estudio, es evidente que a la evolución de la sociedad humana, se acompaña la evolución social, por ende, la de todos y cada uno de los aspectos que la integran, por ello las ciencias, y cada rama de estas, como la Criminalística, han tenido un desarrollo tal que se han convertido en el más valioso apoyo como un instrumentos de descubrir la verdad, siendo avalado por muchos años de investigación, que se deben utilizar con el respectivo potencial de información que son capaces de proporcionarnos.

Por tales sucesos se hace necesario el uso de la tecnología, y es ésta precisamente la que nos ha auxiliado para lograr lo que se consideraba inimaginable, es decir, poder determinar y descubrir, por medio de técnicas y métodos precisos, cada uno de los fenómenos que nos rodean, determinar las cualidades de la materia, el complejo de nuestro cuerpo, la evolución de la sociedad, etc.

Es ya en la actualidad de suma importancia, conforme a nuestro estudio, el papel que tienen los Sistemas de Identificación ya que, como ciencia, efectúa aportaciones técnicas de investigación eminentemente jurídica, pudiendo ya identificar desde quien puede ser un presunto delincuente, por alguna muestra mínima de elemento orgánico, determinar la identidad de una persona, la correspondencia de hallazgos cadavéricos, de una víctima, de entre otras opciones más; de éstas para poder ser consultadas por órganos de justicia y resolver la circunstancias jurídicas que se les presente en ese rubro.

Dentro de los servicios más valiosos que pueden prestar los científicos forenses en las investigaciones, han sido desde siempre y más haya de cualquier duda, los referentes al de huellas digitales; siendo que después de muchos años de ser utilizadas, se presenta la posibilidad, de equipararse en precisión, validez, confiabilidad y perspectivas legales, a un innovador y relativamente reciente Sistema de Identificación, que cuenta con casi dos décadas de vida, y al que se le conoce como Impresión por ADN, Huella Genética o DNA Fingerprint; mencionando en tal caso la prueba de la PCR relativamente rápida, económica, certera y confiable en más de un 95%, en cuanto a cualquier otra prueba, la cual como se ha descrito en este estudio, ha alcanzado magnitudes insospechadas, toda vez que se ha utilizado con una importancia significativa, en aspectos como lo son en la filiación de personas, paternidad y sucesiones, en el ámbito del Derecho Civil; probable culpable de un delito, identificación de víctimas, reconocimiento de partes corporales, y otras más, en el ámbito penal; no olvidando todos los campos en que puede ser útil.

Por tal motivo podríamos considerar, este sistema, la conveniencia de que tuviese, conforme al estudio que se presenta, una regulación jurídica propia y contundente, ya que posee una vida útil en áreas como la medicina, arqueología, criminología, historia, ética entre muchas otras; en los cuales el campo del Derecho ocupa una importancia real, inminente y trascendental que se refiere al poder de cada persona en ser única y ejercer de manera total los alcances jurídicos que el tiempo y la sociedad les han legado.

Considerar el uso de la técnica de Impresión del ADN de manera permanente como auxiliar en la investigación científica de la identificación de

personas, necesariamente deberá incluir el análisis preciso de aquellos aspectos que la pueden obstaculizar o restar confiabilidad; estos pueden ser económicos, técnicos, éticos o jurídicos, pero que cuenta con la posibilidad real de ser superados; sin olvidar desde luego que en el uso práctico de ésta, pueden continuar presentándose situaciones que constituirían 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.

Será, entonces, que se necesite efectuar modificaciones en los parámetros que existen actualmente en nuestro país, para la obtención de muestras biológicas, en primer lugar, que deberán ser consideradas como fuente en la creación de un Banco Genético; en segundo lugar, pretendiendo no vulnerar un derecho de propiedad personal sobre la información orgánica que en muchos de los casos es cuestionable si debe de ser o no de considerarse de "utilidad pública", lo cual se sujeta inevitablemente al campo de los derechos humanos, lo cual lo ubica dentro de un asunto de discusión eminentemente controvertido, y que no se desarrollaron en esta investigación por obvias razones.

Por tal motivo, en el descubrimiento de la técnica de identificación basada en el ADN se ha ido colocando paulatinamente dentro de los diversos sistemas de justicia en el mundo, en donde los resultados son ya evidentes, y se llegan a utilizar de manera alternativa con las demás pruebas y procesos de investigación para la efectiva realización de un proceso legal o acto jurídico.

Nuestro país se encuentra todavía en un constante esfuerzo de integrar en nuestro sistema jurídico y técnico, la conveniente metodología de la identificación por le técnica de la PCR, por sus características ya descritas, a nuestras instituciones de impartición de justicia, siendo obvio que debe de ser con la debida capacitación que se requiere para obtener los logros y alcances que se pretenden.

Esta triste realidad precisa de un profundo cambio, no sólo para convertir la ciencia y la tecnología como poderosos instrumentos de proyección socio-económica de los países en vía de desarrollo, sino para proporcionar en éstos un ánimo que los impulse a esforzarse para crear una identidad propia, que resuelva las necesidades morales y legales de un acontecimiento de importancia mundial.

Es por eso que este estudio, pretende dar la importancia de profesionalizar a los investigadores legistas sobre la innegable importancia y significado de tener una Banco Genético, el cual tenga la pretensión que tiene los todos los países de primer nivel, de estar en una cultura universal y soporte nuestra proyección de país, en todos los proceso de la sociedad.

## CONCLUSIONES

Como se ha hecho notar a través de este estudio, es evidente que a la evolución de la sociedad humana, se acompaña la evolución social, por ende, la de todos y cada uno de los aspectos que la integran, por ello las ciencias, y cada rama de estas, como la Criminalística, han tenido un desarrollo tal que se han convertido en el más valioso apoyo como un instrumentos de descubrir la verdad, siendo avalado por muchos años de investigación, que se deben utilizar con el respectivo potencial de información que son capaces de proporcionarnos.

Por tales sucesos se hace necesario el uso de la tecnología, y es ésta precisamente la que nos ha auxiliado para lograr lo que se consideraba inimaginable, es decir, poder determinar y descubrir, por medio de técnicas y métodos precisos, cada uno de los fenómenos que nos rodean, determinar las cualidades de la materia, el complejo de nuestro cuerpo, la evolución de la sociedad, etc.

Es ya en la actualidad de suma importancia, conforme a nuestro estudio, el papel que tienen los Sistemas de Identificación ya que, como ciencia, efectúa aportaciones técnicas de investigación eminentemente jurídica, pudiendo ya identificar desde quien puede ser un presunto delincuente, por alguna muestra mínima de elemento orgánico, determinar la identidad de una persona, la correspondencia de hallazgos cadavéricos, de una víctima, de entre otras opciones más; de éstas para poder ser consultadas por órganos de justicia y resolver la circunstancias jurídicas que se les presente en ese rubro.

Dentro de los servicios más valiosos que pueden prestar los científicos forenses en las investigaciones, han sido desde siempre y más haya de cualquier duda, los referentes al de huellas digitales; siendo que después de muchos años de ser utilizadas, se presenta la posibilidad, de equipararse en precisión, validez, confiabilidad y perspectivas legales, a un innovador y relativamente reciente Sistema de Identificación, que cuenta con casi dos décadas de vida, y al que se le conoce como Impresión por ADN, Huella Genética o DNA Fingerprint; mencionando en tal caso la prueba de la PCR relativamente rápida, económica, certera y confiable en más de un 95%, en cuanto a cualquier otra prueba, la cual como se ha descrito en este estudio, ha alcanzado magnitudes insospechadas, toda vez que se ha utilizado con una importancia significativa, en aspectos como lo son en la filiación de personas, paternidad y sucesiones, en el ámbito del Derecho Civil; probable culpable de un delito, identificación de víctimas, reconocimiento de partes corporales, y otras más, en el ámbito penal; no olvidando todos los campos en que puede ser útil.

Por tal motivo podríamos considerar, este sistema, la conveniencia de que tuviese, conforme al estudio que se presenta, una regulación jurídica propia y contundente, ya que posee una vida útil en áreas como la medicina, arqueología, criminología, historia, ética entre muchas otras; en los cuales el campo del Derecho ocupa una importancia real, inminente y trascendental que se refiere al poder de cada persona en ser única y ejercer de manera total los alcances jurídicos que el tiempo y la sociedad les han legado.

Considerar el uso de la técnica de Impresión del ADN de manera permanente como auxiliar en la investigación científica de la identificación de personas, necesariamente deberá incluir el análisis preciso de aquellos aspectos que la pueden obstaculizar o restar confiabilidad; estos pueden ser económicos, técnicos, éticos o jurídicos, pero que cuenta con la posibilidad real de ser superados; sin olvidar desde luego que en el uso práctico de ésta, pueden continuar presentándose situaciones que constituirían 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.

Será, entonces, que se necesite efectuar modificaciones en los parámetros que existen actualmente en nuestro país, para la obtención de muestras biológicas, en primer lugar, que deberán ser consideradas como fuente en la creación de un Banco Genético; en segundo lugar, pretendiendo no vulnerar un derecho de propiedad personal sobre la información orgánica que en muchos de los casos es cuestionable si debe de ser o no de considerarse de "utilidad pública", lo cual se sujeta inevitablemente al campo de los derechos humanos, lo cual lo ubica dentro de un apunto de discusión eminentemente controvertido, y que no se desarrollaron en esta investigación por obvias razones.

Por tal motivo, en el descubrimiento de la técnica de identificación basada en el ADN se ha ido colocando paulatinamente dentro de los diversos sistemas de justicia en el mundo, en donde los resultados son ya evidentes, y se llegan a utilizar de manera alternativa con las demás pruebas y procesos

de investigación para la efectiva realización de un proceso legal o acto jurídico.

Nuestro país se encuentra todavía en un constante esfuerzo de integrar en nuestro sistema jurídico y técnico, la conveniente metodología de la identificación por le técnica de la PCR, por sus características ya descritas, a nuestras instituciones de impartición de justicia, siendo obvio que debe de ser con la debida capacitación que se requiere para obtener los logros y alcances que se pretenden.

Esta triste realidad precisa de un profundo cambio, no sólo para convertir la ciencia y la tecnología como poderosos instrumentos de proyección socio-económica de los países en vía de desarrollo, sino para proporcionar en éstos un ánimo que los impulse a esforzarse para crear una identidad propia, que resuelva las necesidades morales y legales de un acontecimiento de importancia mundial.

Es por eso que este estudio, pretende dar la importancia de profesionalizar a los investigadores legistas sobre la innegable importancia y significado de tener una Banco Genético, el cual tenga la pretensión que tiene los todos los países de primer nivel, de estar en una cultura universal y soporte nuestra proyección de país, en todos los proceso de la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

B. C. Bridges. "Practical Finger-Print". Ed. Funk & Wagnalls Co., Nueva York y Londres, pp. 342, 1942

Bolívar, Paulina y Francisco. "Bioética y Derechos Humanos". Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, México, Serie E, Núm. 52.

Comas, Juan. "Manual de Antropología Física". Ed. UNAM, México 1976, pp. 57.

Cuello Calón, Eugenio. "Elementos de Derecho Penal". Ed. Reus, Madrid, España, 523, 1915

Cuello Calón, Eugenio. "Derecho Penal". Editora Nacional, 9a ed. México, 1948, pp. 787.

Devero, G.. "Química Orgánica". Publicaciones Cultural, Muñoz Mena E. 1976, pp. 725.

Drago, Russell S.. "Introducción a la Estructura Atómica y Molecular". Ed. Limusa, México 1981, pp. 90.

González de la Vega, Francisco. "Derecho Penal Mexicano". Ed. Porrúa, México 1988, pp. 369.

Holum, John R.. "Principios de Fisicoquímica, Química Orgánica y Bioquímica". Ed. Limusa, Corona Rodríguez Hortensia México 1979, pp. 790.

Kugler, Walter F.. "Acerca de la Biotecnología y de la Diversidad Genética". Ed. La Prensa, Argentina, 1986. pp. 321.

Montiel Sosa, Juventino. "Manual de Criminalística". Ed. Limusa, 4a ed, Tomo IV 1994. pp. 135.

Moreno González Luis R. "Balística Forense", 7ª ed. ed. Porrúa, México, 1993.

Osorio y Nieto, César A. "El Homicidio", 2ª Ed. Porrúa, México, 1992.

Quiroz Cuarón, Alfonso. "Medicina Forense". Ed. Porrúa, 4ª ed. México 1984

Reyes Martínez, Arminda. "Dactiloscopia y Otras técnicas de Investigación", 2ª ed. ed. Porrúa, México, 1983.

Schenkel, Peter. "Ciencia y Tecnología un Desafío Mundial". Ed. offset, Colección Documentos, Serie: Comunicación y Sociedad, pp. 69.

Söderman, Harry. "Policía, Planeación y Métodos Modernos". Ed. Ciencia y Tecnología 4ª ed. 1991, pp. 421

Suzuki David, Knudtson Peter. "Genética". Ed. TECNOS, España, 1991.

Tello Flores Francisco J.. "Medicina Forense". Ed. Harla, México, 1991.

Verruno, Luis. "Banco Genético y el Derecho a la Identidad". Ed. Abeledo-Perrot, Argentina, 1988, pp. 108.

Ville, Claude A.. "Biología". Ed. Interamericana, Vincent Agut Armer 6ª ed., 1974, pp.820.

Aristos. "Diccionario Ilustrado de la Lengua Española", ed. Ramón Sopena, España, 1986.

Espasa. "Diccionario Jurídico Siglo XXI", , ed. Espasa Calpe, España, 1999.

Arboli, Manuel. "Cuerpo y Mente", No. 391, artículo mensual, ed. Contenido México 1995.

Instituto de Investigaciones Jurídicas. "Diccionario Jurídico Mexicana". Ed. Porrúa, 3ª ed, Tomo IV 1989, pp.908.

Mommsen, Theodor. "Historia de Roma", traducción de García Moreno A., tomo III, 8ª ed. Ed. Aguilar, España, 1990.

Moreno González, Luis R. "Manual de Introducción a las Ciencias Penales", Capitulo La Criminalística, Secretaría de Gobernación, México, 1986.

Martine, Jacob. "El ADN en el Banquillo de los Acusados", Publicaciones Correo de la UNESCO, UNESCO, México, abril 2000.

Dulbecco, Renato. "Terapia Génica: Como Utilizarla", Publicaciones Correo de la UNESCO, UNESCO, México, marzo 1999.

N. Suleiman, Ezra. "En el Almacén del Cuerpo Humano", Publicaciones UNESCO, México, agosto de 1999.

B. Kutukgjian, Georges. "La Biología en el Espejo de la Ética", Publicaciones UNESCO, México, febrero 2000.

Dausset, Jean. "Los Genes de la Esperanza", Publicaciones UNESCO, México, junio 1999.

Internet. <http://ag.arizona.edu/-chirschm/procedure.probes.htm>, septiembre de 2001.

Internet. <http://www.federalbiuldinginvestigation.com>, julio de 2001.

Internet. <http://ag.arizona.edu/-chirschm/procedure.probes> julio de 2001.