

2Ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

CAMPUS ARAGON

**LA GENETICA FORENSE COMO PRUEBA PERICIAL
PARA LA IDENTIFICACION DE INDIVIDUOS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN DERECHO
P R E S E N T A
PATRICIA FRAGOSO COSSIO**

ASESORA: LIC. MA. GUADALUPE DURAN ALVARADO



ESTADO DE MEXICO, 1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A Raymundo Fragoso Gómez

In memoriam

Con todo mi amor

*A mi Mamá
por ser quien me dio el ser*

*A Juan Carlos
por ser yetem por siempre yetem*

Ellos forman la parte medular de la evolución de mi vida

Durante toda la vida he convivido con una gran diversidad de personajes que me han dejado buenas y malas experiencias. De éstas últimas es mejor no mencionarlas, pues aunque sean parte de la formación de cualquier individuo no es grato tenerlos tan presentes. Por eso, solo es mi ferviente deseo agradecer a todas aquellas personas que quiero, respeto, admiro o que simplemente me han dejado una enseñanza o un feliz recuerdo, pues es de gran satisfacción dar este paso en mi formación profesional.

En orden diverso:

A la Lic. Guadalupe Duran Alvarado, quien fungió como profesora y asesora brindando su conocimiento, apoyo y comprensión.

A toda la familia Cosstó, en especial a mis tías Natalia, Irma y Janda; a mis primas y primos, Sonia, Adalinda, Judy, Macarena, Gaby, Jaime, Nacho, y etc. ¡por que son muchos!

A mi muy querida familia Flores Zainz: Don Modesto (in memoriam), Doña Lupe, a la tía Lupe y niños, Juany y Mirna.

A la Familia Hernández Celis por haber concebido un hijo maravilloso.

A la Familia Ramírez Hernández por todo su apoyo.

A mis hermanos, a mi primo Willy y a las chivilinas Rosy y Lila, a mi tío Goyo y Juanita.

A mi gran Amiga Elizabeth, así como a mis amigachos Octavio y José.

Al Dr. Felix Cruz por siempre brindar su apoyo incondicional.

Así mismo, a todas aquellas personas que por falta de exacta memoria no pude mencionar.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO DE LA PRUEBA PERICIAL

| | |
|---|----|
| 1. CONCEPTO DE PRUEBA PERICIAL..... | 1 |
| 2. DESARROLLO HISTÓRICO. | |
| 2.1 SISTEMAS JURÍDICOS PENALES EXTRANJEROS..... | 2 |
| 2.2 DERECHO PENAL EN MÉXICO..... | 5 |
| 3. NATURALEZA JURÍDICA. | |
| 3.1 TEORÍAS QUE NO CONSIDERAN A LA PRUEBA PERICIAL COMO UN MEDIO DE PRUEBA..... | 7 |
| 3.2 TEORÍAS QUE CONSIDERAN A LA PRUEBA PERICIAL UN MEDIO DE PRUEBA..... | 8 |
| 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PERITAJE JUDICIAL. | |
| 4.1 MEDIO DE PRUEBA..... | 9 |
| 4.2 ACTIVIDAD HUMANA..... | 10 |
| 4.3 ACTIVIDAD PROCESAL..... | 10 |
| 4.4 ACTIVIDAD CALIFICADA..... | 11 |
| 4.5 ENCARGO JUDICIAL..... | 12 |
| 4.6 VINCULACIÓN DE LOS HECHOS..... | 12 |
| 5. SITUACIÓN JURÍDICA DEL PERITAJE. | |
| 5.1 EN LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERITAJE..... | 15 |
| 5.2 EN LA LEY FEDERAL Y LOCAL PENAL..... | 15 |
| 5.3 EN LA JURISPRUDENCIA..... | 17 |

CAPÍTULO II: CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA

| | |
|--|----|
| 1. EL NACIMIENTO DE LA GENÉTICA MOLECULAR..... | 21 |
| 2. ESTRUCTURA DEL ADN. | |
| 2.1 LA REGLA DE LA EQUIVALENCIA..... | 23 |
| 2.2 LA ESTRUCTURA DE WATSON Y CRICK..... | 23 |
| 2.3 EL CÓDIGO GENÉTICO..... | 24 |
| 3. MARCADORES GENÉTICOS. | |
| 3.1 DEFINICIÓN..... | 26 |
| 3.2 DESCUBRIMIENTO..... | 27 |
| 3.3 TIPOS DE MARCADORES. | |
| 3.3.1 MARCADORES RFLPs..... | 28 |
| 3.3.2 MARCADORES VNTRs..... | 30 |
| 4. TÉCNICAS..... | 32 |
| 4.1 TÉCNICA DEL PCR..... | 32 |
| 4.2 EQUIPOS DE IMPRESIÓN DE ADN (DNA typing kits)..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 4.2.1 AMPLITYPE HLA-DQ α | 35 |
| 4.2.2 AMPLITYPE POLYMARKER..... | 35 |
| 4.3 EQUIPOS DE AMPLIFICACIÓN..... | 36 |
| 4.3.1 D1S80 FORENSIC DNA AMPLIFICATION REAGENT SET..... | 36 |
| 4.3.2 GENEPRINT STR SISTEMAS..... | 37 |
| 5. USOS DE LA GENÉTICA PARA IDENTIFICACIÓN..... | |
| 5.1 ANÁLISIS DE GENÉTICA DE POBLACIONES..... | 37 |
| 5.2 DETECCIÓN DE ENFERMEDADES HEREDITARIAS..... | 38 |
| 5.3 INVESTIGACIÓN DE LÍNEAS DE PARENTESCO (PEDIGREE)..... | 39 |
| 5.4 IDENTIFICACIÓN DE INDIVIDUOS..... | 40 |
| 6. APLICACIÓN FORENSE DE LA GENÉTICA..... | |
| 6.1 EN INGLATERRA..... | 41 |
| 6.2 EN ESTADOS UNIDOS..... | 42 |

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LA GENÉTICA FORENSE COMO PRUEBA PERICIAL JUDICIAL EN EL DISTRITO FEDERAL

| | |
|--|----|
| 1. SÍNTESIS HISTÓRICA DE LA GENÉTICA EN MÉXICO..... | 44 |
| 2. APLICACIÓN DE LA GENÉTICA FORENSE EN EL DISTRITO FEDERAL: DEPARTAMENTO DE GENÉTICA FORENSE DE LA PROCURADURÍA GENERAL DE JUSTICIA DEL DISTRITO FEDERAL..... | 45 |
| 3. PROTOCOLO UTILIZADO POR EL DEPARTAMENTO DE GENÉTICA FORENSE PARA EL ESTUDIO DE LAS MUESTRAS BIOLÓGICAS..... | 46 |
| 3.1 PROCESO DE LOCALIZACIÓN..... | 46 |
| 3.2 PROCESO DE EMBALAJE..... | 47 |
| 3.3 MÉTODO DE ANÁLISIS..... | 49 |
| 3.4 DICTAMEN PERICIAL..... | 49 |
| 4. APLICACIONES COMO PRUBA PERICIAL EN MATERIA PENAL..... | |
| 4.1 EN EL DELITO DE HOMOCIDIO..... | 51 |
| 4.2 EN EL DELITO DE VIOLACIÓN..... | 54 |
| 4.3 EN IDENTIFICACIÓN JUDICIAL..... | 56 |
| 4.4 EN OTROS CASOS DE IDENTIFICACIÓN..... | |
| 4.4.1 EN INVESTIGACIÓN DE LA PATERNIDAD..... | 58 |
| 4.4.2 EN INVESTIGACIÓN CIVIL..... | 60 |
| 5. SITUACIONES QUE LIMITAN SU APLICACIÓN..... | 61 |

CAPÍTULO IV: BREVE CONSIDERACIÓN BIOÉTICA

| | |
|--|----|
| 1. DEFINICIÓN DE BIOÉTICA..... | 64 |
| 2. IMPORTANCIA DE UNA REGULACIÓN LEGISLATIVA..... | 65 |
| 3. ACUERDOS INTERNACIONALES Y LEYES LOCALES EXTRANJERAS..... | 66 |
| 4. IMPACTO BIOÉTICO EN MÉXICO..... | 74 |

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

LEGISLACIÓN

HEMEROGRAFÍA

ECONOGRAFÍA

GLOSARIO

INTRODUCCIÓN

El derecho es la actividad humana por la cual se regula coactivamente un tipo de conducta en un determinado contexto social, comprendiendo un fenómeno unitario con la sociedad y el sistema normativo. Por lo anterior, unificado al funcionamiento de la sociedad, el derecho se encuentra ligado a cualquier tipo de desarrollo; los cambios provocados por éste se pueden manifestar en diversas formas: 1) creando normas, es decir, los fenómenos sociales determinan el surgimiento, la evolución y contenido de las normas jurídicas; 2) auxiliando en la labor del órgano jurisdiccional, como es el manejo de computadoras para escriturar expedientes y 3) aplicando las nuevas técnicas de investigación en distintas áreas científicas aplicadas en criminalística ayudando en el discernimiento de un delito.

Ubicando la rama procesal, ésta se encuentra dividida en disciplinas procesales concretas que, según la materia a la que pertenecen, van a dirimir el litigio que se suscite. El litigio da iniciativa al proceso pero, sin duda alguna, la que designa los elementos de convicción por los cuales se van a desentrañar y mostrar la verdad o falsedad de un hecho o acto es la etapa probatoria.

En esta etapa procesal se ofrecen diversos medios probatorios, entre los cuales se encuentra la prueba pericial. Esta prueba va ligada a la manifestación de las investigaciones o los descubrimientos que se susciten en determinado momento. La evolución técnica, artística o científica que se produce se integra al peritaje, ya que su influencia se manifiesta en el hecho de la necesidad de una persona especializada en una materia (perito), ya que por la naturaleza de los hechos, el juzgador se ve imposibilitado para entenderlos y por lo tanto necesita de esta tercera persona para esclarecer tales hechos.

En el procedimiento penal se realizan varios tipos de prueba para la comprobación de delitos donde se analizan muestras biológicas, como en los casos de violación y homicidio. La mayoría de estas técnicas contemplan en la medicina legal distintos análisis, como son las investigación de manchas de sangre o semen, así como el examen de cabellos o vellos. Sin embargo, el análisis de las técnicas antes mencionadas sólo permiten un nivel bajo de discernimiento para la identificación de la muestra encontrada y la tomada del inculpado.

Los grandes adelantos en genética molecular permiten ahora determinar con un nivel cercano al 99.9% de certidumbre la pertenencia de cualquier tipo de evidencia biológica con restos celulares del individuo, por lo tanto, su aplicabilidad en los casos mencionados ha cobrado gran importancia. La aplicación de análisis promedio de técnicas de genética forense como prueba pericial se ha dado desde 1985, a solicitud de las autoridades británicas y fue realizada por el científico Alec J. Jeffreys, dando resultados impresionantes. Tal efectividad se atribuye a la imposibilidad de que dos personas no emparentadas tengan la misma huella genética (del término en inglés

"DNA fingerprinting", literalmente "huella digital de ADN"), es decir la identificación de marcadores moleculares en ADN del individuo. Se calcula que la probabilidad de encontrar dos patrones idénticos sea una entre un billón, según los especialistas. Lo anterior ha suscitado el surgimiento del nuevo campo la criminalística biológica o mejor conocido como genética forense. Además estos análisis se puede realizar con cualquier resto biológico susceptible de extracción de ADN, como serían manchas de sangre, de semen, descamaciones de la piel; incluso con cantidades tan pequeñas como la célula pilosa de un cabello. En estos casos los marcadores de las muestras se pueden amplificar con la técnica del PCR, con la cual se pueden generar 100.000 millones de copias de esa muestra.

En México se ha iniciado el camino de la genética con los centros de investigación que cuenta; estos tienen el equipo técnico y humano necesarios para realizar este tipo de estudios. A su vez, ha trascendido a la ciencia penal, siendo la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, por medio de su Departamento de Genética Forense, el órgano judicial que ha empezado a aplicarla, así como en investigación de la paternidad e identificación de civiles por medio de restos cadavéricos. Dicho Departamento fue creado aproximadamente en 1990, pero su desempeño en el campo práctico ha sido desde 1993. Así mismo, la colaboración internacional con E.U. ha sido sumamente activa, por medio del FBI, esto es principalmente para la elaboración de un banco de datos de frecuencias alélicas de los marcadores utilizados en genética forense dentro de la población mexicana.

Este novedoso éxito ha traído como consecuencia una reconsideración bioética, ya que la propuesta de la creación de un banco de datos implica llevar un registro de las huella genética de cada delincuente, lo que ha provocado una alarma social porque de acuerdo con los defensores de los derechos humanos, se invade la privacidad del genoma del individuo. Lo anterior, entre otros experimentos de manipulación genética, pueden traer tantos beneficios como consecuencias desfavorables. Hay que considerar que la evolución ética no va al mismo ritmo del avance científico y aun siendo tema de otra investigación por su complejidad, cabe mencionar que en Francia se ha elaborado un proyecto de bioética y se han discutido en diversas convenciones internacionales los posibles límites de los experimentos genéticos.

Expuesto lo anterior, para realizar el desarrollo de la investigación se hizo uso de los métodos deductivo e inductivo, por cuanto a la elaboración del proyecto de tesis. Para la explicación de cada tema se utilizaron la deducción seguida del análisis y la síntesis. Las técnicas de investigación fueron bibliográficas, hemerográficas y entrevistas con las personas adecuadas para el esclarecimiento de los puntos desarrollados y de puntos de vista especializados.

CAPÍTULO I:

MARCO TEÓRICO DE LA PRUEBA PERICIAL

1. CONCEPTO DE PRUEBA PERICIAL.

La palabra pericial alude a la pericia, que a su vez proviene del latín *peritia*, que significa sabiduría, práctica, experiencia y habilidad en una ciencia o arte. (1) Para definir el concepto de prueba pericial existen diversos criterios en la doctrina jurídica, pero todos se enfocan respecto al conocimiento que poseen personas especializadas en una determinada área científica, técnica o artística. Las pruebas periciales son tan diversas que por su naturaleza no pueden ser del total conocimiento del juez, por tanto, es ilustrado por personas especialistas (peritos) resolviendo sus dudas. A continuación se describen los conceptos de diversos doctrinarios.

Guillermo Colín Sánchez: "... es el acto procedimental en el que el técnico o especialista en un arte o ciencia (perito), previo examen de una persona, de una conducta o hecho o cosa, emite un dictamen conteniendo su parecer y los razonamientos técnicos sobre la materia en la que se ha pedido su intervención." (2)

Eugenio Florián: "La peritación es el medio particularmente empleado para transmitir y aportar al proceso nociones técnicas y objetos de prueba, para cuya determinación y adquisición se requieren conocimientos especiales y capacidad técnica." (3)

Devis Echandia: "...es una actividad procesal, en virtud de encargo judicial, por personas distintas de las partes del proceso, especialmente calificadas por sus conocimientos técnicos, artísticos o científicos, mediante la cual se suministran al juez argumentos o razones para la formación de su convencimiento respecto de ciertos hechos cuya percepción o entendimiento escapa a las aptitudes del común de las gentes."(4)

1. CFR: Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales". 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F.1988. p.200.
 2. Idem.
 3. Florián, Eugenio. "De las Pruebas Penales". Tomo II. 3a.ed. Ed.Temis S. A. Bogotá, Colombia. 1990. p. 351.
 4. Citado por De Santo, Víctor. "La Prueba Judicial". s/e. Ed. Universidad. Buenos Aires, Argentina. 1992. p. 433.

La razón principal que provoca la diversificación de conceptos radica en la naturaleza jurídica de la prueba pericial, que consiste en doctrinas antagónicas acerca de su valor como medio de prueba. Consecuentemente, esto ha traído tendencias de criterios de gran importancia para la doctrina jurídica, que más adelante serán explicados.

El concepto de prueba pericial que es considerado en el desarrollo de este trabajo, se basa en las principales características que componen al peritaje, que a su vez fueron tomados del doctrinario Víctor de Santo (ver el desarrollo del punto 4 de este capítulo). Siendo entonces, la prueba pericial un medio de prueba realizado por la actividad humana distinta al de las partes del proceso judicial, es decir por los peritos, siendo éstos especialmente calificados en un arte, oficio, ciencia o técnica; convocada por encargo judicial como consecuencia de una actividad procesal para la verificación de los hechos controvertidos.

2. DESARROLLO HISTÓRICO.

2.1 En sistemas jurídicos penales extranjeros.

Antiguamente los fenómenos naturales se explicaban por la existencia de la voluntad divina, que era la que los causaba. Esta divinidad también poseía la facultad de resolver los conflictos generados por el incumplimiento a un determinado tipo de conducta. La forma de resolverlo consistía en poner al sospechoso en una situación precaria, en la que sólo Dios podía exculparlo logrando que éste pasara la prueba, pero como es de suponerse, la mayoría resultaban culpables. A este tipo de prácticas se les llamo ordalías.(5)

El uso de dichas prácticas fue necesario en su época, ya que sólo por medio de la superstición se podían explicar los fenómenos naturales, así como disponer de la voluntad divina para regular la sociedad. Además, durante mucho tiempo no se desarrollaron medios de investigación objetivos destinados a profundizar en el examen de un caso, por lo tanto, el fin de las ordalías no era probar un hecho, sino solamente resolver el conflicto por medio de la intervención divina.

5. CFR: Paillas, Enrique. "La Prueba en el Proceso Penal". Cárdenas Editor y Distribuidor. México, D.F. 1991. p.5.

Los primeros brotes relevantes de la aplicación de la prueba pericial en materia penal es en el Derecho Romano, "en la etapa del proceso extraordinario... en el caso de la *inspectio ventris*, pericia obstétrica, cuando el divorciado afirmaba el embarazo de la mujer y ésta lo negaba... La pericia va cobrando importancia por obra de los jurisconsultos romanos, y en materia penal empieza a tratarse cuando se habla del *corpus criminis* y ocasionalmente en determinados delitos, especialmente el homicidio, pero no cuando se trataba de verificar enfermedades mentales."(6)

En el derecho de los pueblos bárbaros que asolaron a Europa con posterioridad de la caída del Imperio Romano, "el peritaje no tuvo aplicación judicial, por que resultaba incompatible con las costumbres que rigieron en materia de prueba judicial, durante las llamadas fases ética y religiosa o mística." (7) Las costumbres de estos pueblos radicaban principalmente en los juicios de Dios por medio de las ordalías

En el medievo el Santo Oficio llegó a constituir a la confesión una de sus instituciones fundamentales, siendo el medio de prueba de mayor credibilidad en los antiguos procedimientos penales, incluso con tal de obtenerla se podía recurrir a la tortura. (8) El régimen legal que caracterizó a la Edad Media era el derecho inquisitorio, es decir que por medio de un Tribunal eclesiástico se examinaban y castigaban los delitos contra la fe. En un principio, los métodos de investigación de dichos delitos eran sencillos y poco razonables, pues con el hecho de existir la sospecha de una conducta anticristiana, el supuesto infractor era sometido al proceso inquisitorio, en el cual, por medio de la práctica del dolor, se obtenía la confesión sin importar que ésta no fuera cierta. Lo fundamental era que la persona reconociera haber cometido el ilícito.

Sólo muy avanzada la Edad Media reaparece el peritaje, "fundamentalmente por la obra de los prácticos italianos, en un principio para determinar la causa de la muerte y el cuerpo del delito, como una especie de juicio de hechos por personas consideradas como jueces de la cuestión sometida a examen, posteriormente en el derecho común, como un especie de testimonio... El derecho canónico reconoce al peritaje... como un medio de prueba apto para comprobar ciertos hechos (v.gr.: la impotencia del hombre, la virginidad de la mujer y la inspección de las heridas)." (9) El derecho canónico, si bien llegó a una mejor peritación, confundió al perito con el testigo, faltando normas procesales específicas para la regular la actividad procesal

6. Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.197.

7. De Santo, Víctor. op. cit. p.438.

8. Paillas, Enrique. op. cit. p.49.

9. De Santo, Víctor. op. cit.p.439.

de los peritos, los cuales se regulaban por las que regían a los testigos.

Poco a poco fue ganando adeptos desarrollándose como institución propia en el proceso inquisitivo. Bajo el reinado de Carlos V en la célebre *Costutio Criminalis Carolinas* o Leyes Carolinas en 1532, se "recogió y planteó en su texto las fórmulas y prácticas procesales de su tiempo, prescribió la inspección judicial con la intervención de peritos en los casos en que fuera dudosa la causa de la muerte. (10) Posteriormente en Francia fue regulado el peritaje expresamente en las Ordenanzas de Blois en 1579.(11) "Así pues, la peritación se fue difundiendo finalmente se introdujo plenamente en el sistema del proceso inquisitorio y es codificada en la Ordenanza Criminal francesa de 1670, donde se contienen muchas reglas sobre la prueba del cuerpo del delito, en la cual intervenían los peritos, y se reconocía al acusado el derecho de solicitar un contra-peritaje." (12)

Francia e Italia son los principales países del siglo XIX y XX que aportan al peritaje penal una gran amplitud de procesos técnicos y científicos, por su gran desarrollo en la medicina y el gran valor que le dieron como auxiliar en la administración de justicia, sobre todo en la investigación en la comisión de algunos delitos. Entre los investigadores franceses más importantes se encuentran Emmanuel Orfilia, creador de la moderna toxicología; Alphonsie Auguste, Legrand du Salle, Paul Camille Brouardel, Thoinot, Alphose Leccassagne y Víctor Baltazard, a este último son reconocidas sus investigaciones sobre pelos humanos y de animales, sobre huesos fetales y el diagnóstico de la talla, así como el cálculo de la edad mediante sus fórmulas, y la identificación de las armas de fuego, estudiando las huellas que dejan sobre el proyectil las estrías del ánima del cañón del arma. En Italia principalmente se encuentran Cesar Lombroso que comprendía el nacimiento de la criminología y las investigaciones de las causas y el mecanismo productores del delito; Filippi, Tamasia, Severi y Mario Carrara. (13)

Dados los avances científicos, el peritaje logra su consagración formal, empezando a formar parte importante en los códigos civiles y penales de Europa y con regulación distinta a la del testimonio, como es en el antiguo penal francés en su artículo 59, en el penal austríaco de 1803, luego se generalizó en los códigos civiles y penales europeos de los siglos XIX y XX, a excepción de los códigos de procedimientos italiano, que hasta la fecha no lo considera un medio de prueba. (14)

10. Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.198.

11. CFR: De Santo, Víctor. op.cit. p. 439.

12. CFR: Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p. 198.

13. Fernández Pérez, Ramón. "Elementos Básicos de Medicina Forense". 6a. ed. Ed. Medez Cervantes. México, D. F. 1988. p. 6

14. De Santo, Víctor. op. cit. p. 439.

2.2 En el derecho penal en mexicano.

La vida jurídica de los aztecas, sobre todo en materia penal, era de tal severidad que incluso faltas, que actualmente son toleradas, se condenaban con la muerte. Sin embargo la justificación de este estricto sistema legal radicaba en la armonización social de sus miembros, así como la de sus vecinos, todos de formación bélica; por lo tanto la comisión de un delito era una transgresión a su sistema religioso-moral. El derecho se concedía no en su forma de coordinación social, de derechos y deberes recíprocos, sino como una obediencia a un mandato superior e indiscutido.

En el procedimiento azteca era oral... "las principales sentencias fueron registradas en pictografías, y luego conservadas en archivos oficiales. El proceso no podía durar más de 80 días... Las pruebas eran la testimonial, la confesional, presunciones, careos, a veces la documental (hubo mapas con linderos) y posiblemente el juramento liberatorio... En los delitos más graves, el juicio era sumarísimo, con menos facultades para la defensa." (15)

Ubicando a la prueba pericial se sabe muy poco acerca de su posible aplicación, ya que las pruebas más comunes eran la testimonial y la confesional. Sin embargo, cuando se formó la triple alianza entre Tenochtitlan, Texcoco y Tlacopan; Netzahualcoyotl rey de Texcoco, dio según el cronista Ixtlixochitl, un Código de 80 leyes penales y civiles, que fueron aceptadas en todo el Anahuac. La penas eran muy severas y para que fueran justas en su aplicación, debían hacerse en algunos casos un peritaje médico y al aprobarse se aplicaba la pena; como era en el caso del homicidio, la inducción al aborto, el incesto y la sodomía. Para saber si un individuo estaba muerto, usaban el bulbo del Zozoyatic, cuyo polvo echaban en la nariz del supuesto muerto, para provocarle el estornudo. (16)

Durante la dominación española estuvo en vigor en México, leyes en concordancia con las que prevalecían en España. "El Fuero Juzgo, el Fuero Real, las Siete partidas, la Nueva y Novísima Recopilación, etc., sirvieron de base a los reyes de España para dictar disposiciones y formar un cuerpo de leyes que sirvieran en las Indias, cuerpo al que se le llamó 'Recopilación de las Indias'. Este cuerpo legal era el empleado para resolver los conflictos jurídicos; como fue el Auto de Heridores que establecía que los que produjesen heridas leves deberían pagar la curación, sufriendo además la pena de 50 azotes; y si eran pobres, 50 azotes y dos meses de

15. Margadant S., Guillermo Florís. "Introducción a la Historia del Derecho Mexicano". 6a. ed. Ed. Esfinge S. A. México, D. F. 1984. p. 25.

16. CFR: Martínez Murillo, Salvador. "Medicina Legal". 19a. ed. Fco. Méndez Oteo Editor y Distribuidor. México, D.F.1991. p. p. 4, 5 y 7.

prisión. Si la herida era grave por accidente, después de recibir 50 azotes, eran condenados a cárcel un año. Esta forma de castigar prosiguió después de la consumación de la independencia."(17)

La necesidad de legislar en materia penal se hacía cada vez más imperiosa y por esto se publicaron leyes, como la Constitución de 1824. Pero el conjunto de leyes y ordenamientos eran una maraña que nadie entendía. Gómez Farías se preocupó seriamente por ello y considera seriamente en la tarea de la codificación, sólo que las contingencias políticas del momento se lo impidieron, prosiguiendo esta anarquía legal por más de 50 años. (18)

Los movimientos sociales han repercutido notablemente en el desarrollo nacional. Después de la independencia, la principal labor consistió en organizar una nueva nación, tarea nada sencilla, ya que se tuvieron que integrar los aspectos culturales, sociales, económicos y políticos para que esta funcionara óptimamente; por tal razón fue necesario dictar leyes que cubrieran las necesidades jurídicas de la sociedad, pero a pesar de buscar una codificación armoniosa, dadas las contingencias sociales surgidas, esto no fue posible. Sólo después de la revolución la reforma jurídica se ha venido dando en la leyes mexicanas.

Sin embargo, paralelamente a los sucesos y conflictos históricos, resalta la actividad de Luis Hidalgo y Carpio, siendo el personaje central en la reconsideración de criterios médicos relacionados con la prueba pericial en materia penal. Luis Hidalgo y Carpio en 1868 entra a formar parte de la comisión del Anteproyecto del Código Penal de 1871, consiguiendo imponer su criterio en todo lo relacionado con temas de orden médico-legal, como es su todavía usado concepto de lesión. (19)

Posteriormente se discutió sobre los medios probatorios que positivamente debían aceptarse. Así se puede apreciar que el Código de Procedimientos Penales del Distrito Federal de 1894 fijaba un sistema en que sólo podían considerarse medios de prueba los enumerados por la ley; por el contrario, el Código del Distrito de 1931 acepta todo aquel medio que pudiera aportar conocimiento.(20) Por influencia de doctrinas de países europeos, entre los medios de prueba que se enumeran en dicho código se establece la prueba pericial.

17. *Ibíd.* p. 134.

18. *Ibíd.* p. 135.

19. *Ibíd.* p. 2.

20. Rivera Silva, Manuel. "Procedimiento Penal". 21a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1992. p. 193.

3. NATURALEZA JURÍDICA.

3.1 Doctrinas que no consideran a la prueba pericial como un medio de prueba.

Una de las controversias doctrinales que se han suscitado desde que la pericia fue distinguida de la testimonial, consiste en su naturaleza jurídica. Al respecto existen dos conceptos opuestos, es decir, los que no la consideran como un medio de prueba y las que sí lo hacen. Los autores que basan su criterio en la primera doctrina enfocan sus razones en diversos preceptos, como los que dicen que el perito es sólo un auxiliar del juzgador. Así lo expone Guillermo Colín Sánchez: "el perito es un auxiliar del órgano de justicia... es un sujeto secundario a quien se encomienda desentrañar aspectos técnicos-científicos, materia del proceso..." (21).

De igual manera Marco Antonio Díaz de León estima que "el perito interviene únicamente como mero asesor del órgano jurisdiccional en el conocimiento de los hechos y en la valoración de las pruebas; el dictamen del perito sólo brinda ilustración al tribunal sobre situaciones o experiencias desconocidas por éste, quien, por lo tanto, puede aceptar o rechazar dicha opinión." (22)

Hay autores como Virotta que suelen atribuirle el carácter de "un acto procesal que contiene una declaración técnica jurada, que se produce en razón de la ley y por encargo del magistrado." También existen criterios que sólo la consideran una ayuda para integrar la valoración de otras pruebas; como es el caso de Pietro Ellero que puntualiza que "no es una prueba, sino el reconocimiento de una prueba ya existente...". Muñoz Sabaté sostiene que es una "actividad y una presunción técnica o un razonamiento inferencial técnico, para la apreciación de las pruebas". Eisner considera que es "una ayuda para la valoración por el juez de las pruebas y de los hechos." (23)

La trascendencia de establecer su naturaleza jurídica radica en que el peritaje sólo es necesario si es considerado un medio de prueba. Por tal razón la inclinación hacia la segunda corriente es manifestada plenamente, siendo que para lograr una explicación objetiva de los hechos, se deben de considerar todas las pruebas pertinentes sin menos cabo de ninguna, ya que de esto depende un óptimo resultado para emitir sentencia. Además, considerando los avances científicos y técnicos de las

21. Citado por Díaz de León, Marco Antonio. "La Prueba en el Procedimiento Laboral". Tomo II. 2a. ed. Ed. Porrúa. S. A. México, D.F.1990. p. 404.

22. Díaz de León, Marco Antonio.. "La Prueba en el Procedimiento Laboral"... p.763.

23. Citados por De Santo, Víctor. op.cit. p. p.464, 459 y 460.

últimas décadas cada vez son más exactas la aplicación de determinadas pruebas periciales, que son de vital ayuda en el esclarecimiento de los hechos.

3.2 Doctrinas que consideran a la prueba pericial como un medio de prueba.

Contraponiendo los criterios anteriores, los doctrinarios que si consideran la prueba pericial un medio de prueba, como Eugenio Florián, señalan que ésta sirve para establecer, activar y facilitar el contacto y la comunicación entre el objeto y el juez, por esta razón, éste tipo de prueba se presenta como un medio de prueba, siendo que aporta nociones técnicas al proceso, para cuya determinación y adquisición se requieren conocimientos especiales y capacidad técnica.(24)

Humberto Briseño Sierra considera que es un medio de prueba "porque proporciona al juez elementos de convicción sobre la realidad de los hechos que interesan al proceso, lo mismo que el testimonio de terceros, la confesión y los documentos. Es, pues, un medio de prueba procesal e histórico, y lo que no excluye que sea un valioso auxiliar del juez para el correcto conocimiento de los hechos, como es el testigo."(25)

El doctrinario José Chiovenda considera que es un medio de prueba por el simple hecho que aporta elementos que pueden causar convicción en el juzgador, además de ser apta para esclarecer la verdad.(26) Dicho criterio también es compartido Rafael De Pina Vara pues todo medio que sirva para esclarecer un hecho debe ser considerado como medio de prueba. (27)

Víctor De Santo explica que es un medio de prueba porque busca la comprobación de los hechos y pone a disposición del juez el conocimiento de éstos, bien en un sólo concepto o en concurrencia con otras pruebas. A su vez aclara que ser auxiliar del juez no significa ser su subalterno, sino un tercero que colabora con la investigación de los hechos, aportando el auxilio de su ciencia o técnica para la

24. CFR: Florián, Eugenio. op. cit.Tomo I y II, p. p. 217 y 351.

25.Briseño Sierra, Humberto. "Derecho Procesal". Vol. IV. Cárdenas Editor y Distribuidor. México, D.F. 1970. p. 402.

26.CFR: Chiovenda, José. "Principios de Derecho Procesal Civil". Tomo II. Cárdenas Editor y Distribuidor. Baja California, México. 1990. p. 312 y 321.

27. CFR: De Pina Vara, Rafael. "Tratado de las Pruebas Civiles". 2a. ed.Ed. Porrúa S. A. México, D.F.1975. p.129, 130 y 132.

verificación del objeto a investigar. Considera que si el peritaje no fuera un medio de prueba, el juez podría sustituirlo mediante su investigación personal y privada, ya se trataría de la aplicación del derecho o de un simple apreciación de las pruebas. Además, continua explicando, cuando estos hechos tienen las características ya señaladas, es indispensable para el juez que los conozca y verifique, ya que sin ella faltaría objetividad en su fallo. Además desconocerle su calidad de prueba por considerarla una actividad procesal es un error, porque también el testimonio, la confesión, etc., son actividades y medios de prueba. (28)

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PERITAJE JUDICIAL.

4.1 Medio de prueba.

El medio de prueba "es el modo o acto por el cual se lleva el conocimiento verdadero de un objeto... así pues, el medio es el puente que une al objeto por conocer con el sujeto cognocente. En el derecho procesal Penal los sujetos que tratan de conocer la verdad son: directamente el juez, a quien hay que ilustrar para que pueda cumplir con su función decisoria e indirectamente las partes, en cuanto se ilustran con las pruebas del proceso para sostener la posición que les corresponde." (29)

Por lo expuesto en su naturaleza jurídica, el peritaje es un medio de prueba por ser un instrumento por el cual se va a desentrañar los hechos objeto de prueba, que por su naturaleza se ven involucrados conocimientos en determinadas áreas de especialización, para la mejor ilustración del juez a un caso específico.

De acuerdo al Código de Procedimientos Penales para el D.F. el artículo 124 establece que "para la comprobación de los elementos del tipo y la probable o plena responsabilidad del inculpado, en su caso, el Ministerio Público y el Juez gozarán de la acción más amplia para emplear los medios de prueba que estimen conducentes, según su criterio, aunque no sean los que define y detalla la ley, siempre que esos medios no estén reprobados por ésta."

28. CFR: De Santo, Víctor. op. cit. p.p. 461, 466, 462, 466 y 460.

29. Rivera Silva, Manuel. op. cit. p.191.

4.2 Actividad humana.

Consiste en "la intervención transitoria, en el proceso, de personas que deben efectuar determinados actos para luego emitir el dictamen solicitado". (30) Al decir que el peritaje es una actividad humana, se hace referencia a la intervención de personas especializadas que van a fungir como peritos y que su participación en el proceso es para ilustrar al juez por medio de la investigación que éstos hayan realizado, emitiendo su dictamen.

El Código de Procedimientos Penales del Distrito Federal establece que siempre que se requieran conocimientos especiales, se necesitará la intervención del perito (CFR: art. 162).

Además "los peritos que intervengan en juicio podrán ser dos o más, pero bastará con uno en los casos cuando sólo éste pueda ser hábido, cuando haya peligro en el retardo o cuando el caso sea de poca importancia" (Art. 163). "Siempre que los peritos nombrados discorden entre sí, el juez los citará a una junta, en la que se decidirán los puntos de diferencia. En el acta de la diligencia se asentará el resultado de la discusión" (Art. 170). Cuando la opinión de los peritos discreparen, el juez nombrará uno tercero en discordia (Art. 178).

4.3 Actividad procesal.

El peritaje es una actividad procesal, "porque debe producirse en el curso del proceso o en diligencias procesales previas o posteriores y complementarias. Debe tenerse en cuenta que no constituye peritajes jurídicos los conceptos análogos que se requieren y emiten extrajudicialmente."(31)

De acuerdo con la doctrina la pericia puede ser de dos especies: judicial o extrajudicial, "según lo ordene el juez oficiosamente o a petición de parte, o que se realice fuera del juicio, como cuando un investigación penal o fiscal, los peritos de las procuradurías rinden opiniones técnicas sin que exista proceso." (32) De la pericia extrajudicial, Lessona considera: "...no tiene valor probatorio, pero al menos tiene valor propio, en cuanto constata hechos y vale como un testimonio extrajudicial." (33)

30. De Santo, Víctor. op.cit. p.449.

31. Devis Echandía, Citado por De Santo, Víctor. op. cit. p. 449.

32. Briseño Sierra, Humberto. op. cit. p. 409.

33. Ibídem. p. 409.

En el Derecho Procesal Penal Mexicano, las partes tiene que ofrecerla en la fase de instrucción, es decir, "en el auto de formal prisión se ordenará poner el proceso a la vista de las partes para que propongan, dentro de 7 días contados desde la notificación de dicho auto, las pruebas que estimen pertinentes..."(Art.314).

4.4 Actividad calificada.

Los peritos deben de tener amplio conocimiento del área en que se especializan o de acuerdo a su experiencia en materias donde las demás personas desconocen.(34) Esto es en virtud de los hechos a investigar ya que éstos tienen características técnicas, artísticas o científicas que su interpretación no es posible con otro tipo de personas, que aún siendo cultas sólo pueden estar especializadas en áreas específicas del conocimiento.

Son peritos titulares "si han recibido título profesional o carrera reglamentada por el Estado o, simplemente prácticos si su especial capacidad la han adquirido únicamente del ejercicio de un oficio o arte." (35)

El Código de Procedimientos Penales para el Distrito Federal establece que los peritos deberán tener título oficial en la ciencia o arte a que se refiere el punto sobre el cual deben dictaminar, si la profesión o arte están legalmente reglamentados; en caso contrario, el juez nombrará a personas prácticas. Cuando el inculcado permanezca a un grupo étnico indígena, podrán ser peritos prácticos, personas que pertenezcan a dicho grupo étnico indígena (artículo 171). También podrán ser nombrados peritos, cuando no hubiese titulados en el lugar en que se siga la instrucción; pero en este caso se librára exhorto o requisitoria al juez del lugar en que los haya, para que, en vista de la declaración de los prácticos, emita su opinión (artículo 172).

4.5 Encargo judicial.

La prueba pericial al ser una actividad procesal sólo puede entrar en el proceso, cuando la autoridad correspondiente la introduce en éste. El peritaje no se

34. De Santo, Víctor. op. cit. p. 449.

35. De Pina Vara, Rafael. op. cit. p. 183.

concibe de forma espontánea; si un perito concurre por propia iniciativa ante el juez que conoce de un proceso y emite declaraciones técnicas, científicas o artísticas sobre los hechos que se investigan, existirá un testimonio y no un peritaje. (36)

En el Código de Procedimientos Penales para el Distrito Federal establece que cada una de las partes tendrá derecho a nombrar hasta dos peritos, a los que se les hará saber por el juez su nombramiento, y a quienes se les ministrarán todos los datos que fueren necesarios para que emitan su opinión (artículo 164, parte 1a.). Los peritos deberán ser citados en la misma forma que los testigos; reunirán, además, las propias condiciones de éstos y estarán sujetos a iguales causas de impedimento (artículo 173). La designación de peritos, hecha por el juez o por el Ministerio Público, deberá recaer en las personas que desempeñen este empleo por nombramiento oficial y a sueldo fijo (Artículo 180, primer párrafo).

4.6 Vinculación de los hechos.

El procedimiento penal surge cuando una conducta encuadra en el tipo legal provocando un conflicto entre el Estado y el infractor de la ley penal. Durante el proceso se busca comprobar si esa conducta ha incumplido con normas jurídicas, ésta comprobación sólo se logra cuando es resuelto el objeto de la prueba, pues en él se busca lo que debe de probar conformando el contenido del litigio. Entonces el objeto de prueba consiste en "lo que hay que determinar en el proceso".(37)

Se puede decir que la mayoría de los doctrinarios consideran como objeto de prueba los hechos afirmados, a excepción de los que se establecen en la carga de la prueba. Los hechos que se buscan probar son los hechos de la causa, es decir, los hechos principales "que concuerdan con el supuesto de la norma penal cuya aplicación se solicita para apoyar la pretensión punitiva... así también, el hecho accesorio, puede ser sujeto a prueba, como sucede en aquellos casos en que el hecho a probar no es relevante por sí a la causa, sino para demostrar o negar la eficacia de un medio de prueba, verbigracia el hecho en el que se basa la objeción de la autenticidad de un documento."(38)

Un hecho que no es afirmado será objeto de prueba "... cuando su negación es contraria a una presunción legal o cuando envuelve la afirmación expresa de un

36. De Santo, Víctor. op. cit. p. 449.

37. Rivera Silva, Manuel. op. cit. p. 191.

38. Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.62.

hecho" (artículo 248 del Código de Procedimientos Penales para el Distrito Federal). Esta disposición legal se refiere a que el objeto de la prueba no sólo son los hechos afirmados, sino que también el que niega un hecho tiene la obligación de probar dicha negativa.

Las pruebas deben de circunscribirse a los hechos relacionados con el debate procesal, es decir sólo se han de comprender los hechos que el proceso penal han quedado establecidos, tomado como guía los hechos consignados en la averiguación previa. "El Juez penal esta impedido para autorizar medios de prueba tendientes a demostrar hechos ajenos a la causa a la relación jurídico-criminal consignada... Esto se debe no sólo al principio de que únicamente los hechos controvertidos son objeto de prueba, sino también al principio constitucional de que la consignación de los hechos, la pretensión punitiva y el ejercicio de la acción penal corresponden al Ministerio Público... 'En el proceso penal no puede hablarse de hechos confesados o admitidos'. Lo cual se debe a que, con cierta frecuencia llega a ocurrir en materia penal, por motivos de parentesco, amor o amistad llegan a producirse confesiones que no son sinceras o bien que se encuentran viciadas por cuestiones patológicas. En todo caso, al juez penal se le debe dejar en libertad de valorar y decidir sobre si los hechos confesados requieren o no de prueba según su prudente convicción en cada caso concreto." (39)

Los hechos que no requieren prueba, son los hechos notorios. Al respecto un hecho se puede considerar notorio cuando éste es aceptado de manera universal y puede ser percibido por cualquier persona perteneciente a un mismo grupo. Es decir el hecho notorio "es aquel conocido por todas las personas de nivel medio social, cultural y económico de un grupo social o comunidad... pues forma parte de la conciencia o del conocimiento social generalizado." (40) Así también se encuentran exentos de prueba, "los hechos que recaen en una presunción legal... ya que ésta es una proposición normativa acerca de la verdad de un hecho." (41) Cuando existe una presunción legal se puede llegar al conocimiento de los hechos controvertidos, pues ésta se basa en hipótesis establecidas por la ley considerando un hecho como cierto.

Las normas jurídicas también son susceptibles de ser objeto de prueba, "en cuanto dice relación a su existencia o a su contenido." (42) Por regla general el juez debe ser un experto en conocer el derecho, por lo cual se dice que es un perito en derecho, por lo tanto "el conocimiento acerca del hecho de la existencia de la norma jurídica es impuesto al juez... De aquí que el derecho no se afirma; simplemente se

39. *Ibidem* p. p. 64 y 66.

40. Gómez Lara, Cipriano. "Derecho Procesal Civil". 5a. ed. Ed. Harla S. A. México, D.F. 1991. p. 121.

41. Díaz De León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.67.

42. Florián, Eugenio. *op.cit.* Tomo I. p. 114.

invoca; y en general el juzgador no está vinculado por las normas jurídicas invocadas por las partes." (43) No obstante el derecho puede ser objeto de prueba en el caso del derecho histórico, consuetudinario, orden jurídico extranjero o jurisprudencia extranjera, pues son casos en que el juez no tiene obligación de conocerlo y esté debe realizar la investigación respectiva para constatar la existencia de ese derecho.

Sin embargo, para Eugenio Florián el objeto de la prueba consiste en "todo lo que pueda allegarse al proceso y todo lo que se pueda presentar al conocimiento del juez y de las partes para la comprobación judicial relacionada con dicha indagación."(44)

En base a esa premisa el artículo 162 de ley antes mencionada considera que el objeto de la prueba también lo conforman las personas y las cosas. "Recaerá sobre personas, en casos como el homicidio, las lesiones, el aborto, el infanticidio, la violación, el estupro, etc...el auxilio de técnicos especialistas será solicitado para precisar algunos otros aspectos referentes a la persona: edad, el examen psicológico, el tratamiento psiquiátrico, etc... La peritación recaerá en los objetos cuando estén relacionados con los hechos como: los documentos, las armas, instrumentos, efectos, o también, si se estima que de los mismos pueden obtenerse datos, huellas digitales u otra clase de evidencias."(45)

Cuando se habla del hecho como objeto principal de prueba es por la premisa civilista consagrada en el artículo 284 del Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal que establece que "sólo los hechos estarán sujetos a prueba". Sin embargo, considerando que la ley penal deja un amplio margen para absorber todo lo que pudiera estimarse susceptible de prueba, así como los supuestos donde la ley también puede ser objeto de prueba, "...la expresión *hecho* debe ser considerada con la amplitud necesaria para comprender no sólo los sucesos del hombre, de su propia persona, o las cosas del mundo, sino, en general todo aquello que pueda formar, de manera principal o accesoria, parte de la relación jurídico-criminal que se debata en el proceso..." (46) Lo anterior responde a la integración del caso con todo lo necesario para esclarecerlo de acuerdo a su propia particularidad.

43. Jorge A. Claría Olmedo, citado por Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p. 68.

44. Florián, Eugenio. op. cit. p. Tomo I. p. 96.

45. Colín Sánchez, Guillermo. "Derecho de Procedimientos Penales". 14a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1995, p. 344.

46. Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.63.

5. SITUACIÓN JURÍDICA DEL PERITAJE.

5.1 En la Constitución Política.

El artículo 20 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, pertenece al grupo de garantías individuales que consagra la seguridad jurídica de los gobernados, siendo éstas "el conjunto general de condiciones, requisitos, elementos o circunstancias previas a que debe sujetarse una actividad estatal autoritaria para generar una afectación válida de diferente índole en la esfera del gobernado, integrada por el *summun* de sus derechos subjetivos." (47) Por lo tanto, en caso que sea emitido un acto de autoridad que afecte el ámbito jurídico del gobernado, *sin que haya observado los requisitos previstos en la Constitución*, ese acto no será válido.

Específicamente el artículo 20 se refiere al procedimiento penal, que comprende desde el auto inicial hasta sentencia definitiva, aludiendo al gobernado en su calidad de iniciado y procesado. Este artículo establece a la autoridad judicial las condiciones y prohibiciones que debe de tener todo procedimiento penal, tanto en materia local como federal. En su fracción V se establece la debida defensa de los procesados, no sólo permitiéndoles la recepción de testigos y otras pruebas que acrediten su propia defensa, sino incluso ordenando al juez que preste auxilio al acusado, con el objeto que éste pueda objetar la comparecencia de cuyo testimonio se solicite. En términos generales, ésta fracción está establecida una posición liberal en lo que toca a las probanzas que quiera aportar un acusado. (48)

5.2 En la Ley Federal y Local Penal .

Una vez que la etapa probatoria ha sido desahogada, el juez se enfrenta a reconsiderar todo el material probatorio y como resultado tiene que apreciar las pruebas para poder establecer las consecuencias legales al caso en proceso. "Esta apreciación, conocida como valorización de la prueba, es una capacidad intelectual del juez penal al juzgar... la valorización de la prueba no es otra cosa que la operación mental que realiza el juez con el objeto de formarse una convicción

47. Burgoa Orihuela, Ignacio. "Las Garantías Individuales". 21a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1988. p.p. 640 y 641.

48. CFR: Castro y Castro, Juventino V. "Lecciones de Garantía y Amparo". 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D. F. 1978. p. 39.

sobre la eficacia que tengan los medios de prueba que se hubieren llevado en el proceso... Esta facultad de apreciación que dispone el magistrado, normalmente, se hace a la hora de juzgar, Preséntase la valoración de la prueba, pues, como una de las tantas funciones más principales en que actúa el juzgador dentro de su tarea de administrar pública justicia."(49) La valoración que realiza el juez consiste en el juicio para establecer si determinado medio probatorio es lo suficientemente eficaz para ilustrar el caso específico, de acuerdo al resultado de la interpretación que haya obtenido de éstas.

Entre los sistemas que sirve para valorar la prueba se encuentran:

1) Sistema de la prueba tasada o de tarifa legal. En este sistema la valorización de los medios de prueba "se encuentra previamente regulada en la ley y el juez ha de aplicarla rigurosamente, prescindiendo de su criterio personal."(50) Este sistema es restrictivo a la ley, ya que el resultado de la práctica probatoria el juez tiene que adecuarlo con la norma legal aplicable, sin importar la convicción que el juez haya obtenido al percibir las pruebas, solamente procederá su criterio si éste coincide con la valoración legal fijada en la ley.

2) Sistema de libre convicción. En este segundo sistema es todo lo contrario al ya expuesto, ya que en éste, la convicción del juzgador no esta ligada a un criterio legal, teniendo así absoluta libertad en la estimación de las pruebas. El sistema de la libre convicción "no sólo concede al juez la facultad de apreciarla sin traba legal de ninguna especie, sino que esta potestad se extiende, igualmente, a la libertad de selección de las máximas de la experiencia que sirven para su valoración."(51)

3) Sistema mixto. Este sistema es una síntesis de los dos anteriores, pues equilibra el criterio del juez y el criterio legal para la apreciación de los resultados de los medios de prueba. En el derecho procesal mexicano se aplica este sistema; en lo que respecta a la prueba pericial tiene una ligera tendencia a la libre convicción (52), ya que de acuerdo con el artículo 254 del CPPDF y el artículo 288 del CFPP el juez calificará todo juicio pericial según las circunstancias.

A su vez, en el artículo citado de la ley local menciona que esa valoración también queda a disposición del Ministerio Público; "... ciertamente, desde la averiguación previa podríamos considerar que el Ministerio Público realiza una serie de apreciaciones acerca de los elementos de la prueba que se ventilan para tener

49. Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.p. 116 y 117.

50. De Pina Vara, Rafael. op.cit. p. 62.

51. Ibídem. op. cit. p.57.

52. CFR: Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales"... p.p. 121 y 122.

comprobado el cuerpo del delito y la presunta responsabilidad del inculpado... pero lo que hace el Ministerio Público en la averiguación previa es una apreciación parcial y no concluyente de las pruebas; parcial, porque sólo toma en cuenta las pruebas de cargo; esto es, no aprecia las que favorecen al inculpado, no concluyente, porque el análisis que hace de las pruebas no es definitivo."(53) Por lo tanto, el juez en el proceso penal es el que tiene la facultad para valorar integralmente las pruebas y establecer finalmente su apreciación y análisis en la sentencia.

El juez al tener esta facultad puede valorar la prueba pericial de acuerdo a su tendencia doctrinaria. Al respecto, Amat considera importante la influencia que tiene los dos aspectos de la naturaleza jurídica de la prueba pericial, porque es uno de los caminos que parte el juez para apreciar la prueba pericial, así como el sentido que le otorgue cada sistema procesal.(54) Es indudable el hecho que el juez goza de libertad para valorar el dictamen pericial, pero esa valoración, debe ser objetiva, porque de otra manera podría caer en una arbitrariedad.

5.3 En la Jurisprudencia.

La valoración de la prueba es un tema importante ya que su desarrollo auxilia en la apreciación, y así establecer la eficacia de la prueba de acuerdo a los conceptos de la doctrina. Sin embargo, cuando el juez tiene duda acerca de la interpretación legal que tiene que realizar acerca de la norma jurídica, la jurisprudencia es el medio por el cual puede basar su criterio para resolver esa duda.

La jurisprudencia posee dos acepciones. "En una de ellas equivale a ciencia del derecho o teoría del orden jurídico positivo. En la otra, sirve para designar el conjunto de principios y doctrinas contenidas en las decisiones de los tribunales." (55). El segundo concepto es su acepción más común, pues en éste radica la interpretación y aplicación del derecho por los órganos jurisdiccionales. En México existen varios tribunales cuyas decisiones constituyen jurisprudencia, pero el órgano de mayor jerarquía dentro del Poder Judicial Federal autorizado para crear jurisprudencia es la Suprema Corte de Justicia de la Nación. La jurisprudencia es una fuente formal del derecho supletoria a la ley, que reviste de obligatoriedad de acuerdo al orden jerárquico descendiente de los órganos jurisdiccionales.

53. *Ibíd.*, p. 120.

54. Citado por De Pina Vara, Rafael. *op.cit.* p.190.

55. García Maynez, Eduardo. *"Introducción al Estudio del Derecho"*. 41a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1990. p. 68.

Como ya se ha mencionado anteriormente las discrepancias existentes acerca de su naturaleza jurídica han sido de gran influencia en la valoración de la prueba pericial, así mismo estos criterios han influenciado en la jurisprudencia. De esta manera hay que señalar las jurisprudencias que expresan lo siguiente:

"Los dictámenes periciales son meras opiniones de técnicos en alguna especialidad, orientadores del arbitrio judicial, que de ninguna manera constituyen imperativos para el órgano jurisdiccional."

"Dentro del amplio arbitrio que la ley y la jurisprudencia reconocen a la autoridad judicial para justipreciar los dictámenes periciales, el juzgador puede negarles eficacia probatoria o concederles hasta el valor de prueba plena, eligiendo entre los emitidos en forma legal, o aceptando o desechando el único o varios que se hubieran rendido, según la idoneidad jurídica que, fundada y razonadamente, determine respecto de unos y otros." (56)

De acuerdo a las jurisprudencias citadas el valor de la prueba pericial depende del grado de reconocimiento otorgado por el juez, por lo tanto el dictamen pericial puede ser demeritado por éste. Aparentemente podría establecerse una contradicción legal con el criterio jurisprudencial, pues en el primero el peritaje se encuentra enumerado entre los medios de prueba, en cambio en el segundo sólo la considera como un simple auxiliar del juzgador. Sin embargo, esto no es así, la prueba pericial es un medio de prueba judicial, pero lo que concierne a su valoración existen diversas lagunas de ley, pues la misma ley permite una amplia facultad al juez en su valoración, y es aquí donde los criterios jurisprudenciales ayudan en la interpretación de la ley y orientar el pensamiento del juez.

La evolución de la ley consiste principalmente en las factores ideológicos que se hayan formulado en determinado momento por considerarlos aptos para establecer un específico orden jurídico, por lo tanto los criterios van cambiando de acuerdo al mismo desarrollo social. Así mismo los criterios jurídicos van evolucionando para la positiva formación del orden jurídico, así como una mejor aplicación normativa. Al respecto la jurisprudencia ha revalorado al peritaje considerando lo siguiente:

"PERITOS, VALORACIÓN DE LOS DICTÁMENES DE LOS. A propósito de la tesis de jurisprudencia que aparece en la segunda parte del apéndice del semanario judicial de la federación de 1917 a 1965, bajo el número 217, relativa a la naturaleza

56. Jurisprudencias citadas por Paillas, Enrique. op. cit. p.124.

de la prueba pericial, debe decirse que no es suficiente la invocación de tal jurisprudencia para desestimar las dictámenes periciales, sino que tal desestimación debe estar basada en razones bastantes que vengan a desvirtuarlos, lo que no sucede en un caso en el que la responsable solo se concreta a decir, según reza esa jurisprudencia, que los dictámenes periciales son mera opiniones de técnicos en alguna especialidad, orientadores del arbitrio judicial, que de ninguna manera constituye imperativos para el órgano jurisdiccional; toda vez que los referidos dictámenes, aunque en efecto no obligan a los juzgadores, si llegan a determinadas conclusiones, según los razonamientos que lo fundan aunque los juzgadores no estén obligados a tomarlos en cuenta, deben darse y explicarse las razones por las que en su concepto no las toma en su consideración y al no existir dichas razones, el arbitrio judicial es violatorio de garantías individuales." Séptima Época segunda parte: A.D. 5387/70 Alvarado Pérez Morales Santos Pérez Maldonado y Fortunato Ramírez. Mayoría 3 votos. Tesis relacionada con jurisprudencia 187/85. Semanario Judicial de la Federación, Primera Sala, 7a. época, Vol 34., Poder Judicial de la Federación Junio de 1993, p.32.

En base a lo anterior, el juez tiene la obligación de explicar la razón por la cual no le otorga eficacia probatoria, en caso contrario estará violando garantías individuales. Aunque la opinión pericial no sea impuesta al juez, es ilógico que éste no lo tome en cuenta y la integre con las demás pruebas expuestas en el procedimiento, sobretodo en materia penal, ya que la prueba pericial es indispensable para desentrañar el caso a tratar.

"PRUEBA PERICIAL, IMPROCEDENCIA DE LA NEGATIVA A RECIBIRLA. Se produzca acerca del valor probatorio del resultado de una prueba pericial, cuando se afirma que "sería una simple opinión científica o técnica que no constituye prueba alguna", pues conforme a lo dispuesto por los artículos 220 y 228 del código federal de procedimientos penales siempre que para el examen de personas, hechos u objetos, se requieren conocimientos especiales, aun la de los peritos científicos, según las circunstancias del caso, lo que en otra palabras quiere decir que para que el juzgador aprecie el valor jurídico y de convicción que le produzca una prueba de esta naturaleza, deben recibirla en autos, quedando a su arbitrio ponderar su valor demostrativo previo el razonamiento lógico-jurídico necesario." Séptima Época, segunda parte, A.D. 3306/76 Salvador Selem Alam. Unimidad de 4 votos. Tesis relacionada con jurisprudencia 188/85. Semanario Judicial de la Federación, Primera Sala, 7a. época, Vol. 36, Poder Judicial de la Federación, Junio de 1993, p. 34.

El criterio de la jurisprudencia anteriormente señalada expone que la prueba pericial tiene que ser recibida en autos, quedando al arbitrio del juez su valor demostrativo, reiterando la facultad del juez sobre su libre convicción acerca de la prueba pericial; así mismo se establece que dicho valor demostrativo tiene que ser sometido a un razonamiento lógico-jurídico que aunado a la jurisprudencia que la

antecedió, el juez no puede desechar una prueba pericial sin justificar la razón que lo lleve a tal resolución.

Ambas jurisprudencias responden a la importancia que ha desarrollado la prueba pericial, pues mantiene un alto grado de objetividad, ya que cada vez es menos susceptible de error por el rápido desarrollo científico que se ha obtenido en los últimos años. De esta manera es razonable pensar que el valor de la prueba pericial radica en el razonamiento lógico, lo cual provoca la integración de las pruebas sin menos cabo de la libre convicción del juez, configurando así la capacidad demostrativa que guarda la prueba pericial siendo lo suficientemente apta para la comprobación de los hechos.

Todo lo anterior ha sido expuesto porque la genética forense al ser una prueba pericial centra su aplicación legal en su valoración, como lo es con cualquier otro tipo de pericial. Como se ha podido apreciar la valoración se conduce a la libre convicción del juez, sólo lográndose está con el conocimiento de la efectividad que posea la técnica utilizada para identificar individuos. De ahí que en países como E.U. Inglaterra, España o Francia debatan sobre la efectividad de las pruebas periciales, así como la estandarización de pruebas, y su regulación legal, porque existe gran disparidad de opiniones sobre la convicción que puede provocar cada una de éstas. Pese a todo, la prueba pericial se ha integrando al Derecho con el fin de anular la falacidad con la que se podría interpretar el hecho delictivo siendo básica en la identificación judicial.

Por lo tanto el conocimiento de como es aplicada la genética en el ámbito forense, es de gran utilidad porque así es posible saber su eficacia y sus limitaciones. En base a esto en el capítulo siguiente se expondrá conceptos básicos. trascendiendo al uso de técnicas, usos y aplicación de la genética.

CONCEPTOS BÁSICOS DE GENÉTICA

1. EL NACIMIENTO DE LA GENÉTICA MOLECULAR.

Desde tiempos ancestrales diversos pueblos han tenido curiosidad en saber el por qué los hijos son semejantes a sus progenitores, es decir conocer la leyes de la herencia. Así mismo de forma empírica y bajo creencias supersticiosas lograron cierta manipulación genética mediante injertos de plantas y cruza animales, como son las variedades de arroz que desarrollaron los antiguos chinos, la hibridación y selección de razas caninas, como también en las leyes hebreas que eximían a ciertos niños a la circuncisión por sangrar profusamente, reconociendo la relación hereditaria de la hemofilia con el sexo.

No fue hasta que Gregorio Mendel, (conocido como el padre de la genética clásica), descubrió la forma en que los caracteres hereditarios son transmitidos de padres a hijos. "Experimentando durante ocho años con hibridación de plantas escogió 22 variedades de chícharos... ideando así un modelo para explicar la herencia de caracteres individuales que resultó ser correcto..."(1) Mendel no fue el primero en realizar experimentos con hibridación, pero sí fue uno de los primeros en considerar sus resultados en relación a la herencia de caracteres individuales, es decir investigó como se transmitían cada una de las características de un individuo a otro, elaborando así un preciso patrón matemático para establecer la transmisión de estos caracteres. Sin embargo, Mendel no tenía idea del mecanismo biológico que intervenía en las cruza, por tal motivo la investigación de descubrir que factores que intervienen en la herencia continuaron.

Fue hasta 1905 que el inglés Willian Baterson dio el nombre de genética a esta nueva ciencia, que significa "engendrar". A principios del siglo XX el danés W.L. Johansen empezó a utilizar la palabra *gene*, derivandola de las últimas sílabas del término "pangenia", establecido por Darwin. Sin embargo el concepto de gen había estado implícito en la conceptualización de Mendel de un elemento o factor físico (anlaga) como base para el desarrollo de una característica. (2)

Posteriormente la genética se ve revestida de las ciencias físicas, es decir que científicos con formación y motivación muy diferente a la de los genetistas clásicos se

1. Winchester, A.M. "Herencia: Una Introducción a la Genética". Ed. CECSA. México, D.F.1985. p. 30.
2. Gardner, Eldon J. "Principles of Genetics". 8a.ed. Ed. John Wiley & Sons. New York. 1991. p. 16.

interesaron en la naturaleza del gen, y poco a poco se va desechando la idea de que el fenómeno de la vida no podía explicarse en términos físicos o químicos, dando así una nueva era para la investigación genética.

Al estudiarse las bases físicas de la información genética, "en 1935, Max Delbrück, indicó que el tamaño de los genes era comparable al tamaño de las mayores moléculas y que su estabilidad podía mantenerse por largo plazo, pero sólo cuando ocurriesen cambios discontinuos y bruscos que alteraran la energía del átomo podría darse una mutación provocando cambios evidentes en el organismo.(3)

"En 1943, Salvador Luria y Max Delbrück publicaron un artículo titulado "Mutaciones bacterianas de sensibilidad a resistencia vírica", que planteaba una estrategia experimental y un tratamiento de datos que permitía deducir conclusiones, y señaló el nacimiento de la genética bacteriana como ciencia. Aunque previamente había aparecido numerosos estudios sobre mutaciones, el artículo de Luria y Delbrück permitía establecer por primera vez una lógica científica."(4)

La entrada de otras áreas de estudio en la genética y campos afines en los años cuarenta produjo una revolución en la biología, dejando como legado la biología molecular. Como parte de esta revolución, se desarrolló la genética molecular a partir de la genética clásica. Posteriormente en 1952 A. Hershey y M. Chase identificaron una macromolécula de los organismos procarióticos. Dicha macromolécula resultó ser el ácido desoxirribonucleico (ADN) como la portadora de la información genética. (5)

Sin duda alguna la historia del desarrollo de la ciencia es un campo complejo y fascinante, por lo tanto los descubrimientos realizados en este siglo se han vuelto demasiado numerosos para mencionar cada uno de ellos, así que durante el desarrollo de este capítulo se hará mención sólo de aquellos estrictamente necesarios para hacer inteligible la materia de genética forense.

3. Stent Guther, Siegmund. "Genética Molecular". 2a. ed. Ed. Omega S. A. Barcelona, España. 1981. p. 20 y 21.

4. Pellón, José R. "La Ingeniería Genética y sus Aplicaciones". Ed. Acribio. Zaragoza, España. 1986. p.21.

5. Gardner, Eldon J.op. cit. p.17.

2. ESTRUCTURA DEL ADN.

2.1 REGLA DE LA EQUIVALENCIA.

El investigador Chargaff en 1950 publicó que las bases nucleotídicas que componen el DNA [adenina (A), guanina (G), citocina (C) y timina (T)], se unen en proporciones iguales. Es decir, que en cualquier DNA, el número de las A es el mismo número de las T; en forma semejante, el de las G es igual número de las C.(6)

Antes de este descubrimiento imperaba el criterio de la teoría tetranucleotídica de la estructura del DNA, es decir que $[A] = [G] = [C] = [T]$. Así el ADN se encontraba como un polímero monótono como una simple repetición de cuatro bases en el mismo orden. Con la investigación de Chargaff el ADN lleva la información genética en forma de secuencias específicas de bases nucleótidas.(7) Además los datos de Chargaff aunado con los datos de rayos de difracción de Wilkins y Franklin permitió que Watson y Crick interpretarán la estructura del ADN.

2.2 La estructura de Watson y Crick.

Una vez establecido que el ADN es el portador del material genético, el estudio de su estructura resultó ser esencialmente importante para comprender el funcionamiento de dicha macromolécula. Desde aquel entonces se sabía que el material genético era replicado y pasaba de generación en generación llegando a presentar mutaciones. Así mismo, se sabía que el material genético debía contener la información requerida para generar un organismo complejo a partir de una sola célula. El conocimiento de la estructura del ADN sugería su mecanismo de replicación y la forma de almacenamiento de la información genética y sus variaciones.

El descubrimiento de la estructura del ADN se dio gracias a la aplicación de la cristalografía de rayos X, ya que sin la aplicación de ésta técnica no hubiera sido posible establecer verazmente su estructura. "...Watson y Crick habían ya considerado una variedad de estructuras posibles, pero debido a la mala calidad de sus fotografías a partir de las cuales habían estado trabajando, habían sido incapaces de llegar a conclusiones definitivas. Pero la fotografía de Franklin les dijo lo que precisaban para su conocimiento, y en pocas semanas habían establecido la estructura del ADN. En

6. Jenkins, Jonh B. "Genética". 2a. ed. Ed. Reverté. Barcelona, España, 1982, p. 260.

7. Stent Gunther, Siegmund. op. cit. p.22.

abril de 1953, Watson y Crick publicaron sus conclusiones acerca de la estructura del ADN..." (8)

El modelo del ADN que construyeron Watson y Crick consiste en una doble hélice (ver figura 2.1), la cual esta formada de dos cadenas de polinucleótidos (la unidad que se forma por una base y una azúcar-fosfato adherido es llamado nucleótido); dichas cadenas se mantienen unidas por enlaces de hidrógeno entre las bases. El apareamiento de las bases ocurre entre T y A por dos puentes de hidrógeno, en cambio C y G tienen tres puentes de hidrógeno, explicando la regla de la equivalencia propuesta por Chargaff. El modelo requería que las dos cadenas polinucleótidas corrieran en direcciones opuestas (antiparalelas), siendo complementaria la una de la otra. (9) La variedad de genes existente es posible debido a la gran longitud de las moléculas de ADN. El ser humano posee aproximadamente 3.000 millones de bases en su genoma (haploide), que a su vez, se encuentran irregularmente distribuidos en 23 pares de cromosomas presentes en todos los núcleos celulares.

El modelo de Watson-Crick para la estructura del ADN ha resistido diversas pruebas a través del tiempo, sólo teniendo pequeñas alteraciones. Para la biología dicho modelo ha sido de gran importancia, ya que sugiere el mecanismo por el cual los genes replican, mutan y guardan información.

2.5 El código genético.

El material genético funciona en virtud de su capacidad de especificar proteínas, pues éste tiene la información necesaria para su producción, pues cada gen es la producción de una proteína específica. "La relación de una secuencia de ADN y la secuencia que le corresponde a una proteína es llamado código genético". (10) Esta función es vital porque las proteínas se encargan de buen funcionamiento de las reacciones bioquímicas de los seres vivos y así lograr su función biológica óptima.

Las funciones de las proteínas codificadas por los genes sustentan el funcionamiento metabólico de la célula, y por lo tanto, la realización de las funciones vitales de cualquier organismo vivo. Por tal razón, muchas anomalías son producto de

8. *Ibidem*. p. 43.

9. CFR: Gardner, Eldon J. op. cit. p. 91, 93 y 94.

10. *Ibidem*. p. 81.

mutaciones que son alteraciones que cambian la información genética. El cambio de la secuencia de los nucleótidos del ADN se refleja en la proteína que codifica el gen, el cambio de una secuencia de nucleótidos hace que el gen sea diferente afectando la secuencia de los aminoácidos y por lo tanto, la función de la proteína.

MOLÉCULA DE ADN

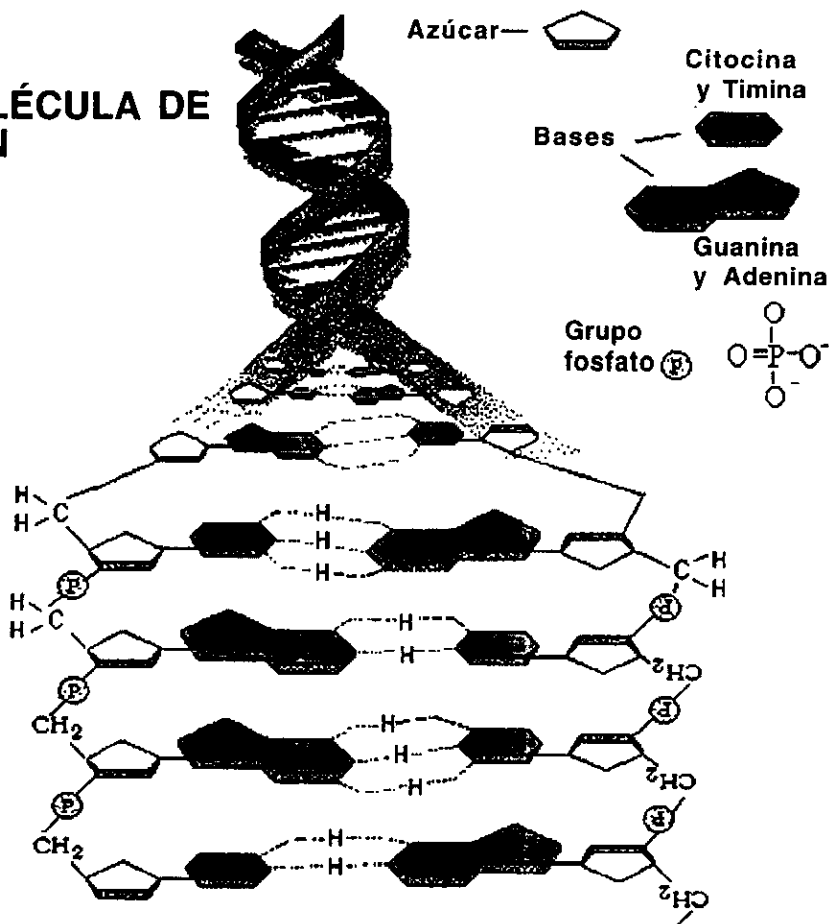


Figura 2.1 Estructura de la molécula del ADN mostrando su composición química.

3. MARCADORES GENÉTICOS.

3.1 Definición.

El gen es "una unidad completa de información genética"(11), es decir que es un segmento de ADN que codifica proteínas, siendo su expresión la base de la dinámica celular. A su vez los genes forman cromosomas, los cuales llevan las características hereditarias de cada individuo. Los marcadores genéticos son parte de sistemas para localizar genes en el cromosoma, lo cual ayuda a configurar mapas cromosómicos, donde se muestra el sitio (*loci*) o los sitios (*locus*) en que se encuentran los genes. Con este tipo de análisis es posible localizar genes mutados, establecer el funcionamiento de cada gen, seguir su secuencia hereditaria, o bien, analizar secuencias reguladoras que intervienen en la expresión de los genes.

Así pues, los marcadores genéticos son "secuencias de ADN cromosomal, que permite localizar genes y configurar mapas cromosómicos".(12) El funcionamiento de los marcadores con respecto a la herencia y establecimiento de lazos de parentesco se basa en el proceso por el que se heredan los genes.

Es durante la meiosis donde ocurre un suceso de vital importancia, el entrecruzamiento, que "es el proceso por el cual los cromosomas intercambian genes, es decir, los cromosomas se recombinan permutándose segmentos de igual longitud. Por esta razón, la probabilidad de que 2 hijos de los mismos padres reciban la misma combinación de cromosomas llega a la proporción astronómica de 1 en 70.5 millones, exceptuando gemelos idénticos"(13) En consecuencia, la reproducción sexual hace posible un alto grado de diversidad. Por esta causa, no hay dos descendientes exactamente iguales, pero solo los gemelos idénticos comparten la misma información genética, por la división del cigoto durante la gestación.

La frecuencia del entrecruzamiento de los genes se incrementa con la distancia que los separa en el cromosoma, si los genes se encuentran en un extremo del cromosoma, existen más probabilidades de entrecruzamiento. Así para precisar la distancia que media entre un gen y un marcador, "...se correlaciona el patrón de herencia de sus alelos... Por ejemplo, si en una familia sus individuos son afectados por una enfermedad hereditaria y casi siempre heredan la misma versión del marcador, el gen mutante y el marcador se encontrarán en el mismo cromosoma,

11. Winchester, A.M. op. cit. p. 89

12. White R. y Lalouel J. M. "Chromosome Mapping with DNA Markers". Scientific American, 1988, Feb. 285 (2): 40.

13. Winchester, A. M. op. cit. p.58

y muy próximos. Se dice entonces que el marcador y el gen patógeno están ligados."(14)

Así los marcadores son una herramienta muy importante en los análisis genéticos, pues con ellos se pueden establecer mapas para localizar genes y así identificar secuencias genéticas, además pueden constituir huellas genéticas individuales muy importantes en los análisis forenses, como también se pueden realizar análisis de pedigrée y establecer relaciones de parentesco.

3.2 Descubrimiento.

Cuando se descubrió el entrecruzamiento se vio como la llave para mapear cromosomas, basándose en cruza de organismos con un número considerable de características variables heredadas y observando con que frecuencia aparecerán los rasgos en una generación a otra. Posteriormente gracias al descubrimiento de las enzimas de restricción o restrictasa, "aislada por primera vez en 1970, y usadas para cortar el ADN específicos dependiendo de una determinada secuencia de bases"(15); y de los polimorfismos, que son pequeños tramos de ADN variable y que se encuentran cerca del gen (16) es posible realizar mapeos y análisis genómico con mayor certidumbre y así contribuir al conocimiento del funcionamiento y estructura de los genes.

Al principio sólo se conocían 25 o 30 sistemas de marcadores que únicamente cubrían pequeñas secciones de unos pocos cromosomas. Por falta de marcadores, la mayor parte del genoma humano permanecía inaccesible. "Con la llegada de las técnicas de recombinación *in vitro*, a mediados de la década de 1970, la cartografía basada en los estudios de ligamento se transformó... Los orígenes pueden situarse en abril de 1978, en un seminario de genética donde David Botstein, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, Ronald W. Davis, de la Universidad de Stanford, y Marc H. Skolnick, de Utah, lanzaron la idea de que la propia secuencia de ADN podía ser fuente de numerosos marcadores fácilmente detectables... Botstein Write, Skolnick y Davis publicaron en 1980 su trabajo experimental. Mientras tanto, otros muchos investigadores encontraban marcadores en ADN humano y especulaban sobre su utilidad."(17)

14. White R. y Lalouel J. M, op. cit. p. 41.

15. Pellón, José R, op. cit. p. 21.

16. CFR: Write R. y Lalouel J. M.op. cit. p. p. 42 y 43.

17. Ibídem. p. 43

A partir de entonces existe una larga colección de marcadores genéticos. El poder de análisis de los marcadores radica en el alto nivel de polimorfismo que contienen las pares de bases que forman el ADN. La detección de estas variantes podría constituir una fuente ilimitada de marcadores, repartidos por todo el genoma humano, así que entre más marcadores se conozcan se tendrán estudios más específicos del genoma de cualquier persona, ya que cada persona presenta variaciones en sus secuencias neucleótidas.

3.3 Tipos de marcadores.

3.3.2 Marcadores RFLP's.

Los marcadores funciona en razón de que existen ciertas herramientas moleculares llamadas enzimas de restricción o restrictasas que cortan secuencias específicas de ADN. Las variaciones de las bases de dichas secuencias se le conoce como polimorfismo. Los polimorfismos puede consistir en que la secuencia cambie alguna base y por lo tanto, la restrictasa no reconoce la secuencia y no puede hacer su corte en el sitio específico, llamado sitio de restricción, alterando así la longitud de los fragmentos de ADN; o en otro caso una secuencia de ADN se repite varias veces, entonces la restrictasa cortará en los *locus* de tales repeticiones.

En el caso de los RFLPs pertenecen al primer polimorfismo mencionado, pues dicha variación origina un polimorfismo del tamaño de los fragmentos de restricción (restriction fragment legth polimorphism). Los tamaños de estos segmentos son analizados por la técnica de Southern. El resultado de esta técnica identifica la longitud de los fragmentos, separandolos por su peso molecular (ver figura 2.2). El análisis de los fragmentos será de acuerdo a los objetivos trazados en ese momento: en el caso de que el fin sea forense será establecer la relación del inculpado con las muestras biológicas encontradas para corroborar el delito que se le imputa.

El proceso por el cual se realizan los análisis de sistema de marcadores RLFPs es explicado por los investigadores White R. y Lalouel J. M. "A partir de una muestra de sangre, en ADN es digerido con restrictasas, los fragmentos se separan mediante electroforesis: un campo eléctrico los distribuye por un gel. Con la técnica de Southern se identifican los fragmentos que interesen. En una muestra de ADN "desnaturalizado", esto es, calentado o expuesto a un pH alto para separar sus cadenas, un fragmento de ADN de cadena sencilla puede actuar como sonda que busque y se una a su secuencia complementaria.

"En la técnica de Southern, una vez separados los fragmentos de ADN por

electroforesis, se desnaturalizan y transfieren del gel a una membrana, donde se ponen en contacto con una sonda de ADN marcada por un isótopo radioactivo. Las

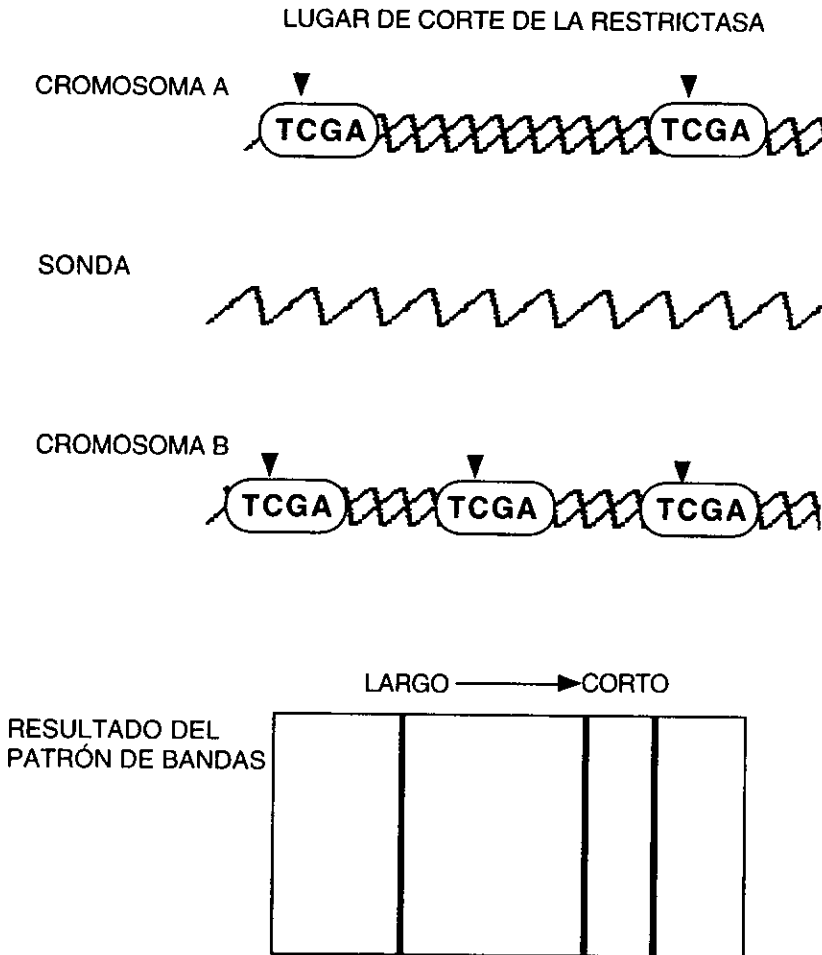


Fig. 2.2. Marcadores RFLP's. Se detectan como RFLP los sitios en los cuales se difieren en secuencia de restricción en cromosomas homólogos. El ADN se digiere y es cortado en la secuencia TCGA. Los RFLP's funcionan en razón que una diferencia de la secuencia determina la presencia de un sitio de restricción en un cromosoma y ausencia en el homólogo. Los fragmentos que resulten de cada cromosoma diferirán en longitud estableciendo el resultado del patrón de bandas. (Tomado de Write y Lalouel, 1990).

sondas pueden ser de dos tipos monolocus y multilocus. Las sondas monolocus se acoplan a unidades de repetición de ciertos minisátelites de un sitio específico (*locus*) y de un determinado cromosoma. En cada estudio aparecen lógicamente dos bandas por individuo hipervariable de uno a otro... Las sondas multilocus se acoplan a minisátelites que están en varios *locus* de diferentes cromosomas. En cada estudio aparecen entre 10 y 20 bandas por persona. (18) La sonda sólo se híbrida, se une al fragmento o fragmentos que complementan su secuencias de bases. El marcaje radiactivo permite detectar la posición de los fragmentos y, por lo tanto sus tamaños. Posteriormente por exposición a una película de rayos X se revelan los fragmentos radiactivos" (ver figura 2.3.). (19)

Si se realiza el experimento con ADN de varios individuos distintos, y las bandas radiactivas aparecen en lugares diferentes, dicho ADN tiene variabilidad de cortes típica de un caso de polimorfismo de ADN. Los RFLPs que dicha sonda detecta constituyen marcadores genéticos brindan un punto de referencia en el genoma, un breve segmento de ADN polimórfico cuya pauta de herencia puede seguirse fácilmente.

3.3.2 Marcadores VNTR's.

Una peculiaridad del ADN eucariote es que tiende a repetir en un mismo *loci* secuencias cortas de nucleótidos que no codifican proteína alguna. Se ignora el origen y el significado de estas repeticiones, pero las técnicas de cartografía cromosómica basadas en el ligamiento también pueden servirse de ellas, pues el número de veces que se repite un minisátelite determinado varía de unas cuantas copias a centenares de ellas, permitiendo así diferenciar el material hereditario de distintos individuos. A este tipo de marcadores de ADN que se denominan VNTRs (Variable Number of Tandem Repeat, Número Variable de Repeticiones en Tándem), que a diferencia de los RFLPs son secuencias cortas de nucleótidos que se repiten varias veces. En consecuencia, se modifica también la longitud de los fragmentos de restricción que se generan al cortar en un sitio cercano a estas repeticiones en tándem.(20)

18. Gisbert Calabuig, Juan Antonio. "Medicina Legal y Toxicología". 4a. ed. Ed. Científicas y Técnicas S.A. Barcelona, España. 1992. p.1051

19. Write R. y Lalouel J. M. op. cit. p.p. 44 y 45.

20. CFR: Write R. y Lalouel J. M. op. cit. p. 46.

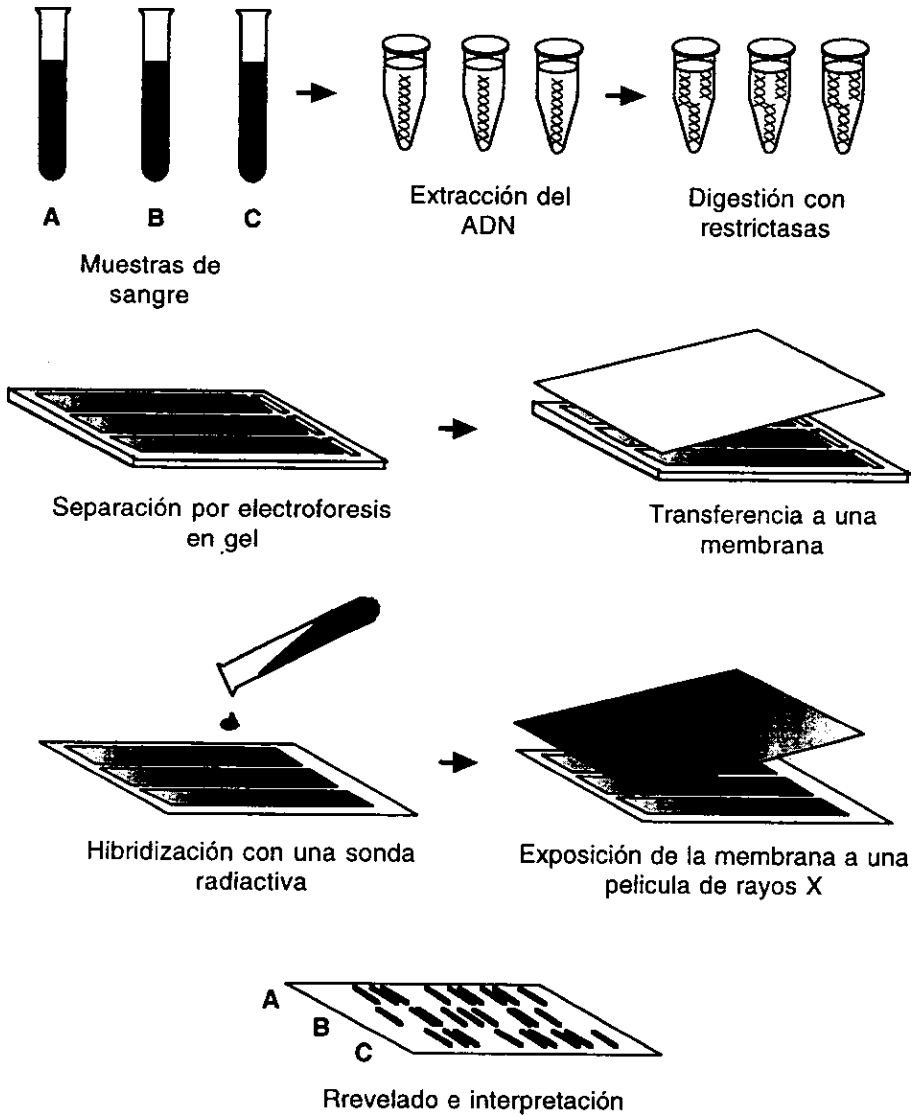


Figura 2.3 Método utilizado para el análisis por marcadores genéticos (ver texto).

Cabe mencionar que para poder considerar éste tipo polimorfismo como VNTR, debe estar compuesto por cierta cantidad de kilobases o pares de bases, en el caso que la cantidad sea muy pequeña se ordenan como pequeñas repeticiones en tándem (Short Tandem Repeats, STRs).(21)

Existe un gran grupo de marcadores del tipo VNTR usados para mapear genes causantes de enfermedades humanas, por medio de la localización de una región específica en los cromosomas de familias heterocigotas, también se ha demostrado que las pruebas de DNA basadas en estas repeticiones en tándem, ha revelado que puede constituir huellas genéticas únicas e individuales, siendo usadas en forense por su gran poder de exclusión, así como en otras importantes aplicaciones de investigación científica. Los análisis basados en sistemas de marcadores en repeticiones en tándem son homologos a los realizados por RFLPs, sin embargo el uso de kits pueden variar de acuerdo al laboratorio, por tal razón, el uso de dichos kits basados en ambos tipos de marcadores se explicarán más adelante.

4. TÉCNICAS

Actualmente se dispone comercialmente de equipos completos (kits) para la realización de análisis de ADN para identificación forense a partir de evidencia biológica, inclusive de muestras extremadamente pequeñas como pueden ser cabellos, células de piel, pequeños rastros de sangre, muestras de saliva, etc. Lo anterior ha sido posible gracias a la invención de la reacción en cadena de la polimerasa (en inglés polimerase chain reaction, cuyas siglas son PCR), la cual permite aumentar miles de veces la cantidad de ADN que se pretende analizar, por lo que es posible partir de muestras que consisten en una sola célula. A continuación se exponen los equipos disponibles de análisis partiendo inicialmente de la explicación de la técnica de PCR ya que es utilizada en dichos equipos.

4.1 Técnica PCR.

La reacción en cadena de la polimerasa (en inglés polymerise of chain reaction, PCR) fue inventada por Mullis en 1985, investigador de la compañía Cetus, California. Dicha técnica se aplica a cadenas individuales de ADN para ser

21. Jeffreys, Alec J. "Hypervariable 'Minisatellite' Regions in Human DNA". Nature Vol. 314. 1985. p.67

duplicadas en cada ciclo que integra la reacción, lográndose la producción exponencial de millones de copias del gen o segmento del ADN sometido al proceso.

Para llevar a cabo una reacción de PCR es indispensable el ADN que va a ser analizado, posteriormente es esencial conocer la secuencia de nucleótidos que flanquean la región que se pretende amplificar, dado que estas zonas son el molde para sintetizar químicamente moléculas pequeñas de ADN (20 a 30 nucleótidos) que se denominan oligonucleótidos (en inglés "primers"). Dichos oligonucleótidos deben poseer características especiales las cuales les da su secuencia, ya que no deben ser complementarios entre sí (intermolecularmente), ni debe haber complementariedad en una misma molécula (intramolecularmente). Por último también es sustancial la presencia de una ADN polimerasa termoresistente, generalmente es la *Tac* ADNpol (DNA polimerasa de *Thermus aquaticus*), así como cuatro nucleótidos trifosfatados y la solución amortiguadora adecuada.

La reacción se lleva a cabo en tres fases: desnaturalización, alineamiento y polimerización o extensión, estas tres fases constituyen un ciclo. En fase de desnaturalización se separan las cadenas de ADN molde. Durante el alineamiento los oligonucleótidos se unen a su secuencia complementaria en el ADN desnaturalizado. Finalmente, en la polimerización el ADN polimerasa extiende su longitud de los oligonucleótidos apareados al ADN original, al ir polimerizando los desoxinucleótidos libres, resultando en nuevas cadenas complementarias a las dos cadenas complementarias a las dos cadenas sencillas presentes al inicio de la reacción, (ver figura 2.4). El ciclo siguiente se inicia en el mismo tubo, con los mismos componentes de la mezcla de la reacción, pero contiene ahora el doble de cadenas sencillas del DNA original que el anterior y finaliza convirtiendo estas cadenas en dobles. Una reacción normal de PCR la componen al rededor de 30 ciclos, en los que se duplica el número de moléculas cada ciclo de modo que, tomado en cuenta que se parte de una sola molécula, al término de 30 ciclos se tendrían 1 073 millones de moléculas. (22)

Al generar un gran número de copias de una secuencia específica de ADN, la técnica de PCR es un método para poder detectar polimorfismos de ADN, pues agiliza el tiempo para realizar los análisis de marcadores. Así mismo es esencial en los análisis donde la muestra es muy pequeña, así como en muestras de ADN degradado, pues por medio de la amplificación es posible identificar la muestra biológica por medio del examen de su impresión genética.

22. CFR: "PCR. A Practical Approach". Edited by M. J. McPherson. et al. Oxford University Press. Oxford. 1992. p.1-9.

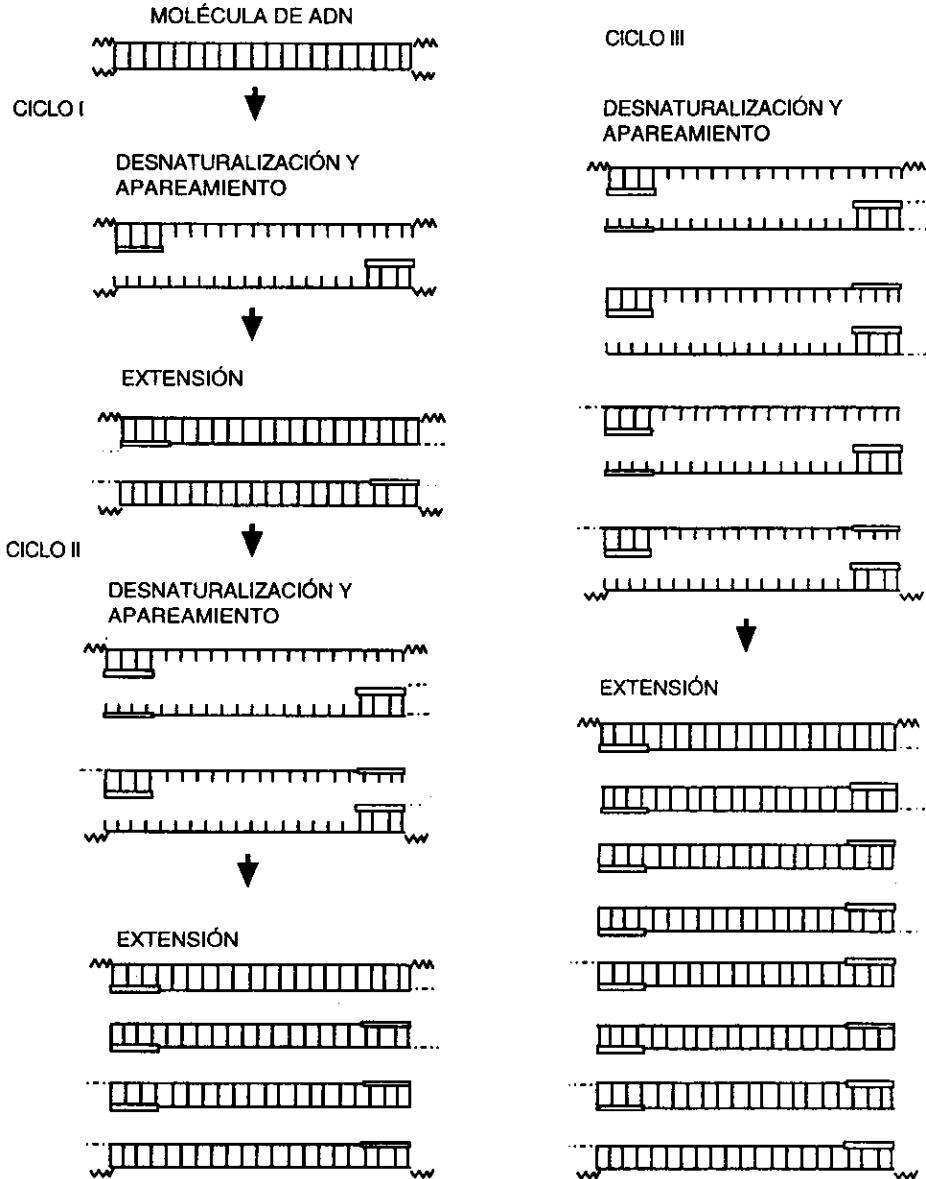


Figura 2.4. Diagrama de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

4.2 Equipos de impresión de ADN (DNA typing kits).

Los equipos de impresión de ADN poseen la peculiaridad de, una vez amplificados los *locus* de interés forense por PCR, visualizarse directamente por medio de técnicas usando "dot-blot reverse", mejor conocidas como tiras genotípicas. La visualización se lleva a cabo por medio de detectores coloridos que revelan las sondas que se han hibridados identificando los *locus* amplificados. A continuación se hace una breve descripción de los equipos comercialmente disponibles y que han sido usados en casos forenses.

4.2.1 Amplitype HLA-DQ α .

El Equipo AmpliType HLADQ α para amplificación de impresión forense (Forensic DNA Amplification and Typing Kit) está diseñado para identificación humana utilizando los sistemas estándares de PCR. "Este Equipo analiza el gen del antígeno de leucocito humano clase II (HLA-D α), el cual es altamente variable y se localiza en el cromosoma 6 y se ha comprobado la validez de estos análisis en casos forenses. El Equipo contiene tiras genotípicas en las que se encuentran inmovilizados en membrana de nylon 6 sondas de los 6 alelos del HLA-DQ α (1.1, 1.2, 1.3, 2, 3 y 4), las cuales pueden determinar 21 posibles genotipos (figura 3.1). El poder de discriminación de este sistema en algunas poblaciones se ha reportado alrededor del 93%."(23)

El AmpliType HLA-DQ α se ha implementado en muchos laboratorios de criminalística en todo el mundo y se ha utilizado en miles de casos criminales. Este Equipo es utilizado por el laboratorio de Genética Forense de la PGR, así como los dos siguientes.

4.2.2 Amplitype Polymarker.

Este es un Equipo completo de amplificación de PCR y sistema de impresión desarrollado para identificación humana. Se basa en el mismo principio del Amplitype HLA-DQ α antes descrito y está validada para el uso de casos forenses.

23. *Biotechnology Catalog (1992-1993)*. Perkin Elmer. New Jersey, USA. p. 26.

"El Equipo del Amplitype PolyMarker amplifica 5 secuencias genéticas variables además del gen HLA-DQ α en una misma reacción de PCR. La adición de cinco marcadores genéticos adicionales provee de máximo poder de discriminación sin incrementar el uso del ADN extraído de la muestra biológica. Este equipo contiene tiras genotípicas que distingue cada *locus*. Los cinco *loci* amplificados son el receptor del lipoproteína de baja intensidad (LDLR, "Low Density Lipoproteína"), la glicoforina A (GYPA, "Glicophorin A"), hemoglobina G Gamma (HBGG), D7S8, el componente grupo específico (GC)." (24)

4.3 Equipos de amplificación.

Los equipos que a continuación se describen se identifican directamente por electroforesis en gel, generalmente de agarosa, en donde son corridas las reacciones de amplificación por PCR de los *locus* de interés forense. Estos equipos poseen oligonucleótidos específicos para cada *loci*.

4.3.1 D1S80 Forensic DNA Amplification Reagent Set.

El equipo de amplificación forense D1S80 (D1S80 Forensic DNA Amplification Reagent Set), "es el primer equipo completo para los amplificados de longitud polimórfica ("amplified fragment length de PCR listas para usarse, un DNA control de un peso conocido del *loci* polymorphism", AMP-LFP) de *loci* D1S80. El equipo contiene las reacciones D1S80, tubos de reacción para PCR y marcador de peso molecular tipo D1S80 ("D1S80 allelic ladder"). El marcador D1S80 consiste en unidades repetidas de 16 pb, el cual ha sido localizado en el extremo distal del cromosoma 1p.

"Este marcador tiene un poder de discriminación del 95 al 98% dependiendo de la población considerada; posee 29 alelos conocidos que determinan 435 genotipos. Los alelos identificados se encuentran en un rango de 350 a 1000 pb de longitud. Los productos de PCR del D1S80 son separados mediante electroforesis en gel de agarosa o gel de poliacrilamida. Para identificar los tamaños de dichos productos se hace una comparación con los marcadores que posee este equipo, los cuales posee una longitud de 14, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 29, 31, 32, 34, 36, 37 y 40

unidades repetidas de 16 pb; si alguno de los productos queda intermedio de un par de bandas de un marcador su longitud es considerada un intermedio de estos dos, es decir, si una banda se queda entre los marcadores 14 y 16, la muestra será considerada como el alelo 15."(25)

4.3.2 Geneprint STR Systems.

El Geneprint STR Systems "provee todos los materiales requeridos para amplificar regiones STR ("Short Tandem Repeats", Pequeñas Repeticiones en Tándem) de DNA genómico purificado; no contiene la DNA Taqpol. Este equipo permite la amplificación simultánea en un mismo tubo de reacción de 3 *locus* polimorficos STR, los cuales no se sobrelapan en tamaño. Cada *locus* puede ser comparado con su respectivo marcador de tamaño por electroforesis. (26)

Este equipo puede ser utilizado para identificación de individuos en laboratorios donde se lleven acabo pruebas de parentesco y ensayos forenses, también puede ser utilizada para autenticar de líneas celulares o cualquier otra aplicación que requiera diferenciación.

5. USOS DE LA GENÉTICA PARA IDENTIFICACIÓN.

5.1 Análisis en genética de poblaciones.

Un buen ejemplo de variabilidad genética de individuos de la misma especie es el que se presenta en la especie humana, pues existe una gran gama de grupos poblacionales que por caracteres físicos externos (fenotipo) se puede diferenciar un individuo perteneciente a un determinado grupo; sin embargo, por factores de migración, invasión o mutación no es posible mantener "razas puras", y por lo tanto la mezcla o hibridización de genotipos es muy común. Así que con ayuda de pruebas genéticas se puede revelar la relación consanguínea de un individuo con su linaje y a su vez, conocer los patrones hereditarios que puede tener la población.

25. *Ibidem.* p. 29.

26. CFR: Biological Research Products Catalog (1996). Promega. Madison, USA. p. 323.

La genética de poblaciones "estudia el pool (conjunto) de genes en una población,"(27) es decir, los genetistas de poblaciones utilizan métodos matemáticos y técnicas genéticas para determinar la frecuencia de los genes y predecir la frecuencia de la aparición de caracteres específicos en una población.

Así mismo el uso de la genética y con ayuda de marcadores especiales para poblaciones es posible establecer relaciones antropológicas, el análisis de enfermedades hereditarias padecidas en la mayoría de individuos en ciertos grupos, identificación en casos de inmigración, etc.

5.2 Detección de enfermedades hereditarias.

Unos de los tantos objetivos de la genética ha sido conocer como un determinado gen funciona en un organismo y en consecuencia que tipo de anomalías traerá cuando no funcionan adecuadamente. Todavía se desconoce la base bioquímica de muchas enfermedades, pero es posible examinar su actividad por medio de herramientas moleculares y así conocer su mecanismo de acción, para que puedan ser diagnosticadas y tratadas.

Cuando una enfermedad es transmitida por herencia es porque en alguno de los pares de cromosomas existe un gen o genes con defectos que va a ser transferido de los progenitores a los descendientes. Como se ha mencionado, el cambio de la secuencia de un gen provoca la incapacidad de producir una proteína o enzima funcional, en consecuencia, la forma en que puede protegerse el organismo de estas enfermedades es en razón a que la mayoría de las enfermedades hereditarias son recesivas; por lo tanto es necesario que ambos cromosomas homólogos contengan el gen causante de la enfermedad resultando afectado el sujeto portador. En otro caso, si en un par de cromosomas uno de ellos ésta efectuado por un gen patógeno, el otro gen, por ser dominante, asegura la producción de la proteína requerida.(28)

Así, el uso de las técnicas genéticas en el campo de la medicina tienen un futuro muy prometedor, ya que por medio de estas técnicas se ha podido producir productos de farmacología y producir hormonas, como la insulina. En lo concerniente a las enfermedades hereditarias, el uso de marcadores facilita el diagnóstico de diversas enfermedades asociadas a alteraciones genéticas, así mismo se posibilita el diagnóstico prenatal y establecer las posibilidades de que los hijos hereden dichos

27. Winchester, A. M. op.cit. p. 249

28.CFR: Ibídem. p. p. 91,92 y 93.

genes y contraigan la enfermedad. Finalmente, aunque todavía se encuentra en etapa experimental, la terapia genética permite la posibilidad de corregir las lesiones genéticas productoras de la enfermedad reemplazando el gen defectuoso.(29)

Gracias a los grandes avances que ha tenido la genética en el área de la medicina, la esperanza de vida para las personas que padecen enfermedades hereditarias se ha incrementado; a tal grado que con el diagnóstico prenatal aplicado en familias de alto riesgo, el número de nacimientos se ha aumentado, pues muchas parejas solían renunciar a tener hijos porque dudaban en el estado de salud del niño y no llevaban el embarazo a su término por estimar que no era posible otorgarle una aorable calidad de vida.

En nuestro país dichas investigaciones todavía no alcanzan el nivel de los países europeos, pero diversas instituciones como, el Instituto de Biomédicas, el Departamento de Genética del Centro Médico y el Instituto "Salvador Zubirán", realizan investigaciones acerca de éste tipo de enfermedades de acuerdo a la frecuencia con que se presentan en la población mexicana.

5.3 Investigación de líneas de parentesco (pedigree).

Por medio de los análisis de pedigree es posible conocer la genealogía de una familia específica y así establecer las posibles patologías que padecieron los antecesores ó en otro caso, realizar estudios de la manifestación de características alélicas. En el caso de las patologías genéticas se puede rastrear el origen de un gen que afecta a la familia. Un ejemplo muy singular de esto, es "el caso de la Reina Victoria que era portadora de la enfermedad de la hemofilia. Tal patología afecto a los descendientes varones por ser un alelo en el cromosoma X ... No hay registro de hemofilia en los ancestros de la Reina, por lo que podemos suponer que el defecto apareció en sus genes como una mutación espontánea. Ello ocurre con la hemofilia en uno de cada 50 000 progenitores, según estimaciones."(30)

También se han realizado exámenes para determinar relaciones familiares, pero con la peculiaridad que en vez de utilizar ADN nuclear, que es que comúnmente se utiliza en huellas genéticas forenses, es posible hacer uso del ADN mitocondrial (ADNmt). Este tipo de ADN "se descubrió en 1963, en la forma de una molécula circular de doble hélice de unos 20kb de longitud."(31)

30. Stenr Curt. "Principios de Genética Humana". Ed. Ateneo. Barcelona, España. 1963. p. 80

31. Stern Gunther, Siegmund. "Genética Molecular". op. cit. p. 693.

El uso del ADNmt es otro método conveniente para determinar huellas genéticas individuales y en la que se puede rastrear genealogías por varias generaciones y así conocer el origen antropológico de diversos grupos familiares que pertenecen a una población típica. La información genética contenida en el ADNmt tiene la peculiaridad que sólo se hereda en línea materna y se conserva por varios años en hueso. Dichos exámenes se han asociado a estudios de migración y de relación del origen de ciertas poblaciones, ya que los grupos que la integran son sumamente complejos, como es el caso de familias de procedencia Caucásica que se remontan desde tiempos antiguos compartiendo territorio Europeo y Asiático . (32)

5.4 En identificación de individuos.

En las investigaciones de herencia y variabilidad genética se encontró que existe una similitud genética entre progenitores y descendientes, pero a la vez no existen dos individuos idénticos. "La probabilidad de que una sola banda de las múltiples que se observan en un individuo tomado al azar es aproximadamente de 0.2; esto se deduce que no existe probabilidad apreciable de encontrar otro individuo sin parentesco directo con el primero y con una huella genética parecida."(33)

La huella genética o perfil genético es específica de un individuo, pues el uso de los minisátelites, permite alto grado de confiabilidad de identificación individual o familiar. Al respecto el Doctor Alec J. Jeffreys científico del Departamento de Genética de la Universidad de Leicester, expuso que cualquier muestra biológica, como sangre, semen, hueso, tejido muscular, etc; podían ser analizadas por medio de huella genética y ser identificada al compararse con la huella genética de uno o más sospechosos; ya que el ADN se encuentra en todos los núcleos celulares es posible obtener en el lugar de los hechos muestras que lo contengan, sobretodo si se medio violencia.(34)

Por tal motivo su aplicación en el área forense ha sido de gran importancia, pues por medio de ésta, se puede realizar el análisis correspondiente para establecer la relación de las muestras encontradas y de este modo saber si el sujeto sospechoso estuvo implicado en un acto delictivo. En el capítulo siguiente se

32. "PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications", Ed. by Michael, et. al. San Diego. Academic Press. 1990. p. 416 y 417.

33. Izquierdo Rojo, Marta. "Ingeniería Genética" Ed. Pirámide S. A. Madrid, España. 1993. p.61

34. CFR: Jeffreys, Alec J. "Forensic Applications of DNA 'Fingerprints'". Nature Vol. 318. Diciembre 1985. p.577.

expondrá como son examinadas las muestras biológicas susceptibles a análisis genéticos.

6. APLICACIÓN FORENSE DE LA GENÉTICA.

6.1 En Inglaterra.

Inglaterra es un país sumamente importante en el estudio de la genética forense, ya que el mayor exponente en investigación de identificación de individuos en materia forense por medio de análisis de ADN es Alec J. Jeffreys. Además de ser el primer país que introdujo a la genética forense como un tipo de prueba más en su legislación para la investigación de relaciones familiares y hechos delictivos.

La primera aplicación de la genética en el área forense fue en Inglaterra en 1985, cuando el Ministerio del Interior británico solicitó la ayuda de Alec J. Jeffreys, científico del Departamento de Genética de la Universidad de Leicester, para resolver la relación de parentesco de inmigrantes, procedentes de Ghana, que pretendían entrar en el país argumentando que tenían sus familias establecidas en la isla. Así, los inmigrantes fueron sometidos a pruebas genéticas para obtener su huella genética (*fingerprinting*), que es el medio por el cual es posible la identificación individual con alto grado de exactitud para distinguir la afinidad o diferencia genética de una persona con otra. Gracias a estas pruebas fue posible que más de 2.000 inmigrantes se reunieran con sus familias en los cuatro años siguientes.(35)

A finales de ese mismo año Jeffreys publica el primer artículo sobre las aplicaciones de la huella genética como prueba para identificación forense, explicando en dicho artículo que el polimorfismo de los minisátelites pueden ser detectados en el genoma humano por la técnica de *Southern hibridización*, demostrando que son completamente específicos a un individuo, siendo susceptible de análisis genético cualquier muestra de tipo biológico.(36)

35. Jeffreys, Alec J. "Positive Identification of an Immigration Test-Case Using Human DNA Fingerprints". Nature, Vol. 317, Octubre, 1985, p.818.

36 Jeffreys, Alec J. "Forensic Application of DNA 'Fingerprints'". op. cit. p.579 y 577.

Paralelamente a estas investigaciones las pruebas de ADN para disputar la paternidad fueron admitidas positivamente en los juzgados civiles. Posteriormente en 1986 la prueba de huella genética fue aplicada para esclarecer un asesinato, llamado el caso Enderby, en el cual el sospechoso fue absuelto de todo vínculo con el caso delictivo, ya que los resultados de los análisis genéticos del sospechoso fueron diferentes a los resultados de las muestras encontradas en el lugar de los hechos. Para 1987, los resultados de impresión de ADN ya era admitida en las cortes penales de Inglaterra y E.U. En 1987 en la Secretaría de Gobernación y la Oficina de Relaciones Exteriores inglesa ratificó el uso de la huella genética para resolver disputas de relaciones familiares en caso de inmigración.(37)

La aplicación forense de la huella genética se debió a la impercedera necesidad de garantizar con mayor exactitud identificación individual, así se han buscado rasgos de exclusividad personal como la huella dactilar. Como los estudios de ADN han evolucionado a tal grado que al determinar la especificidad del material genético es posible realizar una identificación restrictiva al sujeto a investigar, siendo esta extensiva puesto que aparece en cualquier célula del cuerpo humano.

6.2 En Estados Unidos.

Estados Unidos fue uno de los primeros países en adoptar a la genética forense en su sistema pericial legal, así mismo ha desarrollado una amplia tecnología y estudios acerca de análisis de ADN para identificación y como, establecer leyes reguladoras en la investigación y aplicación práctica de la genética, siendo una base en la formación de criterios bioéticos y jurídicos.

Posteriormente, al ser publicados los resultados que obtuvo Jeffeys al aplicar la huella genética en casos forenses Estados Unidos empezó a investigar sobre este campo, siendo los dos laboratorios privados pioneros en realizar este tipo de análisis, por medio del uso de RFLP's, la Lifecodes Corporation de Valhala, New York y Cellmark Diagnostics of Germantow, Maryland. Dichas técnicas con el tiempo han sido adecuadas para ser cada vez más eficaces y así abastecer al Departamento Federal de Investigación del material necesario para identificación personal.(38)

37. "DNA Fingerprinting: Approaches and Applications", Ed. Edited by Terry Buke, et. al. Birkhäuser Verlag, Switzerland. 1991, p. p. 1 y 2.

38. Lander, Eric S. "DNA Fingerprinting on Trial". Nature, Vol. 339, Junio, 1989, p. 501.

La primera aplicación de la genética forense en E.U. no fue tan satisfactoria como en Inglaterra, pues a principios del año de 1987 se le solicitó a la Compañía Lifecodes que realizaría test de huella genética al sospechoso del asesinato de Vilma Ponce y su hija de dos años, José Castro (el suceso se conoció como el caso Castro). El 22 de julio de 1987 la Lifecodes al dar su reporte de resultados dictaminó que el patrón de bandas tenía una frecuencia de 1 en un 100,000,000 en la población Latina y por lo tanto, no se relacionaba su presunta participación en el caso. Consecuentemente está despertó una gran inconformidad, en la que se impugnaban los resultados de la prueba, lo cual trajo una gran polémica acerca de la confiabilidad de los análisis de ADN. A partir de entonces se ha regulado acerca de los reportes genéticos, así como establecer protocolos confiables en los análisis de huella genética.(39)

Sin embargo en ese mismo año se enjuició al primer delincuente basándose en éste tipo de prueba, estableciéndose así, el uso legal de las impresiones de ADN. En 1990 la Oficina del Congreso de Trabajo Tecnológico validó los análisis de ADN para identificación personal, desde entonces la genética forense es ampliamente utilizada en laboratorios forenses en más de 15 ciudades, siendo cada vez más aceptada.(40)

A partir de los estudios de huella genética ha surgido una nueva área forense llamada genética forense o criminalística biológica, la cual se ha extendido por toda Europa, Argentina y por supuesto México.

39. *Ibidem*. p. p. 501, 502 y 505.

40. "DNA Fingerprinting: Approaches and Applications". op. cit. p. 2

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DE LA GENÉTICA FORENSE COMO PRUEBA PERICIAL JUDICIAL EN EL DISTRITO FEDERAL.

1. SÍNTESIS HISTÓRICA DE LA GENÉTICA EN MÉXICO.

Al desarrollarse la ciencia de la genética se dio un conjunto de investigaciones y experimentos para conocer el funcionamiento de nuestros genes, así como su manipulación. Por tal motivo científicos de países desarrollados han divulgado sus investigaciones con respecto a animales y plantas que podían reproducirse mejor y con mejor calidad, enfermedades que podían detectarse durante la gestación, entre otras tantas que han dado como inicio la carrera en la investigación genética.

En nuestro país el ingreso a este tipo de investigaciones se inició con escasos *recursos tanto técnicos como humanos*, sin embargo paulatinamente se ha abierto camino en la brecha científica encontrándose gran parte de la investigación en fase experimental y limitadamente en la fase de ciencia aplicada.

Actualmente las investigaciones en las diversas ramas de la genética son reconocidas a nivel internacional, los institutos de investigación representativos en el área son el Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV), del Instituto Politécnico Nacional, el Instituto "Salvador Zubirán", el Instituto de Biotecnología y Centro de Investigación sobre la Fijación de Nitrógeno (CIFN) de la Universidad Nacional Autónoma de México. En síntesis dichos institutos se dedican a la investigación de mapas genéticos para el estudio de padecimientos hereditarios como la fibrosis quística y la fenilcetonuria, así como el desarrollo de nuevos métodos de diagnóstico genético, otras investigaciones *sumamente importantes* tiene que ver con el retrovirus del SIDA-VIH, la procreación medicamente asistida y el diagnóstico prenatal. También se investiga sobre la creación de plantas transgénicas como el frijol y el maíz para que sean de mayor calidad, así como una gran diversidad de investigaciones que benefician al desarrollo de la humanidad.(1)

1. CFR: "Biotecnología". Muy Interesante (Suplemento especial). No. 10, México, D.F. 1994. p. p. 75, 76, 66 y 67

2. APLICACIÓN DE LA GENÉTICA FORENSE EN EL DISTRITO FEDERAL: DEPARTAMENTO DE GENÉTICA FORENSE DE LA PROCURADURÍA GENERAL DE JUSTICIA DEL DISTRITO FEDERAL.

A raíz de los favorables resultados que dio la genética en Inglaterra y E.U. para investigar presuntos hechos delictivos y al considerar que a finales de los 80's México ya contaba con equipo y personal necesario para este tipo de investigación, el Dr. Rafael Moreno González maquina sobre la idea de crear un laboratorio genético para estudios criminalísticos. A partir de entonces, Ignacio Morales Lechuga procurador en turno y teniendo la facultad de proponer medidas convenientes para el mejoramiento de la procuración e impartición de justicia (Cfr: art.2, frac.IV, Ley Orgánica de la Procuraduría General de Justicia), programa a la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (PGJ) la elaboración de un Departamento con dichas características. Así con el auxilio de genetistas, como el Doctor Miguel Angel Ceballos biólogo del CIFN, se dió la asesoría necesaria para elaborar un plan de esta magnitud.

Sin embargo, uno de los mayores percances que se tuvieron que subsanar fue que no se contaba con los suficientes recursos económicos inmediatos para la obtención de los reactivos y maquinaria necesaria, ya que éstos son costosos y si falta alguno es imposible realizar este tipo de análisis. Por tal motivo a pesar que desde 1991 ya se disponía de espacio físico no se realizaba actividad alguna, hasta que en el año de 1993, aproximadamente, es cuando el Departamento de Genética Forense queda totalmente integrado siendo su titular en Jefe el QFB (químico farmacéutico biólogo) Alfonso Alvarez Luna. Una vez creado este Departamento, se ha buscado difundir los análisis genéticos forenses en todas las entidades federativas, pero hasta ahora sólo el Distrito Federal y el Estado de México cuenta con este tipo de laboratorios para identificación.

La competencia de este Departamento consiste en conocer delitos de homicidio, violación e identificación de delincuentes en el Distrito Federal, pero se le ha solicitado su auxilio en el análisis de muestras biológicas de asuntos pertenecientes a otros Estados de la República, como Jalisco. Así mismo, la institución tiene la facultad de entablar relaciones internacionales de colaboración sobre asistencia jurídica y policial para la ejecución de programas que auxilien al mejor desenvolvimiento de los asuntos de la misma (cfr: a.a. 2, frac. IV, y a.a 9, frac. II, IV y V de la Ley Orgánica de la Procuraduría General de Justicia); por tal motivo desde el trabajo activo del Departamento de Genética Forense se mantienen relaciones de intercambio de asistencia técnica y capacitación con la Universidad de Nueva York y el FBI, así como asesoría en identificación criminal para

la elaboración de un Banco de Datos (la explicación sobre el contenido del banco de datos se en cuenta en el punto 4.3 de éste capítulo).*

3. PROTOCOLO UTILIZADO POR EL DEPARTAMENTO DE GENETICA FORENSE PARA EL ESTUDIO DE LAS MUESTRAS BIOLÓGICAS.

El derecho penal al auxiliarse de la criminalística integra al delito, pues ésta le otorga elementos probatorios objetivos para conocer como fue realizado y que tipo de intervención tuvieron los sujetos involucrados en él. De esta forma en cualquier investigación delictiva se siguen una serie de pasos indispensables que comienza por el estudio del lugar de los hechos hasta la expedición del dictamen pericial. Así que, de forma explícita se expondrá como se realizan dichos pasos en investigaciones de genética forense.

3.1 Proceso de localización.

Una vez que se presume la comisión de un delito es importante proteger y conservar el lugar en que fue realizado, a fin que los elementos encontrados mantengan su posición y estado en el que se encontraban originalmente, ayudando así, a reconstruir los hechos y auxiliando enormemente a la investigación. Posteriormente el personal investigador realizará un escrutinio minucioso del lugar para descubrir el material sensible significativo, como son huellas, armas, manchas, etc., también realizará una descripción escrita, tomará fotografías, hará croquis y si es necesario se recurrirá al moldeado de ciertas huellas.

También hay que considerar que no sólo en el lugar de los hechos se encuentra la evidencia física, sino también en el cuerpo de la víctima o del presunto delincuente, así el personal capacitado como peritos en medicina forense, químicos forenses u otras áreas afines son necesarios para la realización de esta acción, pues el manejo de las muestras debe ser con extremo cuidado.

*Comunicación Personal: Raúl Flores León Químico Farmacéutico Biólogo (QFB), perito del Departamento de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

Con el fin de realizar análisis de identificación genética el material sensible a localizar tiene que ser exclusivamente biológico susceptible a extracción de ADN humano, esto es en razón que el ADN sólo se localiza en el núcleo de la célula (ADN nuclear) y en la mitocondria (ADN mitocondrial), siendo el primero el de uso común para este tipo de análisis. Así que, la sangre, el semen, las descamaciones de piel, el folículo piloso del cabello, hueso, saliva, orina, dientes y órganos en general son las muestras indispensables a localizar.(2)

3.2 Proceso de embalaje.

Cuando se ha localizado la evidencia física necesaria para análisis genéticos forenses se procederá a recogerlas y guardarlas apropiadamente. Ambos pasos son acciones de orden técnico, realizados solo por personal capacitado, esto es necesarios para evitar contaminación, deterioro o destrucción de las muestras para que en el momento de su estudio los resultados sean confiables.

A la acción de recoger las muestras se le conoce como levantamiento, pero su acción inmediata es el embalaje, éste es "la maniobra que se hace para guardar, inmovilizar y proteger algún indicio, dentro de algún recipiente protector"(3). En ambas maniobras se tienen que utilizar guantes y recipientes que no mantengan la humedad para que no se produzcan hongos o bacterias, pues es sumamente importante la conservación de las muestras. A continuación se expondrán algunas técnicas de levantamiento y embalaje de muestras biológicas comunes para análisis genéticos.

1. Sangre:

a) Fresca.

Levantamiento: Por imbibición en un papel filtro o mediante el uso de pipetas si la cantidad lo permite.

Embalaje: En tubos de ensayo.

b) Seca.

Levantamiento: Si se encuentra sobre una superficie intransportable, el material puede ser disuelto en cierta cantidad de solución salina normal, procediendo luego a levantarlo mediante imbibición, con papel filtro o una pequeña porción de algodón. También se puede usar escalpelo, obteniendo la muestra por raspado; no obstante;

2. Jeffreys, Alec J. "Forensic Applications of DNA 'Fingerprints'". op. cit. p. p. 577 - 579.

3. Montiel, Sosa Juventino. "Criminalística". Tomo I. Ed. Limusa S. A. México, D.F. 1993. p.115.

esta operación requiere de mucho cuidado para no cargar con materiales propios del soporte.

Embalaje: En tubos de ensayo.

"Si se encuentra en superficies transportables como ropas, se manejaran con las manos enguantadas, dejando secarlas en un ambiente ventilado, para embalarlas dentro de bolsas de polietileno o papel."(4)

2. Semen:

a) Seco.

Levantamiento: Si se encuentra en un objeto transportable, éste se llevará al laboratorio, evitándose dobleces y fricciones en la zonas manchadas. En el caso que no fuera transportable, el material puede ser levantado mediante adición de agua destilada, cuyo producto de maceración será tomado por imbibición en algodón o papel fieltro.

Embalaje: Meter las ropas u objetos en cajas de cartón.

b) Fresco.

Levantamiento: Por imbibición en papel fieltro o mediante el uso de pipetas si la cantidad lo permite.

Embalaje: en tubos de ensayo.

3. Pelos, cabellos o vellos:

Levantamiento: Tómese delicadamente con unas pinzas pequeñas de tipo depilatorio.

Embalaje: En tubos de ensayo o en pequeños sobres, introduciéndolos por separado si corresponden a lugares diferentes.(5)

Para finalizar la operación es indispensable etiquetar individualmente las muestras obtenidas, con el fin de obtener sus datos de procedencia. La etiqueta debe de contener los datos siguientes: "A) El número de acta o averiguación previa, b) El lugar de los hechos, c) la hora de intervención, d) la clase de muestra, e) el lugar preciso en donde se recogió, f) huellas o características que presenta, g) la técnica de análisis a que fue sometido, H) Fecha, nombre y firma del investigador que lo descubrió y que lo suministra al laboratorio."(6)

4. Ibídem. p. 116.

5. CFR: Moreno González. Rafael. "Introducción a la Criminalística". 7a. ed. Ed. Porrúa S. A., México, D.F. 1993. p.p. 74, 75 y 76.

6. Montiel Sosa, Juventino. op. cit. p.116.

3.3 Método de análisis.

El método utilizado por el Departamento de Genética Forense de la PGJ comprende, una vez recabada las muestras, la extracción de ADN, su amplificación por PCR, la exposición de las tiras genotípicas a los productos de PCR y su revelado.

A continuación se describen brevemente los pasos de dicho método, utilizando el kit de tiras genotípicas:

1) Extracción de ADN. La muestra biológica se somete a un tratamiento donde se rompen las células y sus núcleos para liberar el ADN, después los restos celulares se remueven dejando únicamente el ácido nucléico.

2) Amplificación por PCR. A partir del ADN extraído, se lleva a cabo el aumento en cantidad de la secuencia de un marcador o marcadores (ver capítulo 2, punto 4.1).

3) Exposición de las tiras genotípicas a los productos de PCR. Las cadenas de los productos de PCR son separadas por calor y son expuestas ante las tiras genotípicas, con las que son complementarias según el alelo.

4) Revelado de tiras genotípicas. Los círculos de los alelos en donde hayan complementado los productos de PCR se distinguen por el tono azul que adquieren después de exponerse, (ver fig. 3.1).*

3.4 Dictamen pericial.

El dictamen pericial "es un documento científico emitido en forma escrita, que tiene como objetivo el esclarecimiento de los problemas tecnocientíficos que se presenta en el campo de la administración de la justicia."(7) El perito como persona especializada debe de presentar un informe metódico, claro y objetivo acerca de los resultados obtenidos en los análisis de las muestras, con el fin que sea entendible por otras personas y, además, que pueda ser reproducido por cualquier otro especialista. Así que, todo dictamen debe de constar de las siguientes partes:

*Comunicación Personal: Raúl Flores León Químico Farmacéutico Biólogo (QFB), perito del Departamento de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.
7. Jiménez Navarro, Raúl. "Materia de Toxicología Forense". Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1980. p. 47.

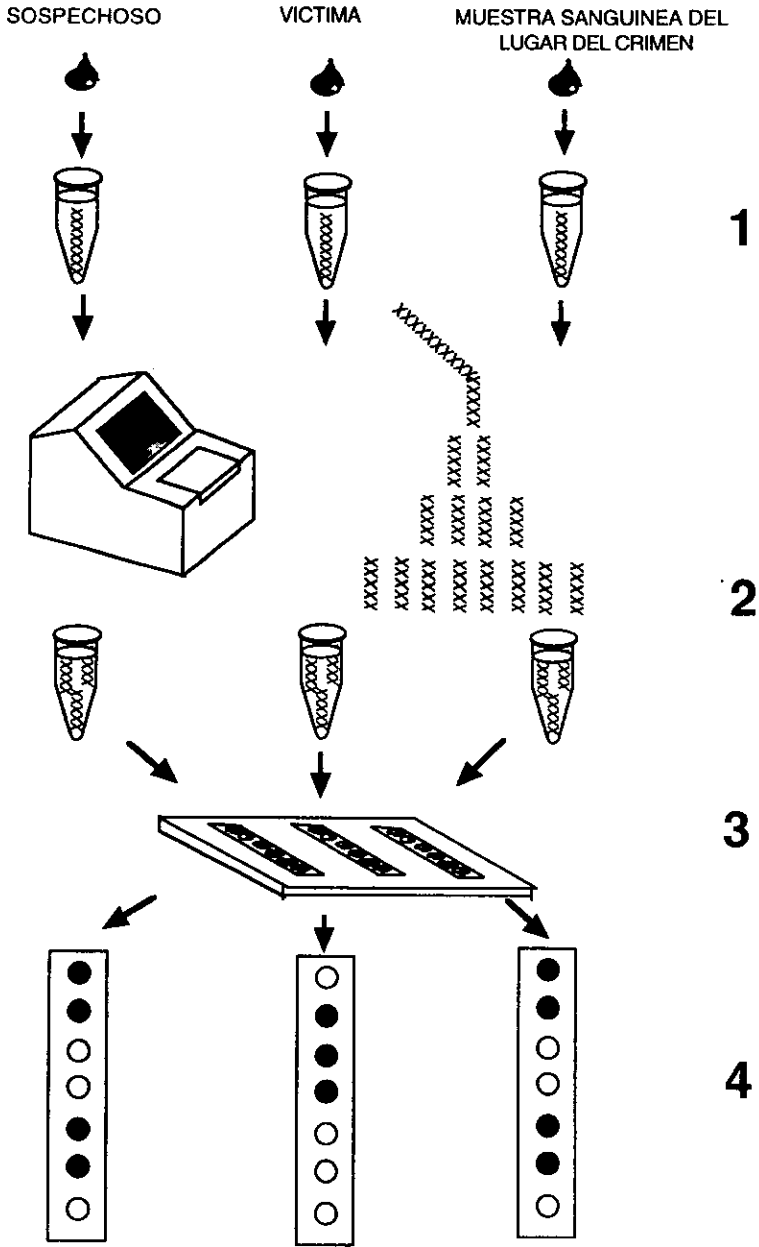


Figura 3.1 Método del Depto. de Genética forense de la PGJ para el análisis de ADN obtenido de muestras biológicas.

1. **Introducción.** Párrafo que señala quién emite el dictamen, la autoridad que refiere la intervención o designa al perito así como la naturaleza del auxilio solicitado y el número de expediente judicial con el que se encuentra relacionado.

2. **Objetivo.** El cual esta constituido por las preguntas que el representante del órgano jurisdiccional haga al perito.

3. **Material.** Es la descripción en forma sistematizada y completa de las características físicas de la muestra recibida para examen.

4. **Método.** Comprende la descripción de las técnicas empleadas.

5. **Resultados.** Consiste en explicar las consecuencias que se obtuvieron en el empleo de cada una de las técnicas descritas en el apartado relativo al método. Además se adicionarán fotografías de los análisis, a fin de ilustrar y especificar la explicación de los resultados.

6. **Conclusiones.** Es la resolución que toma el perito fundada en los resultados por la aplicación razonamiento lógico. Este apartado es la sección más importante del dictamen, ya que éste le sirve de base para formar el criterio del juez.(8)

Mediante el dictamen pericial es posible analizar el hecho ilícito en cuestión, así como archivarlo para tener una secuencia de la investigación y poder recurrir a éste cada vez que sea necesario.

4. APLICACIÓN COMO PRUEBA PERICIAL EN MATERIA PENAL

4.1 En el delito de homicidio.

De acuerdo a la legislación penal "comete el delito de homicidio: el que priva de la vida a otro"(art. 302 del Código Penal para el Distrito Federal). Este es un delito que por medio de sus normas sancionadoras tutela como bien jurídico la vida, pues sin ella no sería posible la existencia humana, por tal razón en su protección jurídica sólo considera la muerte del sujeto pasivo como el resultado final, sin importar los medios que utilice el sujeto activo para la realizar el homicidio. De esta forma "el delito de homicidio es de tipo abierto, en el cual los medio físicos para su realización

8. *Ibidem.* p. p. 47 y 48

es cualquier agente vulnerante como objetos contundentes, armas de fuego, armas blancas, tóxicos, etc.”(9)

La Siguiente tabla presenta el índice porcentual de los medios usualmente utilizados para cometer homicidio.

Tabla 3.1 Armas empleadas para cometer delito de homicidio. La siguiente tabla muestra un estudio criminal en el Distrito Federal aplicado exclusivamente a hombres, (Tomado de Alfonso Quiroz Cuarón, 1996).

| HOMICIDIO | |
|-----------------|------------|
| ARMAS | PORCENTAJE |
| PUNZO-CORTANTES | 45.68% |
| DE FUEGO | 25.86% |
| VEHÍCULOS | 16.37% |
| CONTUNDENTES | 6.03% |
| SIN ARMAS | 2.58% |
| OBJETOS | 1.72% |
| SE IGNORA | 1.72% |

Como puede apreciarse en la gráfica cualquier medio empleado implica necesariamente el uso de la violencia y en muchos casos contacto físico del atacante a la víctima para causar la muerte delictiva. A su vez, otro elemento que habitualmente acompaña al homicidio es la presencia de muestras biológicas como la sangre. Así mismo el estudio criminalístico de las manchas de sangre aportará datos importantísimos relacionados con las circunstancias del hecho que se investiga; también hay que considerar que las manchas de sangre tiene aspectos diferentes según el tiempo y varían con la naturaleza del soporte en que se encuentren.

Considerando lo anterior la genética se ha venido a acoplar con la criminalística para profundizar en el estudio de este tipo de muestras, sirviendo para identificación delictiva. Al respecto los análisis genéticos realizados en manchas de

9. Osorio y Nieto, Cesar Augusto. "El Homicidio". 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D. F. 1992, p. p. 6 y 7.

sangre han reportado que, ha sido posible recobrar ADN de sangre seca con antigüedad de tres años demostrando que pueden conservar un alto peso molecular para su estudio. El patrón observado no fue alterado por el tiempo, y el tamaño de los alelos fue consistente con los observados en la población en general. Por consiguiente, el alto peso molecular del ADN proveniente de sangre seca puede ser usado para identificación.(10)

Así mismo fue designado un estudio para analizar los efectos comunes del medio ambiente en el manchas de sangre como son exposición a rayos ultravioleta, calor, humedad y contaminación. "Las condiciones ambientales estudiadas incluían la exposición de manchas de sangre seca a variaciones de humedad relativa (0, 33, 67 y 98%), y calor (37°C), y luz ultravioleta por períodos de 5 días... El resultado del estudio demostró que, bajo las condiciones estudiadas, la integridad del ADN no es alterado de tal manera que el patrón de los RFLP son obtenidos. El único efecto observado el patrón total de los RFLP llega a debilitarse, pero los fragmentos individuales no son destruidos."(11)

Los análisis de ADN en caso de homicidio han sido probados por los kits HLDQ- α , Amplitype y Geneprint. El perfil genético de una cabello recobrado de la parte de abajo de del asiento del carro del sospechoso fue comparado con el perfil genético derivado de la víctima de homicidio. Este fue el primer reporte donde este tipo de kits fue admitido en la corte.(12)

Así mismo se necesita establecer el perfil genómico de la víctima con el fin de completar la información judicial y vincularla con el sujeto activo, ya que es común que el homicida pretenda deshacerse de ésta con el fin de no dejar rastro de su acto. En ese caso los dientes perduran a la degradación posmortem y a altas temperaturas; esta característica de resistencia es usada para establecer la identidad de finados. Además la resistencia de tejido dental y pulpa otorga datos forense en investigación judicial. Tal fue el caso de una mujer víctima de homicidio y que su cuerpo fue quemado con gasolina sólo quedando los dientes. Estos fueron usados para identificación de la víctima y para vincular las muestras biológicas recobradas en el sitio del homicidio.(13)

10. CFR: Kanter E. "Analysis of Restriction Fragment Length Polymorphism in Deoxyribonucleic Acid (DNA) Recovered From Dried Bloodstains". Journal Forensic Science. 1986. abril; 31(12): 403 - 408.

11. McNally L. "Evaluation of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Isolated From Human Bloodstains Exposed to Ultraviolet Light, Heat, Humidity, and Soil Contamination". Journal Forensic Science. 1989. septiembre; 34 (5): 1059 -1069.

12. Hochmeister M. N. "Using Multiplex PCR Amplification and Typing Kits for the Analisis of DNA Evidence in a Serial Killer Case". Journal Forensic Science. 1996. enero. 41(1): 155 -162.

13. CFR: Sweet D.J. "DNA Analysis of Dental Pulp to Link Incinerate Remais of Homicide Victim to Crime Scene". Journal Forensic Science. 1995. Mar; 40 (2): 310 - 314.

4.2 En el delito de violación.

La sexualidad es una cualidad intrínseca del ser humano, en la cual se manifiesta en generar y disfrutar placer, a su vez, depende de la maduración orgánica así como de las condiciones socioculturales que rodean al individuo para formar su personalidad. En todos los pueblos han existido normas que han controlado el comportamiento sexual por medio de códigos éticos y morales con transcendencia coercitiva. En la actualidad por medio de los estudios sexológicos diversas conductas sexuales ya no son consideradas patológicas o anormales. Sin embargo, uno de los medios de agresión que siempre ha sido sancionado porque ataca directamente la libertad sexual, así como el buen desarrollo de la sexualidad y lacera el bienestar corporal es la violación.

Las víctimas de violación no sólo se ven afectados en su libertad sexual, objeto jurídicamente tutelado, sino también en su imagen social sexual, causando un sentimiento de culpa y vergüenza, por ello es común que esté tipo de delito no sea denunciado. A pesar de esto podría mencionarse que "en su gran mayoría las personas violadas son mujeres jóvenes, adultas, niñas y ancianas, en ese orden y la violación es de carácter heterosexual, es altamente inusual que sea homosexual. Los hombres que son objeto de violación son niños en primer lugar, jóvenes en segundo y excepcionalmente adultos (a excepción de situaciones en prisión) y a diferencia de las mujeres la violación si es de carácter homosexual y excepcionalmente heterosexual." (14)

En el Código Penal para el Distrito Federal en su artículo 265 establece que: "Al que por medio de la violencia física o moral realice cópula con persona de cualquier sexo, se le impondrá prisión de ocho a catorce años. Para los efectos de este artículo se entiende por cópula, la introducción del miembro viril en el cuerpo de la víctima por vía vaginal, anal u oral, independientemente de su sexo..."

A su vez, en el artículo 266 establece los supuestos de violación equiparada "al que sin violencia realice cópula con persona menor de doce años de edad," así como, "al que sin violencia realice cópula con persona que no tenga la capacidad de comprender el significado del hecho, o por cualquier causa no pueda resistirlo."

Entre las muestras biológicas comunes a encontrar en un acto de violación es el esperma que esta constituido por espermatozoides y la cabeza de esté contiene el material genético. Cuando el esperma es fresco o la mancha esta recientemente desecada, la mayoría de los espermatozoides están íntegros, en cambio cuanto más

14. Quiroz Cuarón, Alfonso. "Medicina Forense".8a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F.1996. p. p. 662 y 663.

antigua y expuesta al medio ambiente se encuentre o bien, sea lavada, centrifugada o planchada mayores son las posibilidades de su degradación. Al respecto, "Orfila afirmaba que aun luego de 18 años es posible obtener espermatozoides", pero por supuesto esto puede variar contundentemente. El esperma en vagina puede durar de 2 ó 3 días, en cambio "el esperma en vagina puede encontrarse luego de la muerte hasta una o dos semanas, dependiendo mucho de la putrefacción y de la flora vaginal."(15)

Con respecto a los estudios genéticos del líquido seminal para investigación forense en 1986 el equipo encabezado por el Dr. Guisti analizaban si los marcadores utilizados en pruebas de sangre eran apropiados para realizar perfiles genéticos en espermatozoides; éste cuestionamiento surgió en razón de que las células espermáticas se recombinan y por lo tanto, existía la posibilidad de una variación importante. Así los resultados del análisis del ADN del esperma colectado de voluntarios estableció que el RFLP detectado por esta prueba resultó ser idéntico al observado en ADN en sangre. Por consiguiente, los análisis de RFLP se establecieron para ser usados como pruebas para excluir o determinar la probable identidad de un sospechoso de violación.(16)

Así mismo otro factor determinante para ese tipos de análisis fue que las células vaginales podrían contaminar el ADN masculino obstruyendo la impresión genética del sospechoso. Esto se resolvió con lisis de las células vaginales por incubación en SDS/Proteinasa K mixta, un tratamiento por el cual, no se afectaba el núcleo del esperma, logrando la separación del ADN masculino por simple centrifugación.(17)

También otras estrategias para analizar muestras de semen como es el caso de intervención de varios hombres en una violación o con muestras de bajo peso molecular, es posible estableciendo primero pruebas unilocus y consecuentemente pruebas multilocus para especificación de análisis.(18)

Otro tipo de muestra que es posible encontrar es la saliva del agresor en el cuerpo de la víctima, ya sea porque esta fue mordida o lamida. Al respecto se estudió la saliva depositada en la piel de víctimas violadas y posteriormente asesinadas. Los resultados indican que la concentración de ADN en saliva varía en función al tiempo

15. Achával, Alfredo. "Delito de Violación". 2a.ed. Abeledo Perrot S. A. Buenos Aires, Argentina. 1992. p. 278.

16. Guisti A.M. "Application of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Polymorphisms to the Analysis of DNA Recovered from Sperm". Journal Forensic Science. Abril; 31(2): 409 - 417.

17. "DNA Finger printing: Approaches and Applications". op. cit. p. 350.

18. *Ibidem*. p. 351.

de descomposición. Existe un importante decremento en la concentración en las primeras 24 a 48 hrs. El éxito de la amplificación del PCR es independiente al tiempo de descomposición o la concentración de ADN en la muestra de saliva. Sin embargo la contaminación del ADN del cadáver no fue encontrada en el caso estudiado.(19)

Gracias a este descubrimiento era posible identificar a los sospechosos de este tipo de delito por medio de su semen, un hecho que con los métodos tradicionales de análisis químico del líquido seminal no era posible, ya que éstos sólo podían establecer la cópula, pero no otorgaba datos de identificación del agresor.

4.3 En Identificación judicial.

Alfonso Quiroz Cuarón determina que la identidad es "el conjunto de caracteres que sirven para distinguir a un sujeto de los demás de la especie e individualizarlo", pero para establecer la identidad es necesario recurrir a medios de identificación, que consisten en "el procedimiento mediante el cual se recogen y agrupan sistemáticamente los caracteres distintivos de un sujeto." (20)

La identificación judicial "es un servicio público que tiene por objeto confeccionar la filiación (descripción antropométrica , impresiones digitales, etc.) de los individuos arrestados, clasificar esas filiaciones para facilitar el reconocimiento de dichos individuos, principalmente para el caso de que luego cometan una infracción." (21)

La identificación judicial necesita caracteres distintivos invariables o poco variables, ya que su fin principal es la identificación de delinquentes o personas que han estado sujetas a proceso, constituyendo un medio de prueba judicial, así como permite estudiar su reincidencia y otorga elementos para valorar su peligrosidad y ver modalidades delictivas.

Por lo anterior, desde el siglo pasado se han establecido una gran gama de procedimientos de identificación como la antropometría, la dactiloscopia, la odontología, etc. Así mismo cuando se percibió que los análisis de genética forense otorgaba impresiones únicas e individuales de perfiles genéticos en Estados Unidos

19. Sweet D. J. "PCR-based DNA Typing of Saliva Stains Recovered from Human Skin". Journal Forensic Science. 1997. Mayo; 42(3): 447- 451.

20. Quiroz Cuarón, Alfonso. op.cit. p.1064.

21. Capitant, Henri. "Vocabulario Jurídico". s/e. Ed. De Palma. Buenos Aires, Argentina. 1986. p. 309.

a principios de los 90's se estructura un banco de datos conocido como CODIS (Combined ADN Index Sistem). La realización de un proyecto así surgió por la alta reincidencia delictiva reportada por el Departamento de Justicia. Dada la magnitud de la violencia criminal un banco de datos ser de gran ayuda al procedimiento judicial.

Para formar el banco de datos, explica el investigador F.S. Baechtel, es necesario valorar la frecuencia de los alelos de acuerdo a una población específica. La conformación estructural del Banco de Datos comprende dos grandes departamentos, el primero establece los perfiles genéticos de las poblaciones más relevantes de su país como son las de origen caucásico, negros, hispánicos, orientales, indios norteamericanos, así como huellas genéticas de individuos representativos de subpoblaciones. Para obtener información poblacional el FBI mantiene lazos de colaboración con todos los laboratorios forenses de E.U.; así como con otros países de origen hispánico, como es el caso de México por medio del Departamento de Genética Forense.

El segundo departamento establece el tipo de investigación que se realiza, como es el de casos abiertos de perfiles de ADN que sirve para vincular delitos violentos con un sospechoso y establecer el perfil genómico de la víctima. Dichos datos pueden ser comparados con casos reincidentes o para futuras referencias. En un apartado especial se encuentran los delitos sexuales, sobretodo la violación. A su vez, el Banco de Datos tiene la función de identificar personas extraviadas y establecer la relación consanguínea de sus parientes ya sea que este viva o con sus restos cadavéricos (ver fig 3.2). (22)

Al respecto han surgido diversos cuestionamientos sobre la legalidad y el alcance que puede tener el uso del Banco de Datos basándose en el derecho a la privacidad, además del uso que se le puede otorgar a dicha información que puede causar discriminación, este punto de abordará con mayor profundidad en el siguiente capítulo de la tesis considerando sus aspectos éticos y jurídicos.

22. CFR: Citado en "DNA Finger printing: Approaches and Applications". op. cit. p.p. 357 - 360.

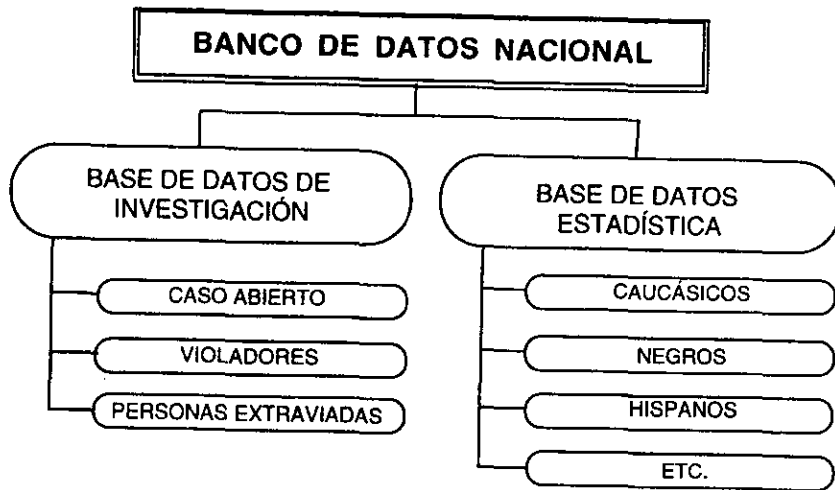


Fig. 3.2. Estructura del sistema nacional del banco de Datos de E.U. (Tomado de "DNA Fingerprinting: Approaches and Applications", 1991.)

4.4 En otros casos.

4.4.1 En Investigación de la paternidad.

Entre los hechos biosociales regulados por el derecho mexicano son aquellos derivados de la unión sexual de una pareja heterosexual y la procreación de su producto, ya sea mediante el matrimonio, extramatrimonial o concubinato. La relación que existe entre los progenitores y descendientes en línea recta en primer grado recibe el nombre de paternidad y filiación; el primero se refiere a la relación de parentesco de la madre (maternidad) y el padre (paternidad en *strictu sensu*) con respecto a sus hijos y el segundo corresponde a la relación consanguíneo de los hijos con sus padres.(23)

La relación biológica de padres e hijos origina vínculos jurídicos de deberes y

23. Baquero Rojas, Edgar. et. al. "Derecho de Familia y Sucesiones". Ed. Harla S.A. México, D.F. 1990. p. 79.

derechos los cuales se regulan en el Código Civil, que a su vez establece la normatividad de las pruebas de la filiación de los hijos nacidos de matrimonio y del reconocimiento de los hijos fuera del matrimonio; a groso modo el primer caso, la filiación se comprueba con la partida de su nacimiento y con el acta de matrimonio de sus padres (a.340); en el segundo caso la filiación de los hijos con relación a la madre del sólo hecho del nacimiento. Respecto del padre por el reconocimiento voluntario o por sentencia que declare la paternidad (a.360).

La investigación de la paternidad de los hijos fuera de matrimonio esta permitida: en caso de raptó, estupro o violación, cuando el hijo se encuentre en posesión del estado de hijo del presunto padre, cuando el hijo haya sido concedido durante el tiempo en que la madre habitaba bajo el mismo techo del pretendido padre, viviendo maritalmente y cuando el hijo tenga a su favor un principio de prueba contra el presunto padre (a.382).

La hipótesis de dudar sobre la paternidad procede de que la maternidad es un hecho biológico indudable que sólo se quebranta por limitados supuestos, como sería la asignación errónea de los recién nacidos en el hospital; en cambio la paternidad es sólo una presunción jurídica que surge con certeza dentro del matrimonio. Sin embargo, el parentesco incierto puede originarse por diversas causas como es el caso de los hijos extraviados, situaciones bélicas o cataclismos sociales y naturales que pueden separar a los hijos de sus padres.

Un estudio realizado en 1990 consistió en comparar los análisis de huella genética con los métodos tradicionales de pruebas de investigación de la paternidad. Fueron sometidos 191 casos a las pruebas de grupos sanguíneo y marcadores genéticos. El resultado estableció que el método utilizado fueron insuficientes para establecer con certidumbre el parentesco, al contrario de los análisis de ADN que en todos los casos corroboraron la filiación. Por otro lado, seis sistemas de antígenos (RBC) acompañados con antígenos lymphocyte humano (HLA) fenotípico fue usado para establecer la paternidad en 28 casos (madre-niño-padre). Los ejemplos subsecuentemente fueron examinados usando perfiles genéticos. En 27 de los 28 casos de paternidad, los resultados de huella genética sostuvieron y apoyaron los resultados de RBC y HLA resolviendo definitivamente casos de paternidad disputada.(24) Gracias a este tipo de análisis la huella genética es frecuentemente utilizada como un método confiable para establecer relaciones de parentesco.

24. Tonelli L.A. "Use of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Fingerprints for Identity Determination: Comparison with Traditional Paternity Testing Methods". Part. I and II. Journal Forensic Science. 1990. noviembre; 35(6): 1265 -1276.

4.4.2 En Identificación civil.

En diversas situaciones la identificación se vincula a actos civiles o administrativos, como la impresión de huellas dactilares de los bebés recién nacidos o los datos registrados en el padrón electoral. Cualquier persona para identificarse ante los demás es necesario ciertos caracteres que sirven para confeccionar credenciales electorales, pasaportes, licencias de manejo, etc; que a su vez sirven para solicitar ciertos servicios o trabajo.

A este tipo de identificación pueden corresponder tres supuestos:

1. Sujetos vivos. Se presenta en caso de desaparecidos, usurpaciones de personalidad, en enfermos mentales o con amnesia y en menores que no tengan, familiares o documentación que los identifiquen.
2. Cadáveres recientes. Los casos más frecuentes corresponden a las víctimas de desastres colectivos.
3. Esqueletos o restos cadavéricos. Consiste en la identificación de cadáveres en estado de putrefacción avanzada, de cadáveres mutilados o sus restos.(25)

Las técnicas de impresión de ADN son lo más avanzado en pruebas de identificación en este tipo de casos, ya que permite corroborar con familiares el probable parentesco, como también otorgar datos para conocer el origen de éstos. Al respecto se expondrán casos colectivos de identificación y con muestras antiguas.

El accidente aéreo del 24 de agosto de 1996 donde perecieron 141 personas entre ellas 64 rusos y 77 ucranianos. "En este caso fue posible recobrar de tejido de 257 restos fragmentados. Un total de 182 muestras sanguíneas fueron sometidos por 154 parientes de 139 de las víctimas; 109 de las víctimas sólo tuvieron una sola referencia (94 padres/parejas de niños y 15 con relación de hermanos), los 30 restantes, fueron otros parientes incluyendo miembros de pequeños grupos familiares."(26)

Además existe un considerable interés antropológico y forense en impresiones genéticas de restos de esqueleto. Las muestras de ADN pueden ser recobrados con 5, 500 años de antigüedad en hueso de ADNmt que puede ser amplificado por PCR. Dada la sensibilidad del PCR en un caso que se encontró los restos de esqueleto de

25. Gisbert Calabuig, Juan Antonio. op. cit. p. 1005.

26. Olaisen Bjornar. "Identification by DNA Analysis of the Victims of the Augst 1996 Spitsbergen Civil Aircraft Disaster". Nature Genetics. Vol. 15. Abril. 1997. p.402.

una mujer finada con 8 años de antigüedad, se comparó los resultados de las muestras de los presuntos parientes con éstos. Estos análisis establecieron autenticidad de hueso del ADN y la variabilidad de la impresión del ADN de hueso en investigación forense.(27)

4.5 Situaciones que limitan su aplicación.

Como se ha expuesto los análisis de perfiles genéticos han resuelto una gran diversidad de casos delictivos y civiles. Considerando específicamente a la criminalística se ha integrado con las demás pruebas para establecer asertivamente la relación de las muestras encontradas en el lugar de los hechos con los sospechosos y saber las circunstancias en que se realizó el ilícito. Sin embargo, la huella genética no es la panacea de las pruebas y por lo tanto su aplicación tiene límites que son importantes considerar.

Ante todo hay que considerar que para que pueda llevarse a cabo un proceso de identificación por medio de análisis genéticos es indispensable que exista material biológico humano con ADN nuclear que se encuentre en buenas condiciones, esto puede variar de acuerdo a factores circunstanciales del medio y al tiempo de su exposición.

Otro de los problemas que se discutía acerca de la interpretación de las bandas consistía en que si éstas se encontraban a cierta altura y a cierta intensidad no era factible definir con certidumbre la posición real en que se encontrarán, siendo posible interpretar subjetivamente los datos obtenidos. Al respecto el autor Villanueva menciona que ese tipo de suposiciones, es lógico de pensarse, con las técnicas de laboratorio no permiten este tipo de error, ya que son altamente sensibles, tanto en el uso de aparatos como los reactivos empleados.

También se ha discutido sobre la afección que provoca la posible presencia de mutaciones en la interpretación de los resultados, alterando la cadena de nucleótidos. Al respecto Villanueva explica que al existir mutaciones es positivo para la aplicación del ADN a la criminalística para identificación, ya que las mutaciones específicas dentro de un minisatélite son capaces de individualizar totalmente a una persona entre las demás estableciendo su perfil genético.

27. Sykes Bryan. "The Past Come Alive". Nature.1991. Agosto; 352 (1): 381.

También se cuestiona sobre la posibilidad de que dos personas posean un mismo perfil genómico sin que tengan que ser gemelos idénticos. Esto es en razón de que aunque conociendo que cada individuo es único en su material genético, es posible que el empleo de ciertos número de marcadores en una población específica se repitan los resultados obtenidos.

Continuando Villanueva explica que: "Si se estudiase un solo *locus*, o una serie de bandas limitadas, esto sería posible. Sin embargo cuando se pretenda la identificación de una persona con multilocus, se aplicará la fórmula conocida: $P = \frac{f^n}{n}$, donde 'P' es la probabilidad de encontrar la huella específica en la población 'f', la frecuencia en la población de una determinada banda, y 'n', el número de bandas presentes en la huella. Si aceptamos que la sonda empleada da 20 bandas y que f es 0,25: $P = 0,25^{20} = 1/10^{10}$. Es decir, sólo una de cada cien mil millones de personas puede tener un perfil idéntico en las condiciones mencionadas.(28)

Así mismo, el desconocimiento de la frecuencia de los alelos empleados en las pruebas genéticas comerciales en la población mexicana da cierta desconfianza en su aplicación, aunque esto sólo disminuye su efectividad en un rango muy pequeño del 99 al 95% aproximadamente; lo anterior no significa que las pruebas disponibles en el mercado no sean efectivas por carecerse de la información de las frecuencias alélicas en la población mexicana, sino que éstas frecuencias reducirían los gastos de tiempo y dinero al utilizarse para escoger pocos marcadores de alto grado de discernimiento que den la misma certeza que varios. En México se han comenzado a hacer estudios a este respecto al investigar sobre la diversidad genotípica y alélica en un grupo de 100 estudiantes mexicanos de la escuela de medicina de la Escuela Militar, en la que se estudio la diversidad de los *loci* D12S11, D7S22 y S27. La probabilidad de que dos individuos pudieran tener el mismo patrón fue de 2.0×10^{-4} , 1.3×10^{-4} y 7.2×10^{-5} para cada *loci* respectivamente. Estos datos indican sobre la nueva aplicación de marcadores específicos en la población mexicana.(29)

Una de las límites de su aplicación es en el caso de gemelos idénticos, por que al ser univitelinos comparten la misma información genética, entonces su perfil genético es el mismo.* En dado caso que exista un delito en donde se encuentre involucrado un individuo que tenga un hermano gemelo idéntico la genética forense limita la posibilidad de que el culpable sea cualquiera de los dos, siendo necesarias otras pruebas para discernir entre ellos.

28. Citado en: Gisbert Calabuig, Juan Antonio. op. cit. p. 1053 y 1054.

29. Berumen-Campos J. "Genetic Diversity of 3 DNA Probes in the DNA Fingerprinting of a Mexican Population". Revista de Investigación Clínica. 1994. Nov; 46 (6): 457 - 464.

* Comunicación personal: Violeta Gómez, Química Farmacéutica Bióloga (QFB) del Departamento de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.

Es posible considerar que el aspecto más importante para que sea posible los análisis genéticos forenses es en el momento en que se va a recabar y empacar la muestra, porque es en esos momentos puede presentarse contaminación y degradación del ADN impidiendo un buen resultado de los análisis. Por lo anterior, "el manejo y perseveración del material biológico requiere de especiales cuidados, más aún cuando este se encuentra expuesto al ambiente como es el caso del material utilizado en el ámbito forense. Considerando específicamente el ADN, el investigador forense se enfrenta a dos dificultades fundamentales, una la contaminación de la muestra con ADN ajeno a ésta, como puede ser el suyo propio o de cualquier otra fuente, y otra la degradación del mismo. Si bien los oligonucleótidos utilizados para realizar perfiles genéticos aseguran en la mayor parte de los casos una unión precisa, la presencia de otro ADN externo puede originar sitios de unión inespecífica o, inclusive, pequeños fragmentos de ADN contaminante que pueden actuar como oligonucleótidos; lo anterior puede dificultar la definición de la amplificación de los marcadores y su interpretación. Por otra parte, todas las células poseen sistemas enzimáticos que llevan a cabo todas las funciones normales, pero en cuanto ésta muere, éstos mismos sistemas degradan la estructura celular; inclusive el ADN. Los factores ambientales como humedad, radiación, desecación, ataque de microorganismos, etc. contribuyen de manera determinante en la conservación de la muestra y por lo tanto del ADN que contiene. De acuerdo a lo anterior, las muestras deben ser preservadas en empaques inocuos y ser congeladas lo más pronto posible antes de su análisis, ya que de ésta manera, se minimizará el daño al ADN y se podrá tener mayores posibilidades de realizar el análisis forense respectivo de manera óptima".*

Es indispensable que los peritos forenses tengan una preparación adecuada para recabar, conservar y transportar las muestras que son sometidas a análisis de ADN forense, ya que de acuerdo a lo anteriormente expuesto, ésta molécula puede ser muy lábil y se necesita un manejo especial y cuidadoso para conservar su integridad en lo posible.

* Comunicación personal: Juan Carlos Hernández Celis, Biólogo del Centro de Investigación sobre la Fijación de Nitrógeno (CIFN, UNAM).

CAPITULO IV

BREVES CONSIDERACIONES BIOÉTICAS

1. DEFINICIÓN DE BIOÉTICA.

Desde que el ser humano deja atrás su naturaleza puramente instintiva y se conforma una naturaleza social, forma reglas de conducta que garantizan la subsistencia y la unidad del grupo, dichas normas adquiridas por hábito se cumplen a través del convencimiento interno del individuo, estableciendo códigos morales con la característica que pueden cambiar o reafirmarse de acuerdo al desarrollo histórico que sufra el grupo. Ante este tipo de conducta surge la ética, con el fin de explicar, esclarecer o investigar un tipo de comportamiento moral. "La ética es la teoría o ciencia del comportamiento moral de los hombres en sociedad."⁽¹⁾

El sujeto del comportamiento moral se encuentra condicionado socialmente influenciando en su conciencia, por esta causa un código moral o un sistema de normas, no es ciencia, pero puede ser explicado científicamente, cualquiera que sea su carácter o las necesidades sociales a que responda, estableciendo parámetros para el autoconocimiento del individuo y encuadrar su responsabilidad moral que va a ejercer en sus actos.

De acuerdo a lo anterior, la ciencia manifiesta una serie de cualidades morales cuya posesión asegura una mejor realización que preside una actividad a saber: la búsqueda de la verdad. Sin embargo nuestra época se caracteriza por la enorme devaluación del papel de la ciencia en el progreso tecnológico. La ciencia se convierte cada vez más en una fuerza productiva, y, a la vez en una fuerza social. Así que la aplicación de la ciencia en sus grandes beneficios puede causar terribles males, sobretodo que a últimas fechas a dado grandes avances, por lo tanto, los dogmas de responsabilidad ante descubrimientos o experimentos se han estudiados en diversos parámetros.

El uso del término bioética es utilizado por vez primera por Potter en su libro "Bioethics: The Science of Survival", como una reflexión sistemática sobre la conducta humana en el campo de las ciencias de la vida y de la salud y según la Dra. Tarasco Michel la bioética es "una metodología filosófica para encontrar la verdad sobre

1. Sánchez Vázquez, Adolfo. "Ética". Ed. Grijalbo S. A. México, D.F. 1969. p. 22.

cuestiones del actuar en la vida del hombre, relacionadas con la ciencia de la salud."(2)

En la ciencia de la biología se han cuestionado los límites de la investigación genética, su aplicación tecnológica, así como su impacto en otras áreas. Con el fin de profundizar sobre la conducta, experimentación y la manipulación de la información genética humana, y de otros organismos, así como la interacción que tiene sobre su entorno biológico, por lo tanto el concepto de bioética expuesto esta limitado, siendo que únicamente toma en cuenta aspectos relacionados con la práctica médica involucrados en la salud.

2. IMPORTANCIA DE UNA REGULACIÓN LEGISLATIVA.

El desarrollo de la genética otorga a la humanidad la posibilidad de adquirir conocimientos sobre los procesos de vida y así lograr su manipulación modificándolas en satisfacción de los intereses industriales, médicos o puramente de conocimiento científico. El manejo que puede hacer el humano a la naturaleza siempre ha causado temor en la población, originando cierta desconfianza ante la ciencia. Dicho temor es reforzado por el desconocimiento del beneficio que puede causar su aplicación por respetar ciertos dogmas de tipo moral o religioso, así también cuando es utilizada para maquinación bélica, sin considerar que es un medio humano que puede usarse para lograr cualquier tipo de fin.

Por la razón antes expuesta, por medio de los sistemas legislativos es posible salvaguardar el bien común bajo criterios racionales. Al respecto existen diversas opiniones acerca de que tipo de leyes se deben de regular la experimentación científica. Al respecto se dice que la tecnología esta cambiando con tanta rapidez que sería difícil elaborar leyes; por otro lado se encuentran los que están a favor de una reglamentación estricta que limite profundamente la investigación para garantizar que no existirá perjuicio alguno, al contrario de esta corriente, que es la aceptada hasta nuestros días, proponen leyes flexibles o generales que se adecuen y actualicen con dichos avances.(3)

2. Citados por Porter, Kurthy. et. al. "Introducción a la Bioética". Méndez Editores. México, D.F. 1997. p. 21

3. CFR: Nossal, Gustav Joseph Víctor. "Los Límites de la Manipulación Genética". (Col. Límites de la ciencia). Vol. 17. Ed. Gremisa. Barcelona, España. 1988. p. p. 158 y 159.

Así mismo, con respecto al individuo el ADN porta su información más íntima describiendo su origen racial, su inclinación a desarrollar ciertas enfermedades, entre otros datos que conforman su perfil genético. Los datos desprendidos de él puede no conocerlos su propio portador, y sin embargo viajan a manos de terceros como genetistas en investigación, en los ejecutantes de la justicia en investigación delictiva o en la formación de datos judiciales, así como el derecho que se adjudican ciertas personas morales para conocer y utilizar dicha información, como son las compañías de seguros, entidades laborales o incluso órganos militares.

Sustentando al quehacer legislativo para la protección y salvaguarda de los derechos humanos "se ocupa de los que son inalienables e imprescindibles y calificados como derechos de la persona: vida, salud, integridad física, intimidad, dignidad, goce de aptitudes, respeto a la privacidad, entre otros... Así mismo comprende el significado de la responsabilidad que se maneja a través de sus distintas ramas, sea civil, administrativa o penal, con el fin que se responda por los daños que se han producido."*

3. ACUERDOS INTERNACIONALES Y LEYES LOCALES EXTRANJERAS.

Al hacer uso de las bacterias, como *Escherichia coli*, como herramienta del estudio de manipulación genética, surgió una gran preocupación por la seguridad que brindaban los laboratorios que realizaban tales experimentos. "En enero de 1973 se celebró una reunión en Asilomar, California, para analizar los riesgos biológicos de ciertas clases de virus... Posteriormente se estableció un comité académico para examinar los posibles peligros de la ingeniería genética, bajo la presidencia del doctor Paul Berg. Este comité publicó algunas recomendaciones principales en Science en julio de 1974, que se conoce con el nombre de 'carta Berg'... En 1975 se realiza un congreso internacional representativo para analizar la situación de los alcances en investigación... Posteriormente nuevamente en Asilomar, casi todos los países desarrollados, incluida la Unión Soviética, enviaron a sus mejores científicos, y tanto la prensa como los abogados estuvieron ampliamente representados... En esa reunión se decidió dar una serie estrictas de directrices a fin de que los experimentos pudieran proseguirse en un marco de seguridad." (4)

* "Ecós del IV Encuentro de la Federación Latinoamericana de Instituciones de Bioética". Ed. Centro de Investigaciones en Bioética . Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. 1996. p.p. 12 y 13.

5. Nossal, Gustav Joseph Víctor. op. cit. p. p. 145 y 147.

Al visualizar los científicos los posibles riesgos de la manipulación de la genética bacteriana y ante el rápido desarrollo de la investigación genética, que aunado a la participación de empresas comerciales se formulan hipótesis del marco ético y jurídico en que se deben de realizar; como fue el caso que en 1980 la Suprema corte de E.U. declaró que un organismo vivo podía constituir una unidad patentable. Ante esto, la Unión Europea lucha para que se rechace la patente de los genes humanos. (6)

La oposición a éste tipo de patentes surge porque al poder explotar económicamente los genes limita el conocimiento científico para poder continuar una investigación, ya que nadie podría conocer la función del gen patentado, otro aspecto que es el más importante, es la patente de los genes no es una invención, ya que integran la conformación biológica de cualquier individuo, así mismo como descubrimiento pertenecen a la humanidad y el conocimiento de su funcionamiento ayuda, entre otras cosas, a saber como otorgar una mejor calidad de vida mediante el buen estado de la salud.

Con lo que respecta a identificación judicial en países como E.U. su gobierno esta directamente aceptado los análisis genéticos estableciendo Banco de Datos, así como el Congreso de E.U. ha financiado el desarrollo de los laboratorios forenses, especialmente el área Ejecutiva por medio del Departamento de Justicia y particularmente mediante su Departamento Federal de Investigación, que ha sido dirigido para desarrollar análisis estándares y rápidos para la fácil admisibilidad de los análisis genéticos en la Corte. (7) Al respecto del uso del Banco de Datos, existe oposición a la recopilación de los análisis de toda la población, ya que a todos se les esta considerando delincuentes potenciales ya que sólo se debería aplicar a aquellos delincuentes reincidentes.(8)

Además el acervo de información genética que conforma los Bancos de Datos estadounidenses no se ha limitado únicamente a su población, ya que existe un convenio con el Departamento de Genética Forense mediante el cual se ha venido recabando información de las frecuencias alélicas de distintos marcadores genéticos de la población mexicana. El FBI (Federal Bureau Investigation), organización con la cual se hizo el convenio, posee muestras obtenidas por el propio Departamento. No se tiene información precisa respecto a los grupos analizados, ni los tipos de muestra

5. CFR: "Diagnóstico Genético y Derechos Humanos". Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Colección de Cuadernos del Núcleo Interdisciplinario en Salud y Derecho Humanos, Serie E: Varios, Núm. 191. México, D.F. 1988.

6. Shapiro E.D. "Forensic DNA Analysis and the United States Government". Medicine Science Law. 1996. enero; 36(1): 43-5.

7. Citado en: "Diagnóstico Genético y Derechos Humanos". op.cit. p.155.

ni la cantidad, *sin embargo, dichos análisis se siguen realizando. Lo anterior, puede asumirse como una invasión a información estrictamente confidencial de los individuos, por no considerar su voluntad por el uso de su información genética.*

Se entiende por vida privada o derechos a la intimidad a la "esfera personal exclusiva, jurídicamente reconocida y garantizada como derecho a todo ser humano, a fin de permitirle conducir una parte de su propia existencia de una manera autónoma, independiente y libre de injerencias externas indebidas, en relación con sus convicciones, decisiones o actividades íntimas, sus relaciones o comunicaciones particulares, atributos personales, vida familiar, reserva domiciliaria, etc." (8) Por lo todo, lo anterior uno de los principales derechos que se busca proteger ante dichas investigaciones es la protección de la privacidad que conlleva a proteger la información genética personal y por supuesto la libertad que tiene cualquier persona para decidir que usos se le va a dar a esa información.

Así mismo, el Comité de Bioética de la UNESCO estipula por principio que se debe respetar la privacidad de las personas y que sólo ésta podrá decidir el tipo de uso a que será destinada dicha información y sólo cuando una población se ve afectada, como es el caso de delincuentes, el poder público tiene derecho a utilizar y manipular dicha información.*

Otras implicaciones legales de examen ético sobre la protección de los derechos humanos, expone Mark A. Rothstein, en la aplicación de los experimentos genéticos como es el caso investigación del genoma humano y de los análisis genéticos en diagnóstico médico son los siguientes:

1) Laboral. Algunos rasgos genéticos hacen a las personas más susceptibles a poder desarrollar ciertas enfermedades, entonces los patrones no contrataran a la gente que tengan la posibilidad de desarrollarla.

2) Seguros. Es probable que las personas que saben que tiene la posibilidad de contraer alguna enfermedad, compren un seguro médico de cobertura más amplia, pero si adquiriesen estos seguros a precio normal, las compañías de seguros quebrarían. Por eso, las compañías de seguros exigen la aplicación de los exámenes genéticos a sus clientes. De hecho, en los Estados Unidos diez estados prohíben que dichas compañías soliciten estos exámenes.

8. "Diccionario Jurídico Mexicano". 3a. ed. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Editado por Porrúa S. A. México, D.F. 1989.

*Primer Congreso Nacional de Bioética, Organizado por la Academia Nacional Mexicana de Bioética. México, D. F. Noviembre, 1997.

3) Familiar. El autor menciona como ejemplo el caso de custodia de un hijo, en que el padre argumentara que la madre no podía tener en custodia a su hijo porque, de acuerdo con los exámenes genéticos, era propensa a contraer la enfermedad de Huntington. Otro caso que también menciona es realizar el examen genético a la pareja que desee adoptar a un niño, o por el contrario, al niño que desee ser adoptado.

4. Penal. Además de los señalado con respecto al Banco de Datos, la investigación que se realiza con respecto a la posible relación entre la violencia y los genes, en la que existiría la posibilidad de utilizar en el procedimiento penal dicha información para utilizarla como prueba y dictar sentencia condenatoria.(9)

Aunado a lo anterior, en el caso de México se podría autorizar a las parejas a solicitar un tipo de aborto terapéutico en el caso que deseen concebir hijos genéticamente sanos, cuando los exámenes prenatales del diagnóstico genético resulte positivo. En la ley penal del D.F. sólo se contemplan tres excepciones donde no es punible tal práctica, como cuando el aborto es causado sólo por imprudencia de la mujer embarazada, cuando el embarazo es resultado de una violación y cuando la mujer embarazada corra peligro de muerte a juicio del médico que la asista. (a.a. 333 y 334)

Como puede apreciarse ese tipo de aborto terapéutico no esta permitido en nuestro país, sin embargo, en los países donde es una práctica legal se les informa a los padres sobre la posibilidad que tiene su hijo *in utero* en desarrollar alguna enfermedad hereditaria, así como los cuidados que debe de tener en el caso que deseen concebirlo, dicha información da la facultad de los padres de valorar su condición psicológica y económica para considerar si pueden llevar el embarazo a su término. Lo anterior se concibe como el derecho que poseen los padres para decidir de manera informada y responsable sobre procrear una descendencia sana y con la posibilidad de brindarles una buena calidad de vida.

Así mismo, es posible la discriminación genética puesto que terceras personas pueden tener acceso a ésta información individual. Por lo tanto, es indudable la protección tanto a nivel internacional como local del uso de las investigaciones genéticas, así como establecer los principios que van a dirigir el manejo de la información genética, quienes y porque van a tener acceso a dicha información.

Por lo tanto, "la información genética se le ha catalogado, a lo que algunos autores denominan, parte de la "información sensible o susceptible", como es el caso

9. Citado en: "Diagnóstico Genético y Derechos Humanos". op. cit. p. p.220 y 221.

del origen familiar, social o racial, las convicciones preferencias políticas, las creencias o filiaciones religiosas o las preferencias y prácticas sexuales.” (10) Por encontrarse en éste ámbito de intimidad no se admite injerencia alguna externa, salvo la excepción mencionada anteriormente.

Al respecto, la UNESCO decidió crear el Comité Internacional de Bioética, el cual es un organismo multidisciplinario cuya función es estudiar las implicaciones sociales, políticas, culturales, religiosas, legales y éticas de los descubrimientos científicos. Este comité surge para discutir sobre el uso que se le daría a la información obtenida por las investigaciones sobre el Genoma Humano y sobre todo, por los intereses comerciales causados con el fin de proteger el derecho a la privacidad. “Es creado en 1993 después de varias reuniones de un pequeño grupo de orientación científica y tecnológica convocado por Federico Mayor, Director General de la UNESCO... A su vez se han creado diferentes tipos de comités de bioética en muchos países. Los comités de bioética nacionales están integrados por expertos en ciencias de la salud, jurídicas, humanas y tecnológicas, cuya principal función es dar asesoría a las autoridades ejecutivas hospitalarias, legislativas y judiciales en cuanto a problemas éticos.”(11)

En lo que concierne a los experimentos genéticos en personas el más importante de todos es el Proyecto Internacional del Genoma Humano que tiene como objetivo conocer la ubicación cromosómica de todos los genes presentes del genoma humano y averiguar la secuencia de los tres mil millones de pares de bases que integran el ADN de nuestra especie, para obtener beneficios como sería en la práctica médica para el tratamiento de enfermedades (12). Por ésta razón, la UNESCO en 1997 establece el “Proyecto de la Declaración Universal Sobre el Genoma Humano y los Derechos Humanos” que entre sus derechos más relevantes se expone lo siguiente:

Artículo 1: El genoma humano es la base fundamental de la unidad de todos los miembros de la familia humana, así como el reconocimiento de su inherente integridad y diversidad. En un sentido simbólico, es el patrimonio de la humanidad.

Artículo 2: Todos tienen derecho al respeto de su dignidad y de sus derechos humanos derivada de sus características genéticas. Esa dignidad es imperativa para no discriminar a los individuos por sus características genéticas y para respetar la diversidad.

10. “Genética Humana y Derecho a la Intimidad”. Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Colección Cuadernos del Núcleo de Estudios Interdisciplinarios en Salud y Derechos Humanos, Serie E, Varios. México, D.F. 1995. p. p. 34 y 35.

11. Porter, Kurthy. op.cit. p.240

12. Ibídem. p.240.

Artículo 4: El genoma humano es un estado natural que no deberá ser usado para obtener ganancias económicas.

Artículo 5: La investigación o diagnóstico efectuado en el genoma de un individuo deberá realizarse únicamente después de un riguroso evaluación de los riesgos y beneficios que se puedan obtener de acuerdo con las leyes nacionales. En todos los casos, es prioritaria la libertad informada y el consentimiento de la persona de la que será obtenida dicha información. En el caso que no tenga capacidad para otorgar el consentimiento o autorización lo otorgará, de acuerdo a la ley del país, la persona más interesada.

Artículo 7: Los datos genéticos para identificación personal, almacenados o procesados para investigación o para algún otro propósito deberán ser confidenciales en las condiciones que establezcan las leyes.

Artículo 8: Cada individuo tiene derecho, de acuerdo a la ley nacional e internacional, a una justa reparación del daño como resultado directo de una intervención que lo afecte a éste o a su genoma.

Artículo 9: Para proteger los derechos y libertades fundamentales, se limita a los principios de consentimiento y confidencialidad prescritos por la ley, por razones obligatorias en la relacionado a la ley internacional de derecho público y la ley internacional de derechos humanos.⁽¹³⁾

Como puede apreciarse, ninguna ley o declaración internacional debe ser interpretada para implicar a algún Estado, grupo o persona para emplear alguna actividad o acto contrario a los derechos humanos y libertades fundamentales, como también es necesario que los países establezcas sus propios códigos bioéticos para la protección de sus individuos de acuerdo a su propia sociedad.

En lo que respecta a leyes locales extranjeras destaca la legislación francesa como una de las pioneras al normar leyes éticas relativas a ésta área. El Senado francés aplica estos preceptos en su Código Civil a partir del 21 de enero de 1994. Se establecen los principios generales que fundamentan el estatuto jurídico del cuerpo humano, con el fin de asegurar el respeto a la dignidad humana. La Ley prohíbe que sea atentada la integridad de la especie humana; de tal forma que se encuentra proscrita toda actuación que conduzca a prácticas eugenésicas y toda modificación de las características genéticas de una persona que tienda a la alteración de su descendencia. Están admitidas las investigaciones que tengan como fin eliminar las

13. <http://www.ruhr-uni-bochum.de/zme/unesco-1197.htm#1197-e>

enfermedades genéticas... Por lo que atañe a la identificación de una persona con sus huellas genéticas, esto sólo es admitido en el marco de un procedimiento judicial o con fines médicos o investigación científica. Con estos objetivos, el previo consentimiento del interesado debe ser tomado en cuenta, incluso en el área penal." (14)

De igual manera toda Europa, Canadá y Estados Unidos han trabajado en adaptar leyes que protejan los derechos humanos de acuerdo a lo establecido en las leyes internacionales, con el fin de asegurar que la aplicación de la investigación genética en humanos sea respetada por empresas y autoridades para que no sea comercializada, que no sea motivo de discriminación y en su caso pueda resarcir el daño causado por el mal manejo de la información genética.

4. IMPACTO BIOÉTICO EN MÉXICO.

A finales de noviembre de 1997 se celebró en el D.F. el Primer Congreso Nacional de Bioética, organizado por la Asociación Nacional de Bioética fundada el 30 de marzo de 1992, el cual se abordaron los temas de la bioética, salud, derechos humanos y responsabilidad científica. Desde un punto totalmente médico se expuso sobre el estatuto del embrión, eutanasia, medicina legal, entre otros temas de interés. En lo que concierne a los derechos humanos e implicaciones éticas de la genética se expuso acerca de los usos y los abusos que podría conllevar la investigación del genoma humano y por lo tanto, era necesario la protección del derecho a la privacidad. Así mismo se debe de informar al público en general sobre los avances genéticos para que la desinformación no cree temores infundados.

De igual manera, se estableció la importancia del respeto de la vida privada; asimismo se debe justificar el cuando, cómo y porque de conocer los resultados de análisis genéticos por el orden público cuando tenga acceso a dicha información. A su vez, el mismo orden público hará todo lo posible para que el conocimiento de la información genética no provoque discriminación a persona alguna o grupo de poblaciones y por lo tanto deberá proteger su patrimonio genético.

Así mismo se propuso la reestructuración de las leyes actuales para proteger sustantivamente los derechos humanos de las personas sometidas a análisis genéticos y que a su vez, la persona tenga la facultad legal de hacer valer estos derechos cuando sean transgredidos y le sea resarcido el daño que se le halla

14. "Genética Humana y Derecho a la Intimidad", op. cit., p.p. 98 y 100.

causado en su persona. Entre las leyes que se señalaron como indispensables a reestructurar se encuentra la Constitución Política, el Código Penal y la Ley General de Salud.* Sin embargo, a pesar de las propuestas quedaron un singular de cuestionamientos constatando la necesidad de profundizar en el conocimiento de las implicaciones jurídicas-genéticas para formular un complejo y equitativo cuerpo legal que pueda ser aplicado a nuestra sociedad.

En México sólo existe una limitada normatividad acerca de la investigación científica aplicada en humanos que sólo se enfoca al cuidado de la salud, como es el caso del artículo 4 Constitucional que establece "que toda persona tiene derecho a la protección de la salud"; que a su vez la Ley General de Salud amplía las finalidades de éste derecho, que en su artículo 100 establece que la investigación en seres humanos deberá adaptarse a principios científicos y éticos que justifiquen la investigación científica, que no se exponga a riesgos, ni daños innecesarios al sujeto de experimentación, se deberá contar con consentimiento por escrito del sujeto en quién se realizará la investigación y que sólo podrá realizarse por profesionales en la salud.

Otro aspecto, muy limitado es la protección de la vida privada que hace la Ley de Imprenta que establece en su primer ordenamiento: "Artículo 1. Constituyen ataques a la vida privada: I. Toda manifestación o expresión maliciosa hecha verbalmente o por señales en presencia de una o más personas, por medio de manuscritos, o de la imprenta, del dibujo, litografía, fotografía, o de cualquier otra manera que, expuesta circulando en público o transmitida por correo, telégrafo, radiotelegrafía o por mensaje, o de cualquier otro modo, exponga a una persona al odio, desprecio o ridículo, o pueda causarle demérito en su reputación o en sus intereses. II. Toda manifestación o expresión maliciosa hecha en los términos y por cualquiera de los medios indicados en la fracción anterior, contra la memoria de un difunto con el propósito o intención de lastimar el honor o la pública estimación de los herederos o descendientes de aquél, que aún vivieren. III. Todo informe, reportazgo o relación de las audiencias de los jurados o tribunales, en asuntos civiles o penales, cuando refieran hechos falsos o se alteren los verdaderos con el propósito de causar daño a alguna persona, o se hagan, con el mismo objeto, apreciaciones que no estén ameritadas racionalmente por los hechos, siendo estos verdaderos. IV. Cuando con una publicación prohibida expresamente por la Ley, se compromete la dignidad o estimación de una persona, exponiéndola al odio, desprecio o ridículo, o a sufrir daños o en su reputación o en sus intereses, ya sean personales o pecuniarios."

*Primer Congreso Nacional de Bioética, Noviembre, Organizado por la Academia Nacional Mexicana de Bioética. México, D.F. Noviembre, 1997.

A éste respecto, más que a la vida privada, consiste a lo que se le denomina el derecho a la propia imagen. Además existe idefención por parte de la persona afectada ya que la misma Ley establece en su artículo 5 que no puede considerarse como una manifestación maliciosa cuando lo afirmado sea cierto:

“Artículo 5. No se considera maliciosa una manifestación o expresión aunque sean ofensivos sus términos por su propia significación, en los casos de excepción que la ley establezca expresamente, y, además, cuando el acusado pruebe que los hechos imputados al quejoso son ciertos, o que tuvo motivos fundados para considerarlos verdaderos y que los público con fines honestos.”

Así mismo de acuerdo al artículo 16 Constitucional establece que: “nadie puede ser molestado en su persona, familia, domicilio, papeles y posesiones, sino en virtud de mandamiento escrito de la autoridad competente que funde y motive la causa legal del procedimiento.” De manera general el artículo 16 dispone la *protección de la privacidad de cualquier persona cuando pueda ser requerida por la autoridad si existe un procedimiento judicial previo*. Por lo tanto se puede apreciar la falta de seguridad jurídica para proteger la intimidad en investigaciones judiciales, como es el caso en la elaboración de un Banco de Datos. Así como la posible aplicación de estos para conocer la condición genética del individuo, por parte de compañías de seguros o empresas laborales, entonces si se discriminará a la persona sometida al análisis genético, el afectado tiene limitados medios de defensa ante la transgresión de su derecho a la intimidad de su información genética. Por lo tanto, es necesaria la estructuración legislativa, así como la creación de organismos jurisdiccionales para protección de la privacidad genética, como también regular sobre la reparación del daño causado.

CONCLUSIONES

PRIMERA. La prueba pericial es un medio de prueba en razón que las técnicas utilizadas por los peritos es posible conseguir una explicación descriptiva de los hechos demostrando la verdad o falsedad de éstos.

SEGUNDA. La prueba pericial otorga al juzgador elementos objetivos para que éste desarrolle un razonamiento lógico-jurídico, ya que establece bases para demostrar un hecho. Además en el momento de integrar todos los medios de prueba es posible conocer como fue cometido el ilícito.

TERCERA. Aunque la valoración de la prueba paricial puede dejarse a la libre convicción al establecer que el juez calificará todo juicio pericial según las circunstancias. De acuerdo con el criterio jurisprudencial no es posible desestimar un dictamen pericial sino justifica la razón por la cual no la toma en consideración.

CUARTA. La genética forense ha sido integrada como un método más para la identificación de individuos en la investigación civil y judicial, por otorgar huellas genéticas únicas e individuales.

QUINTA. Los kits comerciales utilizados por el Departamento de Genética Forense poseen un gran poder de discriminación, haciendo posible una exacta identificación individual.

SEXTA. La genética forense se ha convertido en un medio indispensable en el análisis de muestras biológicas por su alto grado de certidumbre en identificación.

SÉPTIMA. Es necesaria la creación de más laboratorios de investigación que cuenten con la infraestructura y personal adecuado para llevar a cabo análisis genéticos forenses, a parte de los laboratorios de la PGJ y de los Servicios Periciales del Estado de México.

OCTAVA. El manejo y análisis de las muestras biológicas debe ser llevado a cabo por personas especializadas en el área genética forense, ya que la fragilidad que pueden presentar éstas al estar expuestas al medio ambiente hacen posible su rápida contaminación y/o degradación.

NOVENA. El concepto de bioética debe ser extensivo a todas las áreas relacionadas con la biología, en especial con la genética molecular, y no sólo limitarse a aspectos médicos, esto con el fin de integrarlos y establecer perspectivas en la investigación científica.

DÉCIMA. Es necesario que la creación del Banco de Datos mexicano de frecuencia de marcadores genéticos sea elaborado por investigadores y juristas mexicanos, para que se regule su uso y se establezcan los derechos respecto a la protección de la privacidad genética de los sujetos sometidos a éstos análisis.

DÉCIMO PRIMERA. Se requiere una adecuada estructuración legal para que se protejan los derechos humanos referentes a la privacidad genética, ya que esta información puede ser utilizada como medio de discriminación que puede afectar al individuo en distintos ámbitos; consecuentemente se deben establecer indemnizaciones por daño causado por la afección en la vida privada que pueden sufrir los individuos sujetos a identificación genética.

DÉCIMO SEGUNDA. Es necesaria la creación de organismos jurisdiccionales de protección y difusión de los derechos humanos referentes a la privacidad genética, para que las personas puedan ejercer sus derechos si son transgredidos por el uso inadecuado de sus perfiles genéticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Achával, Alfredo. "Delito de Violación". 2a. ed. Ed. Abeledo Perrot S. A. Buenos Aires, Argentina. 1992.
- Baqueiro Rojas, Edgar. et. al. "Derecho de Familia y Sucesiones". Ed. Harla S. A. México, D. F. 1990.
- Briseño Sierra, Humberto. "Derecho Procesal". 5a. ed. Vol. IV. Cardenás Editor y Distribuidor. México, D.F. 1970.
- Burgoa Orihuela, Ignacio. "Las Garantías Individuales". 21a. ed. Ed. Porrúa S. A. México D. F. 1988.
- Capitán, Henri. "Vocabulario Jurídico". s/e. Ed. De Palma. Buenos Aires, Argentina. 1986.
- Castro y Castro, Juventino V. "Lecciones de Garantía y Amparo". 21a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1978.
- Colín Sánchez, Guillermo. "Derecho de Procedimientos Penales". 12a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D. F. 1995.
- Chivenda, José. "Principios de Derecho Procesal Civil". Tomo II. Cardenás Editor y Distribuidor. Baja California, México. 1990.
- De Pina Vara, Rafael. "Tratado de las Pruebas Cíviles". 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México D.F. 1975.
- De Santo, Víctor. "La Prueba Judicial". s/e. Ed. Universidad. Buenos Aires, Argentina. 1992.
- Díaz de León, Marco Antonio. "Tratado Sobre las Pruebas Penales". 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1988.
- _____ . "La Prueba en el Procedimiento Laboral". Tomo II. 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México D. F. 1990.
- Fernández Pérez, Ramón. "Elementos Básicos de Medicina Forense". 6a. ed. Ed. Mendez Cervantes. México, D.F. 1988.
- Florián, Eugenio. "De las Pruebas Penales", Tomo I y II. 3a. ed. Ed. Temis S. A. Bogotá, Columbia. 1990.

- García Maynez, Eduardo. "Introducción al Estudio del Derecho". 41a .ed. Ed. Porrúa S.A. México, D.F. 1990.
- Gardner, Eldon J., et. al. "Principles of Genetics". 8a. ed. Ed. Jonh Whiley & Sons Inc. New York, USA. 1991.
- Gisbert Calabuig, Juan Antonio. "Medicina Legal y Toxicología". 4a. ed. Ed. Científicas y Técnicas. Barcelona, España. 1992.
- Gómez Lara, Cipriano. "Derecho Procesal Civil". 5a. ed. Ed. Harla S. A. México, D. F. 1991.
- Izquierdo Rojo, Marta. "Ingeniería Genética". Ed. Pirámide S. A. Madrid, España. 1993.
- Jiménez Navarro, Raúl. "Material de Toxicología Forense". Ed. Porrúa S.A. México D. F. 1980.
- Jenkins, Jonh B. "Genética". 2a. ed. Ed. Reverté. Barcelona, España. 1982.
- Margadant S., Guillermo Floris. "Introducción a la Historia del Derecho Mexicano". 6a. ed. Ed. Esfinge S. A. México D.F. 1984.
- Martínez Murillo, Salvador. "Medicina Legal". 19a. ed. Fco. Méndez Oteo Editor y Distribuidor. México, D. F. 1991.
- Montiel, Sosa, Juventino. "Criminalística". Tomo I. Ed. Limusa S. A. México, D. F. 1993.
- Moreno González, Rafael. "Introducción a la Criminalística". 7a. ed. Ed. Porrúa S.A. México, D.F. 1993.
- Nossal, Gustav Joseph Víctor. "Los Límites de la Manipulación Genética". (Colec. Límites de la Ciencia), Vol. 17, Ed. Gremisa. Barcelona, España. 1998.
- Osorio y Nieto, Cesar Augusto. "El Homicidio". 2a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D. F. 1992.
- Paillas, Enrique. "La Prueba en el Proceso Penal". Cárdenas Editor y Distribuidor. México D.F. 1991.
- Pellón, José R. "La Ingeniería Genética y sus Aplicaciones" Ed. Acribio. Zaragoza, España. 1986.

- Porther, Kurthy. et. al. "Introducción a la Bioética". Méndez Editores. México D. F. 1997.
- Quiroz Cuarón, Alfonso. "Medicina Forense". 8a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D. F. 1996.
- Rivera Silva, Manuel. "Procedimiento Penal". 21a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D. F. 1992.
- Sánchez Vázquez, Adolfo. "Ética". Ed. Grijalbo S. A. México, D.F. 1969.
- Stent Gunther, Siegmund. "Genética Molecular". 2a. ed. Ed. Omega S. A. Barcelona, España. 1981.
- Stern, Curt. "Principios de Genética Humana". Ed. El Ateneo. Barcelona, España. 1963.
- Winchester, A. M. "Herencia: Una Introducción a la Genética". Ed. CECSA. México, D.F. 1985.

LEGISLACIÓN

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 102 a. ed. Ed. Porrúa S. A. México, D.F. 1994.
- Ley General de Salud, 14 a. ed., Ed. Porrúa, 1997.
- Ley Orgánica de la Procuraduría General de Justicia, 53a. ed. Ed. Porrúa S. A. México D. F. 1998.
- Ley de Imprenta.
- Código Federal de Procedimientos Penales, 7 a. ed. Ed. Delma. México D. F. 1994.
- Código Civil para el Distrito Federal, Ed. Sista. México D. F. 1996.
- Código Penal para el Distrito Federal, 57 a. ed., Ed. Porrúa S. A. México D. F. 1996.
- Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal, 49a, ed. Ed. Porrúa S.A. México D.F., 1995.
- Código de Procedimientos Penales para el Distrito Federal, 6a. ed., Ed. Delma, México D.F.1994.
- *Semanario Judicial de la Federación, Primera Sala, 7a. época, Vol 34., Poder Judicial de la Federación Junio de 1993.*
- *Semanario Judicial de la Federación, Primera Sala, 7a. época, Vol. 36, Poder Judicial de la Federación, Junio de 1993.*

HEMEROGRAFÍA

- Berumen Campos, J. "Genetic Diversity of 3 DNA Probes in the DNA Fingerprinting of a Mexican Population". Rev. Invest. Clin. 1994. Nov; 46 (6): 457 - 464.
- Guisti, A. M. "Application of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Polymorphisms to the Analysis of DNA Recovered from Sperm". Journal Forensic Scienc. Abril; 31 (2): 409-417.
- Hochmeister, M. N. "Using Multiplex PCR Amplification and Typing Kits for the Analysis of DNA Evidence in a Serial Killer Case". Journal Forensic Science. 1996. enero; 41 (1): 155 -162.
- Jeffreys, Alec J. "Forensic Applications of DNA 'Fingerprints'". Nature, Vol. 318. Diciembre, 1985. p. 577.
- Jeffreys, Alec J. "Hypervariable 'Minisatellite' Regions in Human DNA". Nature, Vol. 314. 1985. p.67
- Jeffreys, Alec J. "Positive Identification of an Immigration Test - Case Using Human DNA Fingerprints". Nature, Vol. 317. Octubre, 1985. p.818.
- Kanter, E. "Análisis of Restriction Fragment Length Polymorphism in Deoxyribonucleic Acid (DNA) Recoverd From Dried Bloodstains". Journal Forensic Science. 1986. Abril; 31 (12), 403 - 408.
- McNally, L. "Evaluation of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Isolated From Human Bloodstains Exposed to Ultraviolet Light, Heat, Humidity, and Soil Contamination". Journal Forensic Science. 1989. Septiembre. 34 (5): 1059 - 1069.
- Muy Interesante - Biotecnología , (Suplemento especial). No. 10. México, D. F. 1994. p. p. 75-76, 66 - 67.
- Lander, Eric S. "DNA Fingerprinting on Trial". Nature, Vol. 339. Junio, 1989. p. 501.
- Olaisen, Bjomar. "Identificación by DNA Analysis of the Victims of the Augst 1996 Spitsbergen Civil Aircraft Disaster". Nature Genetics, Vol. 15. Abril. 1997. p.402.
- Sweet, D. J. "DNA Analysis of Dental Pulp to Link Incinerate Remais of Homicide Victim to Crime Escene". Journal Forensic Science, 1995. Mar; 40 (2): 310-314.

- Sweet D. J. "PCR-based DNA Typing of Saliva Stains Recovered from Human Skin". Journal Forensic Science, 1997. May; 42(3): 447 - 451.
- Sykes, Bryan. "The Past Come Alive". Nature, 1991. Agosto; 352 (1): 381.
- Tonelli, L. A. "Use of Deoxyribonucleic Acid (DNA) Fingerprints for Identity Determination: Comparison with Traditional Paternity Testing Methods". Part. I and II. Journal Forensic Science, 1990. noviembre; 35 (6): 1265 - 1276.
- Shapiro, E. D. "Forensic DNA Analysis and the United States Government". Medicine Science Law, 1996. Enero; 36 (1): 43 - 5.
- White R. y Lalouel J. M. "Chromosome Mapping with DNA Markers". Scientific American, 1988. Feb, 285 (2): 40 - 48.

ECONOGRAFÍA

- Biotechnology Catalog (1992-1993). Perkin Elmer. New Jersey, USA.
- Biological Research Products Catalog (1996). Promega. Madison-USA.
- "Diagnóstico Genético y Derechos Humanos". Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM. Colección de Cuadernos del Núcleo Interdisciplinario en Salud y Derecho Humanos, Serie E: Varios, 1 Núm. 191. México D.F. 1988.
- "Diccionario Jurídico Mexicano". 3a. ed. Instituto de Ciencias Jurídicas, UNAM. Editado por Porrúa S. A. México, D.F. 1989.
- "DNA Fingerprinting: Approaches and Applications". Ed. Edited by Terry Buke. et. al. Birkhäuser Verlag, Switzerland. 1991.
- "Ecos del IV Encuentro de la Federación Latinoamericana de Instituciones de Bioética". Ed. Centro de Investigaciones en Bioética. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. 1996.
- "Genética Humana y Derecho a la Intimidad", Instituto de Investigaciones Jurídica, UNAM. Colec. de Cuadernos del Núcleo de Estudios Interdisciplinarios en Salud y Derechos Humanos, Serie E, Núm. 66, Varios, 1995.
- "PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications". Ed. by Michael, et. al. San Diego, Academic Press. 1990.
- "PCR, A Practical Approach". Edited by M. J. McPherson, et al. Oxford University Press. Oxford. 1992.
- "PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications". Ed. by Michael, et. al. San Diego, Academic Press. 1990.
- Internet: <http://www.ruhr-uni-bochum.de/zme/unesco-1197.htm#1197-e>

GLOSARIO

Ácido desoxirribonucleico (ADN). Macromolécula biológica que tiene toda la información para la *manutención, desarrollo y reproducción* de todos los organismos conocidos. Posee una estructura en forma de escalera circular en la que los peldaños los conforman las bases nucleotídicas (desoxirribonucleótidos).

Alelo. Dícese de las variantes que puede presentar un gen o grupo de genes, vg. el color de ojos en humanos.

Base nucleotídica. Componente nitrogenado estructural del ADN que forma los puentes de hidrógeno entre las dos cadenas que lo conforman.

Cromosoma. Segmentos del ADN que conforman la organización del genoma, en una fase previa a la división celular se condensan y se hacen evidentes sus cromátides ("brazos del cromosoma"). En humanos existen 23 pares y un complemento sexual.

Dot Blot. Del inglés "Dot", punto y "Blot", mancha; técnica de hibridización de DNA con una sonda específica que se revela por la tinción de un punto de color oscuro en las tiras genotípicas.

Entrecruzamiento genético. Intercambio de ADN entre las cromátides hermanas de cada par de cromosomas durante el proceso de meiosis.

Electroforesis en gel. Técnica de separación de ADN mediante la aplicación de un campo eléctrico en una matriz sólida (gel); los fragmentos de ADN se mueven de acuerdo a su carga eléctrica, tamaño y densidad.

Eucariote. Organismo que posee células con su material genético limitado por un núcleo.

Fenotipo. Dícese del aspecto o característica de un organismo que es debido a la expresión de sus genes.

Gen. ADN que tiene la capacidad de codificar, ya sea ARN o proteínas.

Genoma. Es todo el material genético (ADN) de un organismo.

Gen recesivo. Gen que se expresa solo cuando los dos alelos son de este tipo.

Gen dominante. Gen que se expresa si se encuentra en forma única o en los dos alelos.

Genética. Rama de la Biología que estudia los fenómenos de la herencia de las características de los organismos.

Haploide. Célula producto de la meiosis que posee solo la mitad de la información genética y es utilizada en la reproducción de los organismos con reproducción sexual. Existen dos tipos, también llamados gametos, el espermatozoide y el óvulo.

Huella genética. Técnica utilizada para identificación de individuos mediante la hibridación de ADN producto de PCR con una sonda específica, el revelado de ésta produce un patrón, ya sea de bandas o de puntos con el que se lleva a cabo la comparación de muestras del sospechoso con la de la muestra encontrada en el lugar de los hechos. También es conocido como perfil genético.

In vitro. Del latín "In", en, dentro, y "vitro", vidrio; dicese de los ensayos que se realizan en el laboratorio bajo condiciones controladas que imitan sistemas o procesos que ocurren en los organismos vivos.

Kilobase. Medida de longitud de ADN que equivale a mil pares de bases.

Kit. Del inglés "Kit", equipo. Equipos comerciales para realización de análisis genéticos forenses.

Meiosis. Proceso de división celular eucarionte donde se producen cuatro células haploides.

Loci. Del latín "loci", lugar. Dicese del sitio que ocupa un gen el genoma.

Locus. Plural de loci.

Oligonucleótido. Pequeñas moléculas de ADN sintetizadas artificialmente utilizadas en el PCR para la extensión de una región específica.

Pedigree. Análisis de parentesco en donde se busca la ubicación de los individuos de una determinada familia, de acuerdo a sus generaciones.

Pares de bases. Unión entre los dos nucleótidos por puentes de hidrógeno en la estructura del ADN, se abrevia pb.

Polimorfismo. Fragmento de ADN que puede presentar variaciones de secuencia y por lo tanto, diferencia en los patrones de digestión con restrictasas.

Procarionte. Organismos que poseen su material genético sin envoltura nuclear.

Sonda. Fragmento específico de ADN marcado, ya sea por radiactividad o por otro agente químico, utilizado para revelar bandas de ADN o ARN mediante hibridización.

Secuencia de ADN. Sucesión de los nucleótidos de una de las cadenas del ADN de una región específica.

Tiras genotípicas. Tiras de papel con sondas específicas para identificación de individuos; son fabricadas por la empresa Perkin Elmer y son las utilizadas por el Departamento de Genética Forense de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal.