

7

COLECCIÓN DE ESPECIALIDADES PERICIALES

PATOLOGÍA FORENSE

AUTORES

Dr. Oscar Castro Castañeda

Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta



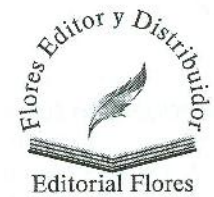
CDMX
CIUDAD DE MÉXICO



COLECCIÓN DE ESPECIALIDADES PERICIALES

OSCAR CASTRO CASTAÑEDA
KENA BEATRIZ REYES ACOSTA

PATOLOGÍA FORENSE



CDMX
CIUDAD DE MÉXICO



Copy Right © 2018
Derechos Reservados:
Oscar Castro Castañeda
Kena Beatriz Reyes Acosta

Flores Editor y Distribuidor, S.A. de C.V.
Editorial Flores
Calle Cuauhtémoc, Número 1405
Colonia Del Gas
C.P. 02950, Azcapotzalco
Ciudad de México
Tels.: (55) 5556-0590
5556-7020
5355-1108

floreseditor@hotmail.com
floreseditor@prodigy.net.mx

www.floreseditor.com.mx

ISBN: 978-607-610-710-2

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico o por fotocopia, por registro u otros medios, ni su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión o uso del ejemplar, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copy Right.

Impreso en México / Printed in Mexico

DIRECTORIO EDITORIAL

Edmundo Porfirio Garrido Osorio

Procurador General de Justicia de la Ciudad de México

Juan José Olea Valencia

Coordinador General del Instituto
de Formación Profesional

Gisela Lourdes Sánchez Ramos

Directora Ejecutiva Académica

Rafael Hugo Álvarez Herrera

Director Ejecutivo de Profesionalización,
Coordinación Interinstitucional, Extensión Académica
e Investigación

Jacqueline de la Cueva Méndez

Directora de Coordinación Interinstitucional,
Extensión Académica e Investigación
y Coordinadora Editorial

**Enrique Flores Gómez
María Olga Salgado Valdés**

Coordinadores de Serie
"Manuales de Especialidades Periciales"

**COMITÉ DE PROFESIONALIZACIÓN
DE LA PROCURADURÍA GENERAL
DE JUSTICIA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Edmundo Porfirio Garrido Osorio

Procurador General de Justicia de la Ciudad de México

Jorge Antonio Mirón Reyes

Subprocurador Jurídico de Planeación, Coordinación
Interinstitucional y de Derechos Humanos

Juan José Olea Valencia

Coordinador General del Instituto de Formación Profesional

Marco Enrique Reyes Peña

Subprocurador de Averiguaciones Previas Centrales

Guillermo Terán Pulido

Subprocurador de Averiguaciones Previas Desconcentradas

Óscar Montes de Oca Rosales

Subprocurador de Procesos

María de los Ángeles López Peña

Subprocuradora de Atención a Víctimas del Delito
y Servicios a la Comunidad

María de los Ángeles Ocampo Allende

Oficial Mayor

Raúl Peralta Alvarado

Jefe General de la Policía de Investigación

Rodolfo Rojo Urquieta

Coordinador General de Servicios Periciales

Raúl Mata Soria

Director General de Recursos Humanos

Javier Lomelí de Alba

Director General Jurídico Consultivo y de Implementación
del Sistema de Justicia Penal

Margarita Maguey Neria

Visitadora Ministerial

ACERCA DE LOS AUTORES

Dr. Oscar Castro Castañeda

Médico cirujano, egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, con posgrado en alta especialidad en Citopatología. Es médico especialista en anatomía patológica, certificado por el Consejo Mexicano de Médicos Anatomopatólogos A. C. Ha trabajado en el Hospital General "Dr. Manuel Gea González" y en el ISSSTE, Hospital General "Dr. Darío Fernández Fierro".

Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta

Médico cirujano, especialista en anatomía patológica, egresada de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha trabajado en la Secretaría de Salud de Michoacán, Hospital General "Dr. Miguel Silva".



AGRADECIMIENTOS

*A mi esposa, la Dra.
Yesica Elizabeth Andrade Fernández,
que siempre ha estado a mi lado
y apoyándome en todo; y a un angelito
que viene en camino, mi bebé.*

*A mi papá,
Oscar Andrés Castro Rodríguez,
mi ejemplo a seguir, gracias por todas las enseñanzas
y consejos que me das, y al apoyo
en todo momento; gracias a ti he logrado
llegar hasta donde estoy.*

*A mi mamá,
Griselda Castañeda Ramírez,
gracias por el apoyo incondicional
y por todos los consejos y enseñanzas
que me das, y por todo el cariño; gracias a ti
he logrado llegar hasta donde estoy.*

*A mi hermana, la Dra.
Hosanna Castro Castañeda, con quien
he caminado junto en esta hermosa
carrera de medicina; gracias por todo
el apoyo brindado siempre.*

*Al Dr. Sebastián Guadalupe Medina
y la Dra. Erika Díaz Cortes, por su apoyo
y enseñanzas en la patología forense.*

Dr. Oscar Castro Castañeda

*A mis **padres**,
Martha y Heriberto, quienes, en la medida
de sus posibilidades, me brindaron lo necesario para
crecer y desarrollarme, y por quienes existo.*

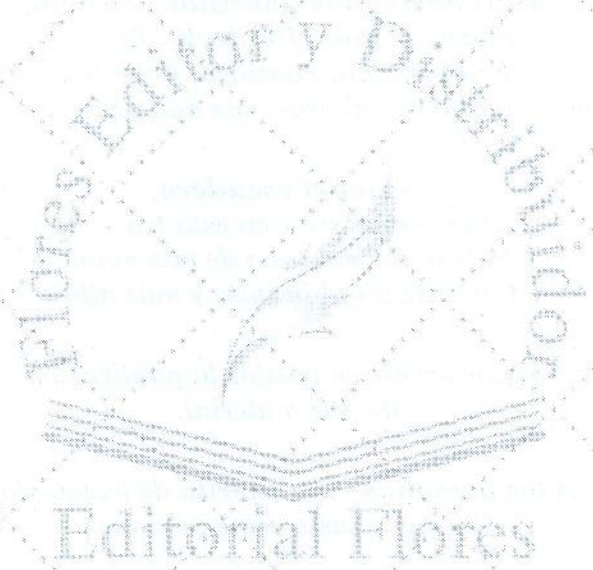
*A mis **hermanos, sobrinos y cuñado**
(Marisol, Rosa, Heriberto, Teresa,
Erik, Hanna, Santiago, Roberto),
que —ni antes ni ahora— me han abandonado.*

*A mi **fiel escudero**,
por acompañarme en esta travesía.
A la Sra. Rebeca, una de mis mamás.
Con ustedes al infinito y más allá.*

*A quienes hacen posible la publicación
de este material.*

*A las **personas** cuyo espíritu de búsqueda
les trajo hasta estas páginas.*

Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta



CONTENIDO

PRÓLOGO A LA COLECCIÓN DE ESPECIALIDADES PERICIALES.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
CAPÍTULO I CONCEPTO ANATOMÍA PATOLÓGICA.....	1
<i>Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta</i>	
1.1 Concepto patología forense.....	2
CAPÍTULO II ESTUDIO ANATÓMICO.....	9
2.1 Definición.....	9
2.2 Objetivo.....	9
2.3 Desarrollo.....	10
CAPÍTULO III ESTUDIO INMUNOLÓGICO.....	13
<i>Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta</i>	
3.1 Definición.....	13
3.2 Objetivo.....	13
3.3 Desarrollo.....	13

	Pág.
CAPÍTULO IV	
ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO	17
<i>Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta</i>	
4.1 Definición y objetivo.....	19
4.2 Desarrollo.....	19
CAPÍTULO V	
ESTUDIO DE RASPADO DE UÑAS.....	25
<i>Dra. Kena Beatriz Reyes Acosta</i>	
5.1 Definición.....	25
5.2 Objetivo.....	25
5.3 Desarrollo.....	25
CAPÍTULO VI	
ESTUDIO DE PELOS.....	29
<i>Dr. Oscar Castro Castañeda</i>	
6.1 Aspectos generales.....	29
6.2 Importancia criminalística	31
6.3 Valor del pelo como evidencia	33
6.4 Morfología.....	34
6.4.1 La piel.....	34
6.4.2 El pelo.....	34
6.5 Características macroscópicas del pelo.....	35
6.5.1 Tallo.....	37
6.6 Características microscópicas del pelo	38
6.7 Embriología.....	43
6.8 Crecimiento.....	44

	Pág.
6.9 Ciclo de vida.....	45
6.10 Composición química	48
6.11 Determinación de intereses criminalísticos.....	50
6.11.1 Naturaleza del elemento	51
6.11.2 Origen humano	51
6.11.3 Sexo.....	54
6.11.4 Edad.....	55
6.12 Parámetros a considerar en un estudio con fines forenses	57
6.13 Método de estudio	60
6.14 Preparación de las muestras	60
6.15 Examen al microscopio	61
6.16 Examen micrométrico.....	62
6.17 Estudio comparativo.....	62
6.18 Características del canal medular en los pelos.....	63
6.19 Otros hallazgos en el pelo.....	63
CAPÍTULO VII	
ESTUDIO DE FIBRAS	67
<i>Dr. Oscar Castro Castañeda</i>	
7.1 Clasificación de las fibras	68
7.2 Características físico-químicas de las fibras.....	69
7.2.1 Fibras naturales	69
7.2.2 Fibras artificiales.....	70

	Pág.
CAPÍTULO VIII	
ESTUDIO CITOLÓGICO	77
<i>Dr. Oscar Castro Castañeda</i>	
8.1 Concepto de citología	77
8.2 Técnicas para recolección de muestras.....	78
8.2.1 Impronta.....	78
8.2.2 Extendido (frotis)	78
BIBLIOGRAFÍA	83

PRÓLOGO A LA COLECCIÓN DE ESPECIALIDADES PERICIALES

La Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México se encuentra inmersa en un proceso de reingeniería institucional, derivado de la implementación del nuevo sistema de justicia penal, adversarial y oral. El cambio de paradigma ha implicado para sus operadores (agentes del Ministerio Público, policías de investigación y peritos) una dinámica de capacitación y profesionalización permanente, cuyo fin es asimilar a las nuevas disposiciones y atribuciones establecidas en el marco normativo creado ex profeso. Lo anterior encarna una serie de desafíos derivados de la exigencia social de contar con un servicio público de procuración de justicia de calidad, transparente, eficaz, eficiente, abierto a la ciudadanía y respetuoso de los derechos humanos.

Esta ocasión ofrece la posibilidad de verter algunos comentarios sobre los servicios periciales, en relación con los responsables de llevar a cabo la investigación científica del delito. De la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México, han surgido destacados expertos forenses. Hoy en día, la Coordinación General de Servicios Periciales cuenta con una plantilla de peritos con el perfil y la experiencia idónea para brindar certeza y confianza a la autoridad competente respecto de sus determinaciones técnicas. Actualmente, el personal de diversas especialidades periciales se encuentra inmerso en un proceso de acreditación de sus laboratorios, así como de certificación de sus respectivas áreas de conocimiento.

De lo expuesto, se manifiesta la trascendencia jurídica del quehacer de los peritos oficiales en todo proceso de inves-

tigación en el que se pretendan acreditar hechos penalmente relevantes desde una óptica técnica y científica, tanto en el trabajo de campo como de gabinete, así como en la emisión de dictámenes sólidos debidamente sustentados y útiles como medio de prueba en el sistema penal acusatorio.

En ese contexto de transparencia y apertura al escrutinio público, se inscribe el esfuerzo institucional por promover con apoyo del Instituto de Formación Profesional, la Coordinación General de Servicios Periciales y la Editorial Flores, la publicación y divulgación de la segunda serie de textos correspondientes a diez especialidades periciales. Es necesario reconocer el esfuerzo, actitud y profesionalismo del personal pericial, que a pesar del incremento en las cargas de trabajo derivado de la implementación del nuevo sistema, particularmente en especialidades como criminalística de campo, fotografía, tránsito terrestre, valuación, balística, entre otras, dan muestra de su compromiso institucional al dedicar parte de su tiempo a escribir textos útiles para la práctica y la academia.

Los trabajos que se elevan a la consideración de los lectores se estructuraron de tal forma por sus autores, que su contenido despertará el interés de sus pares, tanto los peritos oficiales como peritos particulares, estudiantes y profesionales relacionados con temas forenses, quienes descubrirán, entre sus páginas, la revelación de aspectos técnicos y metodológicos acumulados durante años de experiencia y que hoy comparten con sus potenciales lectores, sin que lo anterior implique trivializar la complejidad y el alto grado de profesionalización y experticia que se requiere para emitir con todo rigor y objetividad un dictamen pericial.

Entre los aspectos más destacados de la presente obra, se encuentran los siguientes:

1. Laboratorio de balística forense

Es una de las especialidades periciales que mayores éxitos aporta a la institución en temas de investigación de hechos presuntamente delictivos, debido a que su objeto se relaciona con armas de fuego. El autor describe los rigurosos procedimientos y técnicas de análisis que permiten la identificación de las armas, el estudio comparativo entre los elementos balísticos "problema" y "testigo", mediante el uso de la base de datos del Sistema Integrado de Identificación Balística (IBIS, por sus siglas en inglés), el registro en estaciones de trabajo y la confirmación física de los indicios balísticos a través del microscopio de comparación "Visión X". Asimismo, el lector conocerá la forma en que se rinde el dictamen pericial a partir de los protocolos y procedimientos internos de la especialidad.

2. Cerrajería forense

La Coordinación General de Servicios Periciales cuenta con la mayor diversidad de especialidades del país. Una de ellas es cerrajería forense, la cual atiende un alto número de solicitudes de intervención requeridas por la autoridad ministerial. Los autores de esta obra dan cuenta de la importancia y sustento técnico de su intervención, que está encaminada a determinar pericialmente si una cerradura o elemento de seguridad fue forzada o no en delitos como homicidio, despojo, robo a casa habitación, vehículos automotores, entre otros. Lo anterior a partir de la aplicación de técnicas y una metodología específica.

3. Criminalística calidad y deontología

La especialidad de criminalística de campo tiene una relevancia fundamental en la investigación de los delitos de

alto impacto, como homicidios, lesiones y robos. El perfil requerido para ejercer esta disciplina es multidisciplinario debido a su interacción con diversas áreas forenses. Su desempeño y capacidad técnica, al momento de procesar el lugar de los hechos o del hallazgo, son determinantes para el éxito de la investigación.

Los autores cuentan con amplia experiencia en la materia, la cual se complementa con su entusiasmo, pasión y destacada formación profesional, herramientas indispensables en el ejercicio cotidiano de su experticia.

4. Documentoscopia

La lectura de este texto resulta ampliamente recomendable dada la reconocida autoridad del autor en la materia. A través de sus páginas, el lector encontrará las claves para comprender los secretos y fundamentos de la disciplina.

5. Impacto ambiental

El crecimiento de la mancha urbana en la Ciudad de México tiene un impacto negativo para el medio ambiente. La edificación de construcciones en zonas prohibidas, como suelos de conservación, barrancas y áreas naturales protegidas, son, por desgracia, una práctica cotidiana. El autor propone en esta obra reflexionar sobre el marco normativo con que se cuenta en materia ambiental a nivel local, así como reconocer la trascendencia jurídica de la función pericial en esta disciplina al aportarle elementos probatorios a la autoridad ministerial, que serán de utilidad en los casos donde se presume la posible comisión de delitos.

6. Odontología forense

El autor del texto en comento es ampliamente reconocido por el foro, motivo por el cual la lectura de las líneas correspondientes a esta disciplina, constituyen una aportación técnica y metodológica sobresalientes.

7. Patología forense

La patología forense es una disciplina médica en la que se complementan los conocimientos de anatomía patológica y la medicina legal. Los interesados en esta disciplina podrán adentrarse al conocimiento de las técnicas y tipos de estudio (histopatológico, raspado de uñas, pelos, fibras y citológicos) que realizan los peritos a partir de los cuestionamientos formulados por la autoridad ministerial y que contribuyen a esclarecer delitos de alto impacto como los feminicidios.

8. Psicología forense

Una de las obras fundamentales en esta serie de textos es la desarrollada de manera colegiada por las peritas supervisoras en materia de psicología, adscritas a la Coordinación General de Servicios Periciales. Su obra cuenta con rigor metodológico y desarrollo temático especializado, por lo que está llamada a convertirse en un referente obligado para estudiantes y profesionales de la psicología, agentes del Ministerio Público, abogados, jueces y público inmerso en temas forenses.

9. Investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito

Para la objetiva reconstrucción e investigación de los accidentes por tránsito de vehículos en la Ciudad de México, se

requiere que los peritos cuenten con un alto grado de especialización y dominio de las técnicas y metodología propias de la especialidad, enfocados en aportar los medios de prueba que expliquen las causas, circunstancias y efectos de los hechos de tránsito que serán valorados en su oportunidad por la autoridad ministerial y el juez.

Los autores de la obra hacen gala del dominio de la materia y comparten los puntos finos de su experticia. La complejidad de su especialidad no impide tratar sus temas de manera profunda y didáctica, por lo que el libro será un referente de consulta indispensable para todos los interesados en el tema.

10. Fundamentos de valuación de bienes muebles

Los peritos en valuación forense se enfrentan al desafío de atender con la mayor objetividad posible las solicitudes de intervención generadas por el agente del Ministerio Público, con el propósito de determinar el valor específico de uno o varios objetos o, en su caso, la cuantificación de daños ocasionados a los mismos.

Quienes participan en esta obra son peritos supervisores con amplia experiencia en la materia. Entre los méritos del texto destaca su originalidad, dado que no existe bibliografía sobre la especialidad que nos ocupa, así como el trabajo de sistematización y desarrollo de una metodología de estudio, producto de la experiencia y conocimiento multidisciplinario de los autores.

Por último, debe decirse que las obras mencionadas se enmarcan en la dinámica de apertura, difusión del conocimiento y transparencia con que actúan la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México y la Coordinación General de Servicios Periciales. Adentrarse en los principios

y reglas que rigen a cada especialidad pericial, permitirá reconocer la complejidad, el grado de conocimientos y la especialización que requiere dominar cada una de ellas.

Mi reconocimiento y felicitación a todos y cada uno de los autores que hicieron posible esta importante obra.

Mtro. Edmundo P. Garrido Osorio
Procurador General de Justicia de la Ciudad de México



INTRODUCCIÓN

La palabra patología refiere al estudio de la enfermedad y se origina del griego, específicamente de las raíces etimológicas πῦθος (*pathos*), que significa enfermedad y λογία (*logía*) que significa estudio o tratado; más específicamente, refiere al estudio de los cambios estructurales bioquímicos y funcionales que subyacen a la enfermedad en células, tejidos y órganos.¹

La patología, a través del uso de técnicas moleculares, microbiológicas, inmunológicas y morfológicas, trata de explicar la etiología y las manifestaciones clínicas (signos y síntomas) en los pacientes, ofreciendo bases racionales para una ulterior terapéutica, es decir, enlace entre las ciencias básicas y la medicina clínica, fundamento científico de toda la medicina.

Si bien el avance de la ciencia y la adquisición de tecnologías han definido los roles de esta disciplina en la investigación, también han favorecido el desarrollo de subespecialidades, entre las que se encuentra “la patología forense con características, campo de aplicación, casuística, procedimientos y lenguaje propio”.²

1 Kumar V. *et al.*, *Pathologic basis of disease*, 8a. ed., Philadelphia, Saunders Elsevier, 2010.

2 Tortosa, J. M, y S. Crespo, *Conceptos básicos de patología forense*, Barcelona, Palibrio, 2011.

La historia de la patología se remonta a la antigüedad, al mismo momento en que comenzaron a explorarse los cuerpos para justificar una causa de muerte.³

A decir de van den Tweel y Taylor, si hay un momento en el que podría establecerse que la patología nació como una especialidad, éste podría situarse a finales del siglo XV, con el trabajo del médico florentino, Antonio Benivieni (1443-1502).⁴ Luego de su muerte, 111 casos, entre los cuales había una veintena de autopsias, fueron publicados en *De Abditis Nonnullis ac Mirandis Morborum et Sanationum Causis* (sobre las causas ocultas de la enfermedad).

La medicina en el siglo XVIII ganó en sofisticación; la patología, ahora enriquecida con una "legalizada" exploración autóptica, jugó un papel importante en su desarrollo gracias a las observaciones publicadas en libros de texto y revistas. Quizás uno de los visionarios creadores de esta nueva cosmovisión fue Giovanni Batista Morgagni (1682-1771), un estudiante de medicina en Bologna (Italia), discípulo del gran anatomista Antonio Valsalva (1666-1723). En 1706, a la edad de 24 años, Morgagni ganó la fama inmediata con su obra prima *Adversaria anatómica*, y, en los siguientes años, continuó con otros cinco volúmenes. Su obra maestra, *De Sedibus et Causis Morborum per Anatomen Indagatis* (sobre las bases y causas de las enfermedades mediante la investigación anatómica), sólo fue publicada en 1761, cuando tenía 79 años de edad. En *70 cartas a un amigo anónimo*, Morgagni describió unas 640 autopsias, correlacionando síntomas con hallazgos morfológicos y promoviendo la creencia de que las enfermedades poseían un sustrato anatómico.

3 Long, E. R., *A history of pathology*, New York, Dover Publications, 1965.

4 Van den Tweel, J. G., y C. R. Taylor, "A brief history of pathology", *Virchows Arch*, julio, 2010, pp. 3-10.

Asimismo, John Hunter (1728-1793), autor de numerosos artículos junto a su hermano William, vislumbró el concepto de patología experimental, incluyendo el uso de microscopios primitivos; con la obra *Treatise on the blood, inflammation and gunshot wounds* (*Tratado sobre la hemorragia, inflamación y heridas por arma de fuego*), publicada en 1794, Hunter inició la descriptiva de los procesos defensivos y reparativos con relación a este tipo de causas.⁵

Los cambios en los siguientes 200 años fueron absolutamente revolucionarios con el desarrollo de la medicina científica: la implementación del uso del microscopio, los avances de las grandes facultades de medicina de Leiden (Holanda) y Edinburgo (Reino Unido) y la entrada en escena de diferentes sociedades científicas, favorecieron un acelerado incremento de las ciencias médicas. Este clima fue propicio para la entrada en escena de la medicina forense en Europa a finales del siglo XVIII y en América a comienzos del XIX.

En los inicios del siglo XX, la patología se consideró especialidad médica y, durante los años siguientes, se planteó la necesidad de dividirla en subespecialidades: anatómica, clínica, molecular, oral, forense, etcétera.⁶ La patología forense fue reconocida como entidad autónoma, en los Estados Unidos, hasta 1959, por el American Board of Pathology.⁷

5 *Idem.*

6 Smith, S., "The history and development of forensic medicine", *Br Med J*, marzo, 1951, pp. 599-607.

7 Eckert W. G., "The forensic pathology specialty certifications", *Am J Forensic Med Pathol*, marzo, 1988, pp. 85-90.



CAPÍTULO I

CONCEPTO ANATOMÍA PATOLÓGICA

DRA. KENA BEATRIZ REYES ACOSTA

El término anatomía patológica viene de las palabras griegas *anatomos* (disecar), *pathos* (enfermedad) y *logos* (tratado). Por etimología, es la ciencia médica que estudia la enfermedad mediante la disección del cuerpo humano; “clásicamente se define como la ciencia médica que estudia el sustrato morfológico (macro y microscópico) de las enfermedades en relación con su clínica”.⁸

La patología comprende el estudio de las alteraciones anatómicas, histológicas y citológicas de órganos, tejidos y células en el curso de la enfermedad. Dicho estudio, permite establecer las causas, los mecanismos y las consecuencias del proceso de cualquier enfermedad. Utiliza un conjunto de técnicas, métodos y conocimientos teórico-prácticos para explicar el origen, desarrollo y consecuencia de la enfermedad desde un punto de vista morfológico, entendiendo a la morfología como un espectro continuo que abarca de la anatomía macroscópica, organografía, histología y citología, hasta la estructura molecular.

⁸ Kumar V. *et al.*, *op. cit.*

Luego entonces, la patología se encarga del estudio de las causas, desarrollo y consecuencias de las enfermedades; el fin último es el diagnóstico correcto de biopsias, piezas quirúrgicas, citologías y autopsia.

1.1 CONCEPTO PATOLOGÍA FORENSE

La patología forense es una disciplina médica que combina los conocimientos de la anatomía patológica y la medicina legal, y se encarga de determinar la causa, el mecanismo y las circunstancias de las muertes que son objeto de investigación judicial (violentas o sospechosas de criminalidad).⁹ Asimismo, aplica los conocimientos científicos sobre las alteraciones que se producen en los órganos y tejidos como consecuencia de un proceso violento (lesión) o natural (enfermedad), con el objetivo de resolver el problema judicial planteado (figura 1).

⁹ Aguilera, B. et al., *Patología forense en España: de dónde venimos y hacia dónde vamos. Libro blanco de la anatomía patológica en España*, Madrid, Sociedad Española de Anatomía Patológica, 2013.



Figura 1. Concepto de patología forense¹⁰

La patología forense posee características propias que la definen como un campo de aplicación, casuística, condicionantes metodológicos y lenguaje. Se ha afirmado que el patólogo forense debe ser especialista en patología, cuya área de competencia es el examen de personas que mueren de manera súbita, inesperada o violenta; en otras palabras, es un experto en la determinación de la causa y manera de muerte.

Del mismo modo, define el tipo de problemas a los que se dará respuesta: la patología de la violencia en

¹⁰ Gerardo Rico, M., y Ángela Galan Giral, *Pelos y fibras. Metodología científica*, México, Instituto Nacional de Ciencias Penales, 1987.

todas sus formas (mecánica-traumática-tóxica), la que produce muertes súbitas o inesperadas y la de cualquier muerte que suscite un procedimiento judicial (figura 2).¹¹



Figura 2. Campos de estudio¹³

El patólogo forense se encuentra especialmente capacitado para efectuar autopsias para lograr dicho fin e interpretar la naturaleza de las lesiones y sus patrones, por lo que debe poseer conocimientos básicos de otras disciplinas no-médicas, incluyendo la toxicología, balística, trazas de evidencias, serología y tecnología de ADN; además, asegura que se apliquen los procedimientos y técnicas apropiadas para la identificación y recolección de evidencias en el cadáver.¹²

11 Tortosa, y Crespo, *op. cit.*

12 Eckert W. G., *op. cit.*

La patología forense está presente desde la realización de la autopsia, incluyendo un minucioso examen macroscópico externo de los órganos internos, hasta el estudio al microscopio de las muestras recolectadas de los tejidos, incluyendo las células depositadas por el delincuente.¹³

La mayoría de los estudios en patología forense requieren del uso del microscopio en sus diversas modalidades, como la microscopia estereoscópica, microscopia óptica, microscopia con luz polarizada, microscopia de campo oscuro, microscopia de contraste de fases y microscopia electrónica; todas esas modalidades permiten, al patólogo, la aplicación de diversas técnicas y procedimientos, con el fin de dilucidar la verdad de los hechos.¹⁴

Asimismo, con los avances de la biología molecular y el conocimiento de las bases genéticas y moleculares, la patología molecular se ha convertido en herramienta muy útil e indispensable en la medicina forense, dado que auxilia en la investigación de paternidad y en la tipificación del ADN en las muestras, con el fin de identificar a la víctima y al victimario.

La patología puede ser aplicada como método auxiliar en los siguientes aspectos:¹⁵

13 Hernández Ordoñez, M. A., "Capítulo IX: Aplicación de la anatomía patológica en medicina forense", *Fundamentos de medicina legal*, México, McGraw-Hill, 2014.

14 *Idem.*

15 *Idem.*

1. Tanatología: es el estudio integral e interdisciplinario de la muerte:
 - a) Investigación médicolegal del lugar de la muerte: levantamiento del cadáver.
 - b) Autopsia médicolegal:
 - Determinación de las características anatomopatológicas, criminalísticas y forenses.
 - Diagnóstico médico-legal de la muerte: natural, súbita, violenta o sospechosa de criminalidad.
 - Toma y obtención de muestras de tejidos de los órganos involucrados.
 - Cronotanatodiagnóstico: investigación de la fecha de muerte.
 - Dictamen forense de causa de muerte.
 - Certificación de la defunción.
2. Histología forense:
 - a) Procesamiento de los tejidos y muestras para su estudio histopatológico, estructural y ultraestructural.
 - b) Estudio microscópico: citología e histoquímica.
 - c) Diagnóstico histopatológico de inflamación y de infección con criterios médicolegales.
 - d) Diagnóstico de la patología de los diversos órganos con relevancia médicolegal.
 - e) Determinación de la vitalidad de las lesiones.

- f) Correlacionar macro y microscópicamente las lesiones encontradas.
3. Patología forense:
 - a) Diagnóstico de las diferentes patologías de interés médicolegal.
 - b) Identificación y diagnóstico de las diferentes violencias y mecanismos causales de lesiones y muerte.
 - c) Determinación de las causas, en la génesis y complicación evolutiva de las lesiones.
 - d) Estudio médicolegal en la identificación de las lesiones según su localización anatómica y mecanismo lesivo, determinando la causa de muerte según los distintos agentes causales de violencia:
 - Asfixias mecánicas.
 - Agresión por armas.
 - Accidentes de tránsito: terrestre, aéreo y marítimo.
 - Diagnóstico de homicidio y suicidio.
4. Medicina legal del trabajo:
 - a) Investigación en el ámbito laboral del mecanismo de muerte, lesiones, accidentes de trabajo o enfermedad profesional, definiendo las características patogénicas.
5. Sexología forense y medicina legal familiar:
 - a) En agresiones sexuales.
 - b) Estudio médicolegal del sexo de las personas.

En resumen:

La anatomía patológica estudia las lesiones celulares, tejidos y órganos, así como sus cambios estructurales y funcionales, y repercusiones en el organismo; mientras que la patología forense aplica los métodos, técnicas y conocimientos de la anatomía patológica y de la citopatología en la resolución de problemas de carácter legal.

CAPÍTULO II

ESTUDIO ANATÓMICO

DRA. KENA BEATRIZ REYES ACOSTA

2.1 DEFINICIÓN

El estudio anatómico se refiere al estudio del órgano o tejido a simple vista. Cada pieza anatómica extraída del cuerpo, sea órgano, tejido, muestra, etcétera, tiene unos procedimientos de estudio que permiten obtener datos en los que se fundamenta un diagnóstico.

Los datos empiezan, siempre, por las características básicas: peso, dimensiones, tamaño, volumen, entre otras; a éstas se van sumando datos anatómicos que discriminan entre normal y anormal.

2.2 OBJETIVO

El objetivo del estudio anatómico es identificar la naturaleza del órgano o tejido localizado en un lugar de hechos, del hallazgo o de la investigación, determinando su origen sintético, humano o animal, si presenta lesiones y la forma que estas se produjeron.

Asimismo, es identificar, anatómicamente, los órganos y tejidos, a partir del reconocimiento, mediante

observación directa, de sus características de forma, tamaño, peso y estructuras normales o anormales.

2.3 DESARROLLO

En el desarrollo se realiza una descripción de las características generales del órgano o tejido, así como una fijación fotográfica, determinación inmunológica (que se explicará en el siguiente apartado), y, en caso de ser necesario, se complementará con estudios histopatológicos, toma de radiografías, o bien con el apoyo de las áreas de antropología y odontología.

Ejemplos:



Figura 3. Corresponde a un útero sin anexos.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

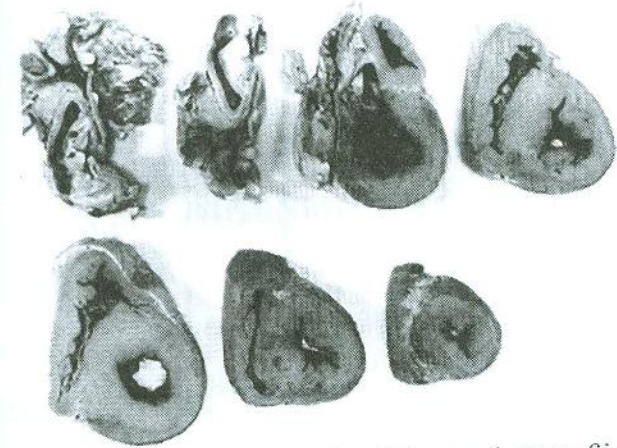


Figura 4. Cortes transversales del corazón tras fijación.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



Figura 5. Se observa una falange y su correlación radiográfica.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

Flores Editor y Distribuidor
Editorial Flores

CAPÍTULO III

ESTUDIO INMUNOLÓGICO

DRA. KENA BEATRIZ REYES ACOSTA

3.1 DEFINICIÓN

El estudio inmunológico es la incubación de anticuerpos para identificar la presencia de antígenos de origen humano.

3.2 OBJETIVO

El objetivo del estudio inmunológico es determinar el origen del órgano o tejido (humano o animal).

3.3 DESARROLLO

Para realizar el estudio inmunológico, se utiliza una placa inmunocromatográfica junto con un kit que detecta sangre humana, mediante la aplicación *buffer* de extracción al órgano o tejido, en el que se toma una alícuota de la mezcla y se colocan cuatro gotas en la ventana "S" de dicha placa, y, a los dos minutos, si se observa una línea de color rosa en el área "C", así como una línea rosa en el área "T", indicará que hay produc-

to de reacción de que la muestra es positiva para tejido u órgano de origen humano; pero, si se marca una sola línea en el área "C" y el área "T", indicará que la muestra no es de origen humano.

El procedimiento se realiza a temperatura ambiente con la prueba inmunocromatográfica, para la identificación forense de sangre humana de *Abacus Diagnostic's, Inc. ABACard_R Hema tarce_R*.

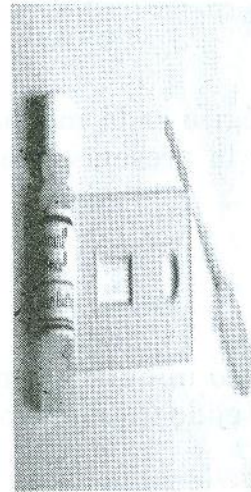


Figura 6. Kit utilizado para realizar el estudio inmunológico. Fuente: Laboratorio de patología.

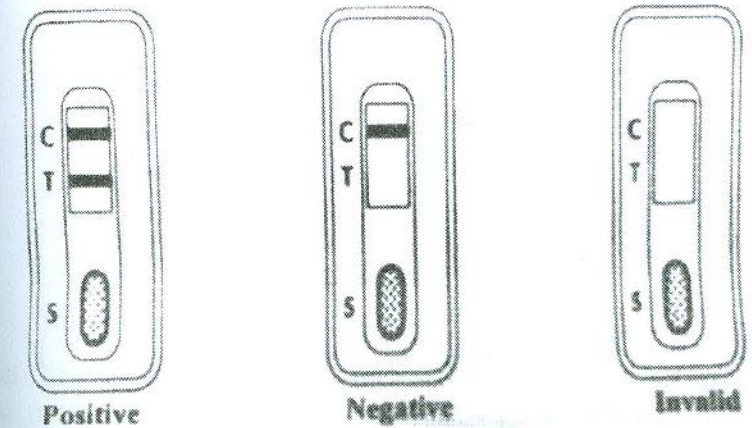


Figura 7. Evaluación de la reactividad.

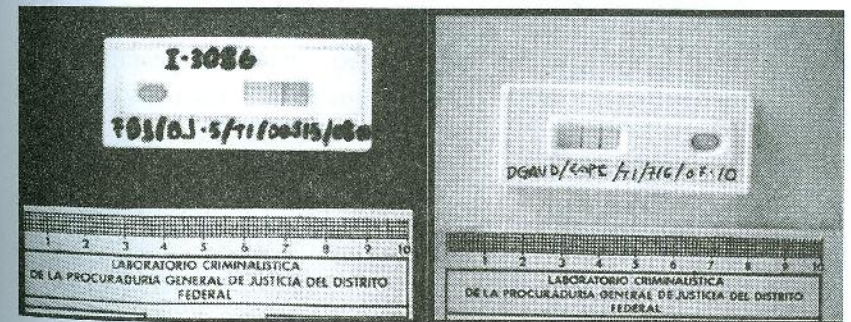


Figura 8. Ejemplos de reacción negativa (izquierda) y reacción positiva (derecha). Fuente: Archivo del laboratorio de patología



CAPÍTULO IV

ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO

DRA. KENA BEATRIZ REYES ACOSTA

La histopatología, es decir, el examen microscópico de los órganos y tejidos, en realidad no es una prueba complementaria, sino la ampliación de la visión de los órganos, mediante la observación con el microscopio.

La histopatología forense comprende el estudio microscópico de los órganos y tejidos extraídos durante la práctica de la autopsia judicial, utilizando las herramientas y metodología propias de la histopatología clínica. Pese a compartir herramientas y metodologías de abordaje del estudio de los tejidos a nivel microscópico, la histopatología clínica y la histopatología forense, como disciplinas, presentan diferencias sustanciales en sus contenidos.

En primer lugar, las patologías que estudia la patología forense son completamente distintas a las de la anatomía patológica, no sólo en el campo de las muertes violentas y el estudio de lesiones derivadas de éstas, sino, también, se encarga del estudio de condiciones que dan lugar a episodios de muerte súbita, fundamentalmente cardiovascular, donde el patólogo, habitualmente, tiene poca experiencia. Otra diferencia fundamental es con respecto a las muestras objeto de

estudio, ya que el patólogo cuenta con muestras extraídas mediante biopsia o resecciones quirúrgicas, siendo cada vez menor el número de autopsias que practican; el patólogo forense estudia el cadáver completo, analiza los órganos sistemáticamente y dirige la toma de muestras para su examen histopatológico posterior.

El principal obstáculo de la patología forense es que, en un número no despreciable de casos, los fenómenos de autólisis (muerte celular) y putrefacción cadavérica interfieren en la interpretación de los hallazgos, lo cual es poco habitual en la patología clínica, y requiere de experiencia para poder valorarlos correctamente.

Estas diferencias hacen de la patología e histopatología forense disciplinas que, aunque entroncadas con la anatomía patológica, requieren de una formación específica y propia.

Lau y Hui (2008) establecen que los principales papeles de la histología en la patología forense práctica son los siguientes:

1. Es el principal medio auxiliar en la investigación cuando el examen macroscópico fracasa o es insuficiente, para llegar a un diagnóstico patológico específico que explique la causa de la muerte.
2. Confirmar o perfilar el diagnóstico macroscópico.
3. Confirmar o refutar diagnósticos *ante mortem* o de sospecha clínica.
4. Evaluar intervenciones médicas o quirúrgicas.

5. Es una forma permanente de documentación de las patologías autópsicas.
6. Investigación, docencia y control de calidad.

Lo anterior hace que la histopatología forense tenga impacto en la investigación médica actual, no sólo en aquellas materias que atañen exclusivamente al ámbito judicial (como se ha referido anteriormente [estudio médico legal de la muerte violenta o sospechosa de criminalidad]), sino, también, en aquellas causas y mecanismos de muerte en las que el patólogo forense tiene la oportunidad de investigar los mecanismos íntimos de la enfermedad, como, por ejemplo, la muerte súbita del lactante o muertes súbitas de origen cardíaco, redundando sus estudios en una mejor comprensión de dichas patologías que ayudarán, al clínico, en el tratamiento y prevención de éstas, siendo ésta otra vertiente de la actividad del patólogo forense al servicio de la comunidad.

4.1 DEFINICIÓN Y OBJETIVO

El estudio histopatológico es el estudio microscópico de los órganos y tejidos para identificación y diagnóstico.

4.2 DESARROLLO

De acuerdo con los criterios del médico con especialidad en anatomía patológica, a la muestra se le puede realizar los siguientes estudios, con el objeto de reunir

los suficientes criterios para la identificación y diagnóstico de un órgano o tejido:

1. Métodos de fijación:

- a) Formaldehído al 10%
- b) Alcohol del 96°
- c) Deseccación

2. Métodos de inclusión:

- a) El tejido se fraccionan en cortes menores de 2 cm.
- b) Se envían al laboratorio de patología, embebidos en formaldehído al 10%, donde se deshidratan, aclaran y se incluyen en parafina: se realizan cortes histológicos de 6 micras de espesor y se tiñen con hematoxilina y eosina; se entregan en portaobjetos de vidrio cubiertos con resina y cubreobjetos.

Ejemplos:

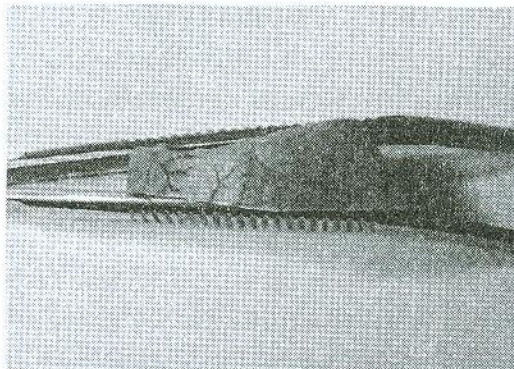


Figura 9. Se observa una cuña de tejido renal.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

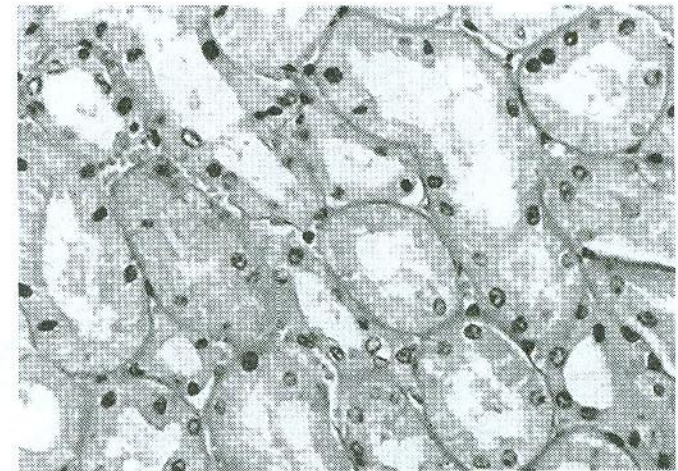


Figura 10. Microfotografía del aspecto histopatológico del riñón (H&E, 40x). Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

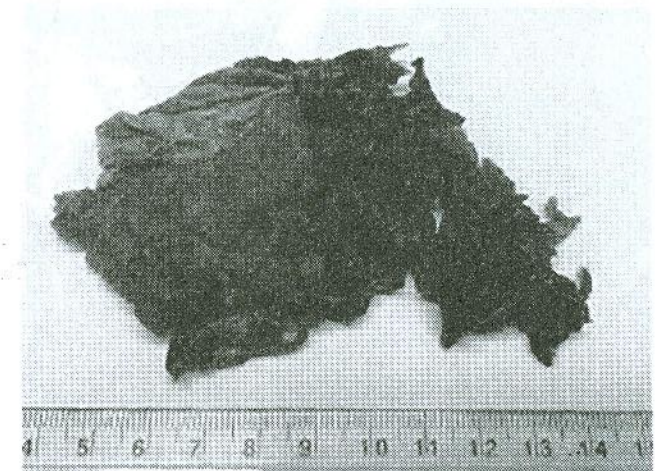


Figura 11. Se observan restos ovuloplacentarios.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



Figura 12. Microfotografía donde se observan vellosidades coriales. (H&E, 40x'). Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



Figura 13. Microfotografía de un corte histológico de pulmón, donde se observa edema agudo de pulmón (H&E, 40x'). Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

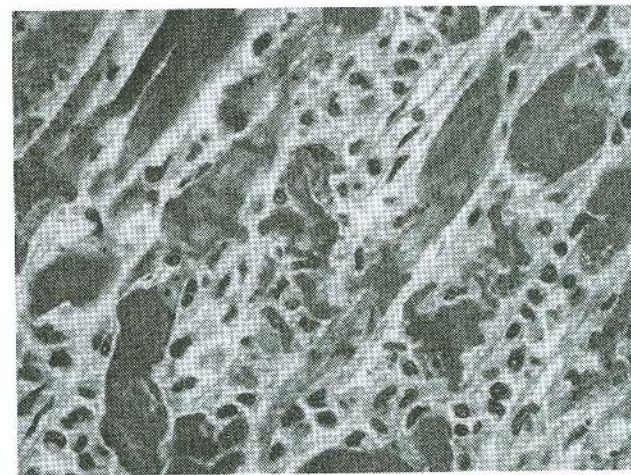


Figura 14. Microfotografía de un corte de tejido cardíaco donde se observa infiltrado inflamatorio intersticial asociado a necrosis de los miocardiocitos. (H&E, 40x'). Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

CAPÍTULO V

ESTUDIO DE RASPADO DE UÑAS

DRA. KENA BEATRIZ REYES ACOSTA

5.1 DEFINICIÓN

El raspado de uñas es el estudio de indicios en el material obtenido por la raspadura de los lechos ungueales de ambas manos.

5.2 OBJETIVO

El raspado de uñas tiene como objetivo la búsqueda de indicios en el borde libre de la uña; así como identificar la presencia de piel, pelos o sangre, a fin de que se pueda realizar la extracción de perfil genético de manera posterior.

5.3 DESARROLLO

El material obtenido por raspado directo del borde libre de la uña, se puede realizar con un palillo de madera, clip metálico o bisturí; también se puede obtener a partir de recorte de uñas, a las cuales se les realiza un raspado.

Con el raspado de un recorte de uñas con hoja de bisturí, palillo de madera o de plástico, o la punta de un clip, se obtiene el material del borde libre de la uña; posteriormente se monta en un portaobjetos de vidrio, resina y cubreobjetos de vidrio; se analiza en microscopio óptico de luz transmitida y se realiza la descripción morfológica de las observaciones microscópicas.

Ejemplos de elementos observados:

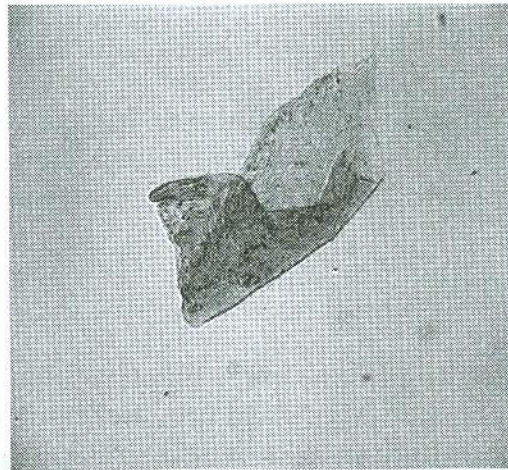


Figura 15. Microfotografía que corresponde a material amorfo transparente, que corresponde a queratina propia del borde libre de las uñas (20x'). Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

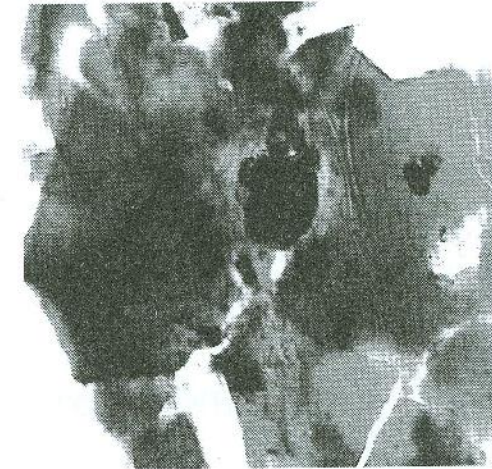


Figura 16. Microfotografía que corresponde a sangre seca (20x'). Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

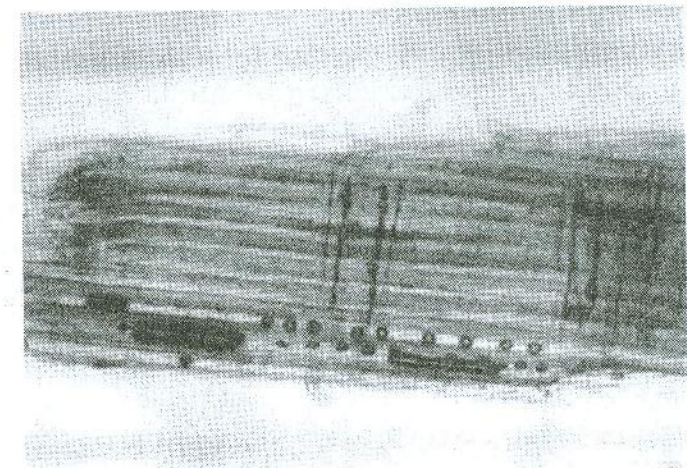


Figura 17. Microfotografía que corresponde a fragmentos de fibras de origen vegetal (20x'). Fuente: archivo de casos del laboratorio de patología.

CAPÍTULO VI

ESTUDIO DE PELOS

DR. OSCAR CASTRO CASTAÑEDA

6.1 ASPECTOS GENERALES

El pelo es una excrecencia filamentosa, flexible y elástica de la piel de los mamíferos que cumple varias funciones, entre las que cabe destacar la de aislamiento térmico para la conservación del calor; protección frente a las agresiones, al proporcionarles una cubierta que no se lesiona ni sangra y que puede advertirlos de cualquier contacto potencialmente dañino; percepción de la distancia que media entre el hocico y los alimentos; defensa contra las radiaciones lumínicas y calorígenas, así como de las fricciones entre diferentes partes del cuerpo (como en las axilas y en la región perineal en el humano).¹⁶

Diversas características del pelo son las que confieren su notable valor en la investigación criminalística:

¹⁶ Jiménez Navarro, Raúl, *Estudio criminalístico de pelos y fibras*, México, Instituto Nacional de Ciencias Penales, 1981.

- a) Diversidad individual que dentro de ciertos límites, hace posible la identificación de su origen.
- b) Su localización predominante en el exterior del cuerpo permite que frente a cualquier contacto violento fácilmente sea removido de su implantación original, así como que frecuentemente se constituya en soporte de sustancias de interés para la investigación, como sangre, semen, pintura o derivados de la deflagración de la pólvora.
- c) La compleja y particular configuración de la capa celular superficial del tallo piloso, le proporciona alta adhesividad a las ropas y a las superficies no pulimentadas.
- d) Renovación periódica que condiciona a su caída natural y posibilita a la transferencia a objetos cercanos o puestos en su contacto.
- e) Resistencia a la putrefacción y a la acción de agentes químicos y físicos que permite larga permanencia aun después de que los rasgos faciales y los dibujos dactilares han sido alterados. Si bien son más resistentes que los tejidos blandos, no lo son más que los huesos o los dientes.
- f) Conservación de su estructura característica a pesar de largos periodos de enterramiento, de estancia en el agua o en medios desfavorables como el jugo gástrico y la falta de humedad.
- g) Sufre alteraciones estructurales de naturaleza traumática o patológica cuya identificación brinda útil información para el conocimiento de los mecanismos puestos en el juego duran-

te la comisión del hecho o para la individualización de su origen.

- h) Absorbe y mantiene los olores. Propiedad que hace posible identificar sustancias con las que haya estado en contacto, como cosméticos, perfumes, medicamentos, combustibles y gases.¹⁷

Los elementos filamentosos pueden encontrarse en diversos lugares o cosas que, de afuera hacia adentro, serían puertas, ventanas, paredes, cortinas, sillones, camas, sábanas, enseres de baño y ropa, entre otros; los cuales, en ocasiones, están acompañados de diversas adherencias como pintura, harina, arsénico, grasa, lodo, vidrios, o fluidos biológicos (sangre o semen); lo que, por un lado, indicaría la actividad del poseedor, en dónde se encontraba en el momento del ilícito, y, por otro lado, la individualización del sujeto activo o la confirmación del pasivo.¹⁸

6.2 IMPORTANCIA CRIMINALÍSTICA

El estudio y análisis de los pelos e hilos arrancados, en el lugar de los hechos, es fundamental para la investigación y, en especial, para la averiguación previa, ya que puede proporcionar información valiosa para la

¹⁷ *Idem.*

¹⁸ Gerardo Rico, M., y Ángela Galan Giral, *Pelos y fibras. Metodología científica*, México, Instituto Nacional de Ciencias Penales, 1987.

detención del presunto responsable o, en su caso, la identificación del cadáver; además, indica:

- La presencia de un individuo en el lugar de los hechos. En forma constante, cuando no existe un agente externo, hay caída natural del pelo, de ahí su transferencia a objetos cercanos sea factible (transferencia activa).
- Utilización de armas y herramientas. Aquellas empleadas para lesionar a una persona: en armas de fuego (entre el cañón y el carro del arma); en el lazo (suspensión o ahorcamiento); o en agentes contundentes (martillo, cincel, etc.).
- Contacto entre dos o más individuos. Se observa en la lucha que precede al homicidio o violación ya que, al tratar de defenderse la víctima, exista la posibilidad de sujetarse de los cabellos, barba, bigote o ropa, que una vez examinados nos puedan facilitar la identidad del agresor.
- Específicamente en los delitos de índole sexual, deben buscarse elementos filamentosos en: cuerpo, ropa interior de la víctima o del victimario, manos, vestidos, ropa de cama, toallas peines cepillos, sombreros, closets, canastos y lugares destinados a la higiene.
- Contacto con y entre vehículos. En caso de raptos se revisan respaldos, asientos, vestiduras y cajuelas; en hechos de tránsito: la parte exterior de la cabina, suspensión, chasis y molduras.

6.3 VALOR DEL PELO COMO EVIDENCIA

Cabe destacar que en la investigación criminal como en cualquier otro proceso de investigación, el nivel de confiabilidad de una conclusión se incrementa notablemente cuando se llega a la misma por diferentes caminos. La similitud en el color, estructura, pigmentación y de otras características entre dos muestras de pelo posee un considerable valor probatorio cuando se evalúa conjuntamente con otros indicios, como grupo sanguíneo, huellas de pisadas, fibras textiles, etcétera.¹⁹

En consecuencia, las tres alternativas a las que se puede llegar después de un examen comparativo entre dos muestras de pelo son:

- a) No proceden de una misma persona, cuando existen notables diferencias entre los parámetros evaluados.
- b) Pueden tener un mismo origen, debido a que existe gran similitud en los datos obtenidos mediante exámenes macroscópicos, microscópicos y micrométricos.
- c) Estudio inconcluso en función de los casos o inadecuados elementos disponibles, entre los que existen semejanzas y diferencias en proporciones semejantes.

¹⁹ Jiménez Navarro, *op. cit.*

6.4 MORFOLOGÍA

6.4.1 La piel

La piel es el recubrimiento externo del cuerpo de los animales; en los humanos está formada por dos capas: la epidermis y la dermis. La primera está formada por múltiples capas de células predominantemente planas, endurecidas por la presencia de queratina y carentes de vitalidad; su función consiste en proteger las estructuras internas de la agresión del medio exterior. Por su parte, la dermis está compuesta por tejido conectivo, en el que se encuentran las glándulas sudoríparas, folículos pilosos, acúmulos de grasa, capilares arteriales y venosos, así como terminaciones sensitivas de los nervios.²⁰

Con relación a la presencia o ausencia de folículos pilosos en la piel, existen dos tipos de ésta: la piel lamina, es decir, la que, como la de la palma de la mano y la planta del pie, no tiene pelo; y la piel velluda, en la que se presentan folículos pilosos que dan lugar a pelos más o menos gruesos de longitud variable.²¹

6.4.2 El pelo

En los animales con piel recubierta existen tres categorías de elementos:

²⁰ *Idem.*

²¹ *Idem.*

- a) El pelo táctil o vibrisa que se encuentra localizado en la cabeza y sirve básicamente para percibir la cercanía del alimento. Son pelos largos, rígidos y que se adelgazan progresivamente hasta terminar en punta.
- b) El pelo de protección o cerda. Es menos largo que la vibrisa pero es más grueso. Constituye la cubierta exterior de los animales y cambia con relación a la época del año y el ciclo de vida animal. A partir de la raíz se engruesa hasta la mitad de su longitud para posteriormente adelgazarse y terminar en punta, con frecuencia tiene medula continua.
- c) El pelo de aislamiento o lanugo. Más delgado y corto que la cerda protege al animal contra los cambios de temperatura al formar una cubierta que se encuentra por debajo de la capa de protección. Presenta cutícula de célula prominente y medula interrumpida.²²

El humano posee elementos pilosos con características intermedias entre la cerda y el lanugo.²³

6.5 CARACTERÍSTICAS MACROSCÓPICAS DEL PELO

El pelo está constituido por un tallo filamentosos de sección más o menos circular o triangular, y de longitud variable, así como dos extremos: el proximal o raíz y el

²² *Idem.*

²³ *Idem.*

distal o punta.²⁴ El extremo proximal o raíz, compuesto por una dilatación o bulbo piloso, se encuentra anclado profundamente en la dermis, dentro de una formación llamada folículo piloso; el folículo consiste en una invaginación de las células de la epidermis que ha penetrado en forma oblicua hasta el interior de la dermis; en su parte más profunda presenta una escotadura, en la que se aloja la papila del pelo; alrededor de la papila de forma lenticular se halla la matriz: conjunto de células no pigmentadas que da lugar al crecimiento del elemento pelo; por arriba de la matriz, las células recién formadas reciben el pigmento (melanina) responsable del color del pelo, y son las que inician la producción de proteínas (queratinas) que las dota de consistencia cornea.²⁵

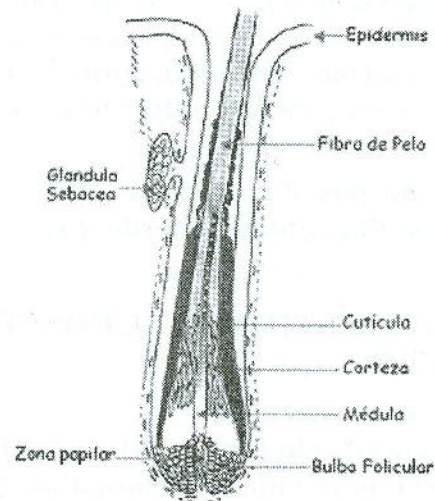


Figura 18. Representación esquemática del folículo piloso.

24 *Idem.*

25 *Idem.*

6.5.1 Tallo

El tallo es la parte libre del pelo que flota en la atmósfera, crece a partir de la matriz y está constituido, en su totalidad, por células muertas queratinizadas; es un elemento fusiforme de longitud variable.

El diámetro del pelo está condicionado por la especie animal y el sexo del individuo. El pelo del hombre tiene un diámetro de entre los 90 y 160 micrómetros, en la mujer el rango es de 50 a 90 micrómetros. El tallo del pelo de la cabeza del humano presenta un diámetro más o menos uniforme, a diferencia de lo que se observa en el pelo de los animales; el tallo guarda estrecha relación con la raza y puede ser oval, en banda, triangular y raramente circular.

El extremo distal o punta es de forma variable y se encuentra expuesto a las agresiones de medio, cuando no ha sido cortado se observa como una porción coniforme del tallo que se va adelgazando paulatinamente hasta terminar en punta. El pelo recién cortado presenta una cesación brusca de todas sus estructuras, conforme pasa el tiempo, por la fricción y el cepillado o peinado, las aristas se van perdiendo, y el extremo distal adopta la forma de un muñón cuyo extremo se va agudizando hasta presentar un adelgazamiento cónico uniforme (figura 19).

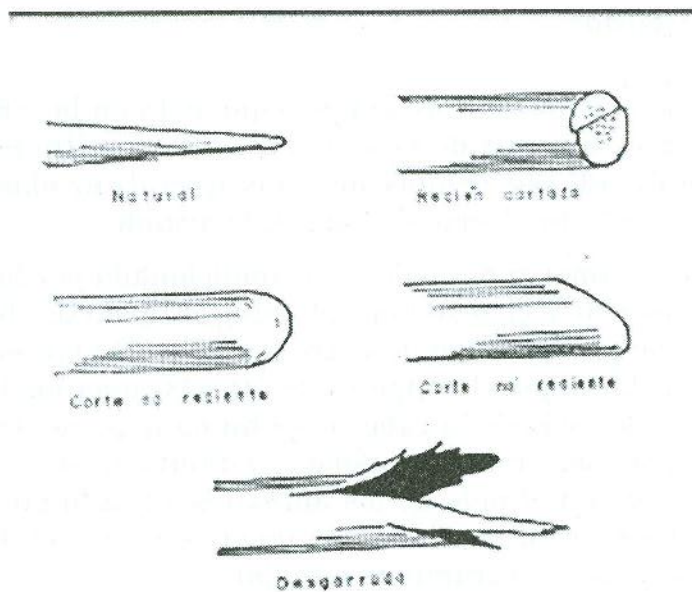


Figura 19: puntas del pelo.

6.6 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DEL PELO

La estructura íntima de pelo está compuesta de tres porciones con diferentes peculiaridades histopatológicas, pero todas ellas tienen un alto contenido de queratinas que les proporcionan dureza y resistencia (figura 20).

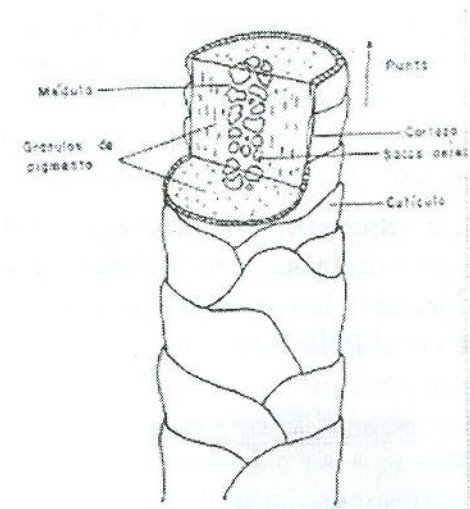


Figura 20. Morfología microscópica del pelo.

1. La cutícula es la porción más externa y se halla constituida por una sola capa de células planas, cornificadas, traslucidas sin núcleo y sin pigmento, que presentan un extremo libre y otro enterrado por debajo del extremo libre de la célula vecina que la antecede, disposición que proporciona una imagen de tejas imbricadas con un extremo libre y otro oculto, el extremo libre siempre se dirige hacia la punta y el oculto a la raíz. Existen tres tipos de células o escamas cuticulares (figura 21):
 - a) **Coronales:** aquellas que, una sola, envuelve a todo el diámetro del pelo; caracteriza a los pelos muy delgados, se observan como una pila de vasos de papel, se encuentran en los pequeños roedores, murciélagos y, raramente, en el hombre.

- b) Espinosas: son escamas más o menos triangulares que sobresalen de la superficie del tallo piloso; se encuentran en la porción proximal del tallo proximal de los pelos del mink, y en los pelos de aislamiento de las focas y gatos.
- c) Aplanadas o imbricadas: son células estrechas que se traslapan produciendo diseños complicados; son las más frecuentemente observadas en el pelo humano.

CELULAS CUTICULARES DEL PELO

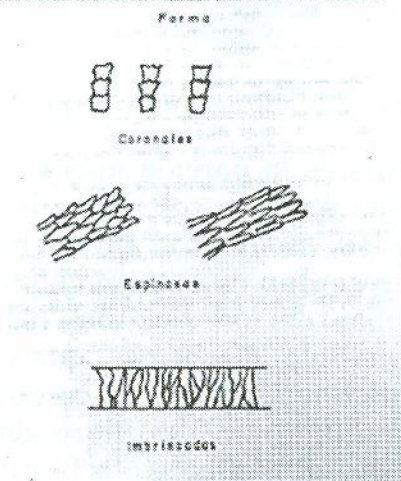


Figura 21. Forma de las células cuticulares del pelo.

- 2. Porción media o corteza: es la región que se encuentra inmediatamente por debajo de la cutícula; proporciona, al pelo humano, la mayor parte de su grosor, más del 60%. Está formado por células nucleadas, alargadas en forma de

huso, dispuestas paralelamente al eje longitudinal y fuertemente adheridas entre sí, por cemento intercelular. En la corteza de los pelos de color claro se pueden encontrar vacuolas aéreas fusiformes intercelulares, llamadas husos corticales.²⁶

- 3. Porción medular: constituye la parte central del pelo, pero no todos los pelos la presentan, está compuesta por células poliédricas, arregladas en columnas, que forman un retículo en el que se encuentran incluidos grandes espacios aéreos.²⁷ Cuando la médula está presente, puede mostrar tres tipos de disposición (figura 22):
 - a) Continúa: en todo lo largo del tallo.
 - b) Discontinua: en caso de que presente breves interrupciones.
 - c) Fragmentada: cuando está constituida por pequeños fragmentos separados por amplias brechas.
- 4. La médula del humano presenta una apariencia amorfa, pero la de los animales, frecuentemente, muestra patrones regulares bien definidos que se repiten, lo cual constituye un valioso auxiliar para la determinación de la especie (figura 23).

²⁶ *Idem.*

²⁷ *Idem.*

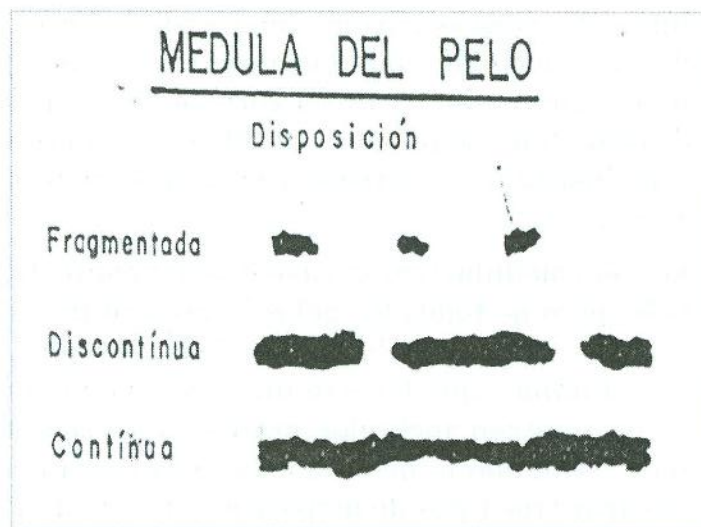


Figura 22. Disposición del patrón del canal medular del pelo en humanos.

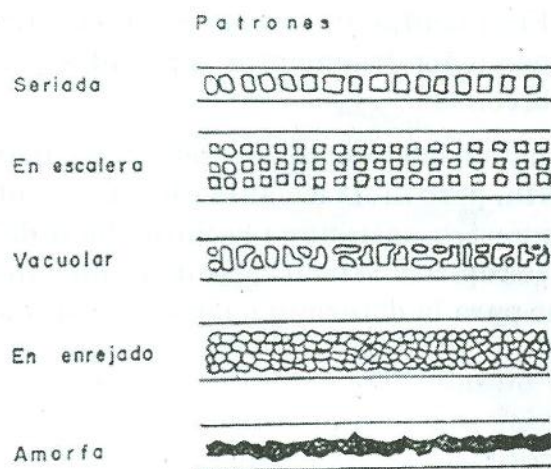


Figura 23. Disposición del canal medular en animales.

6.7 EMBRIOLOGÍA

El pelo, como la piel, procede del ectodermo o capa externa de la blástula, fase inicial del desarrollo embrionario. A la tercera semana de vida intrauterina, la epidermis consiste únicamente de una sola capa células; a la cuarta semana, ya se pueden distinguir dos: la superior o epidermis y la inferior o estrato germinativo, que da lugar al crecimiento futuro de nuevas capas celulares.²⁸

El primer vestigio de apartado piloso aparece alrededor de a la novena semana, en la región de las cejas, del labio superior y de las mejillas, consiste en el engrosamiento de la capa germinal llamada germen primario. La estructura, así formada, empieza a engrosar y a crecer para dirigirse hacia la parte profunda de la piel o dermis, se forma un núcleo de células de origen mesodérmico (de la capa intermedia del embrión), situado en la capa más interna del germen primario, que, posteriormente, construirá la papila.²⁹

El germen crece a ritmo acelerado y en dirección oblicua a la superficie cutánea, su extremo proximal se torna bulboso y engloba a la pila; en la pared posterior del folículo rudimentario aparecen dos prominencias: la inferior, será el sitio de inserción del músculo erector del pelo; y la superior, constituye el germen rudimentario de la glándula sebácea. Conforme el folículo piloso continúa su desarrollo, las células que rodean a la papila se organizan de tal manera que dan lugar

²⁸ *Idem.*

²⁹ *Idem.*

a la matriz, estructura a partir de la cual va a crecer el pelo.³⁰

Al cuarto mes de desarrollo fetal se observan los primeros folículos de la cabeza y, un mes después, la totalidad de los que poblarán esa región estarán completamente formados. Contemporáneamente, se inicia la producción de pigmento melánico y el pelo adquiere coloración café claro, el desarrollo de folículos en nuevas regiones presenta progresión cefalocaudal; y, para el séptimo mes, el feto está cubierto por una capa de fino pelo llamado lanugo.³¹

6.8 CRECIMIENTO

El crecimiento del pelo es intermitente y se encuentra influenciado por diversos factores como la herencia, la edad, el sexo, el estado nutricional, las hormonas circulantes y estado emotivo; en general, se puede señalar que el pelo de la cabeza crece más rápidamente que el de cualquier otra parte del cuerpo, y de la parte central de la cabeza, posee un ritmo de crecimiento superior al de la periferia. En un niño, el pelo crece más rápidamente que en un adulto: en hombres, 0.38 mm por día (1.2 cm al mes); en la mujer, 0.21 mm por día (0.63 cm al mes). Así pues, se puede estimar, al examinar el pelo, el lapso transcurrido desde la última aplicación de tinte o decoloración, con base en la magnitud del tramo sin tinte o pigmento natural, así como la longi-

³⁰ *Idem.*

³¹ *Idem.*

tud que debió tener un individuo en cierto momento antes del examen.

Con la muerte del individuo cesa el crecimiento del pelo; en el cadáver, la deshidratación y retracción de la piel hacen más prominente el pelo, especialmente en la barba, y causan la impresión de crecimiento *post mortem*.

6.9 CICLO DE VIDA

El pelo es reemplazado con intervalos regulares que varían, básicamente, con la edad y con la región corporal. La actividad de un folículo tiene una duración media de tres años, después de los cuales el pelo adelgaza y el pigmento se aclara; la parte superior del bulbo se estrecha y queratiniza, y el pelo cae en forma natural; en la parte inferior del bulbo, en la que quedan incluida la papila y la matriz, constituye el germen secundario que da lugar a un nuevo pelo.

Cada folículo evoluciona de forma independiente de los vecinos, por lo que, en una misma región, habrá folículos en diferentes fases de evolución, esta es una de las razones por las que una muestra de pelo tomada, para que sirva de testigo en un examen comparativo, debe de ser suficientemente grande para que contenga pelos en diversas fases de desarrollo.

Así, pues, las fases evolutivas por las que transcurre un folículo son:

1. *Anágena o de crecimiento*: se inicia cuando el pelo emerge a la superficie cutánea y está ca-

racterizada por el rápido crecimiento en sentido longitudinal. En un recién nacido, su duración es de pocos meses; en un pre-púber, es de aproximadamente 6 años; y en un adulto, de 3 años, esta fase se encuentra entre el 85 y 95% de los pelos de la cabeza de un adulto (figura 24).



Figura 24. Bulbo piloso en fase anágena.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología

2. *Catágena o de involución*: el crecimiento se detiene, y en el folículo se realizan los fenómenos que anteceden a la separación del pelo del bulbo que le dio origen. Tiene una duración de 2 a 3 semanas y en ella está el 1% de los pelos de la cabeza (figura 25).

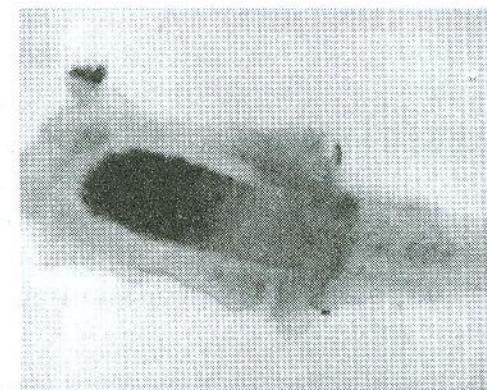


Figura 25. Bulbo piloso en fase catágena.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

3. *Telógena o de descanso*: el tallo piloso se pierde por desprendimiento o por caída, y el bulbo se prepara para iniciar un nuevo ciclo; las estructuras que se pierden son aquellas que contienen queratina (vaina interna y tallo) y se conserva las que no presentan esa proteína (vaina externa, matriz y papila) (figura 26).

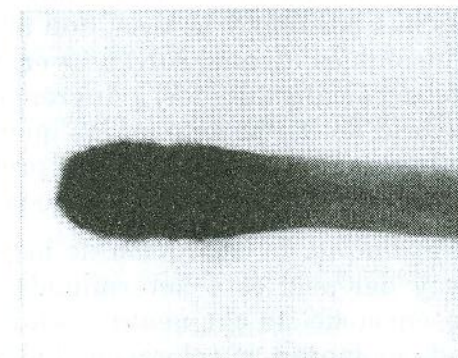


Figura 26. Bulbo piloso en fase telógena.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

6.10 COMPOSICIÓN QUÍMICA

El pelo, como cualquier otro tejido biológico, contiene ciertos componentes que se encuentran en forma constante, y otros, presentes en pequeñas cantidades, pueden o no estar presentes; varían en concentración debido a la influencia de factores nutricionales y ambientales. Entre los elementos constantes, cabe mencionar a los siguientes:

1. *Componentes primarios o mayores:* comprenden la queratina y la melanina:
 - a) La *queratina* (del griego *keras*, cuerno) comprende, en realidad, un grupo de proteínas de estructuras químicas muy similar y con alto contenido de azufre; infunde dureza a las células que la contienen, existen dos variaciones: la fibrilar y la matriz proteica, esta última es una sustancia amorfa que envuelve a las microfibrillas y las mantiene formando haces. Representan el principal componente del pelo, la piel, las unas, los cuernos, las plumas, las pezuñas y la lana. Son altamente insolubles en agua, solventes orgánicos, ácidos y álcalis diluidos, a diferencia de la mayoría de las proteínas, las queratinas resisten a la acción de enzimas proteolíticas digestivas y el efecto del jugo gástrico.
 - b) La *melanina*: la coloración de la piel del iris y del pelo está determinada por la presencia de un pigmento insoluble llamado melanina, la coloración de los pelos de una misma región no es uniforme; lo

que produce la impresión de uniformidad es la vista del conjunto. El color de los elementos orgánicos pigmentados es determinado por la herencia, siendo los tonos oscuros dominantes y los claros recesivos, las diferencias raciales en el color del pelo, de la piel, y del iris son debidas a variaciones en la cantidad de melanina presente o no a diferencia de la calidad.

- c) La melanina (del griego *melanos*, negro) es un polímero de los productos de oxidación de la tirosina; es decir, está compuesta de un número variable de unidades básicas de indol-5, 6-quinona. En función del número de unidades combinadas y de la abundancia de granos melánicos, el color final varía del café claro a negro. La síntesis de la melanina se realiza en el interior de unas células especializadas llamadas melanocitos, las cuales se encuentran la capa profunda de la epidermis y en la parte alta del bulbo piloso, por arriba de la matriz, el melanocito es una célula secretadora altamente diferenciada que posee largas prolongaciones de su cuerpo, llamadas dendritas, las cuales ligeramente inyectan los granos de pigmento compuesto de melanoproteína.
2. *Componentes menores* que incluyen secreciones sebácea, ácido úrico, colesterol, ciertas vitaminas y antígenos del sistema ABO:
 - a) Los elementos inconsistentes que se encuentran en cantidades extremadamente pequeñas del orden de partes por millón,

son *sustancias inorgánicas* que llegan al pelo por absorción o por adsorción. Hasta el presente han sido identificados unos treinta elementos, pero la escasa concentración con que se presentan dificulta su determinación, los métodos químicos convencionales son insensibles para este fin, por lo que se requiere técnicas complejas y costosas, como análisis por activación de neutrones, el que además precisa de muestras abundantes.

Los elementos más frecuentemente detectados son: sodio, zinc, bromo, galio, cobre, antimonio, cobalto, oro, mercurio, arsénico, manganeso y lantano. Otros menos comunes comprende cloro, molibdeno, tungsteno, plata, plomo, silicio, fosforo, hierro, germanio y cesio.³²

6.11 DETERMINACIÓN DE INTERESES CRIMINALÍSTICOS

El examen de los aleteos pilosos proporciona valiosa información que, aunque no siempre permite una identificación personal positiva, sí contribuye a la investigación y al esclarecimiento de los hechos. Los parámetros que se pueden determinar mediante su estudio sistemático y complejo comprenden: la naturaleza del elemento, origen humano, sexo y edad.

³² *Idem.*

6.11.1 Naturaleza del elemento

En la investigación criminalística no es raro encontrar pelos mezclados con elementos filamentosos de otra naturaleza o de elementos cuya apariencia se semejante a la del pelo, pero son de origen vegetal, mineral o sintético:

- La clave para diferenciarlos reside en el reconocimiento de la morfología macroscópica y de la estructura microscópica. Las fibras sintéticas no muestran organismos celulares.
- Las fibras de origen vegetal, generalmente, están constituidas por haces de fibrillas unicelulares delgadas y de escasa longitud.³³

6.11.2 Origen humano

Una vez establecido de qué se trata de un pelo, el siguiente paso consiste en determinar si es de origen humano o animal (debe identificarse la especie a la que pertenece). En términos generales, el pelo de animal es más grueso que el de humano; la médula abarca más de la mitad del diámetro del pelo, se encuentra pigmentada y presenta grandes vesículas aéreas arregladas en patrones que se repiten formando, en ocasiones, varias columnas; los pigmentos son más grandes en el animal, están distribuidos en forma irregular y se encuentran tanto en la corteza como en la de médula; las escamas de la cutícula son más prominentes, más lar-

³³ *Idem.*

gas que anchas, tiene amplios extremos libres y están escasamente imbricadas.

La observación de la punta cuadrada indica haber sido cortada, sugiere un origen humano para el pelo en estudio. Cuando el pelo se encuentra incluido en manchas de sangre y/o semen, es muy probable que provenga de ser humano.

En el humano, el tallo piloso se va adelgazando gradualmente hasta terminar en punta; en el animal, el extremo distal se angosta bruscamente para dar lugar a la punta.

En México, donde grupos indígenas de origen mongoloide se mezclaron ampliamente con los conquistadores españoles que dieron origen al mestizaje, el pelo muestra las características raciales correspondientes a la raza que predomina en la apariencia física del sujeto. El mestizo mexicano es de piel morena, ojos ligeramente oblicuos, pelo oscuro, lacio y grueso, barba y bigote, así como vello corporal escaso. El pelo de sujetos de raza negra es delgado, oscuro, rizado, corto y de grandes variaciones en su diámetro, los gránulos del pigmento son oscuras y abundantes, pero están regularmente distribuidos, los elementos son de café oscuro a negro y de sección oval a plana. Los elementos de origen caucasoide poseen características intermedias entre las del mongol y negro: oscuro y su tallo registra ligeras variaciones en el diámetro, los granos de pigmentos son finos y están distribuidos regularmente; la sección del tallo se muestra oval con tendencias a redondear.

Existe una gran variabilidad de los especímenes biológicos, además de que la muestra puede ser escasa o estar firmada por pelos inmaduros, transicionales (precedencia de un área del cuerpo localizada entre dos regiones bien definidas, como las patillas) o con alteraciones producidas por tratamientos cosméticos, enfermedades y traumatismos:

- a) Cabeza. El pelo de este origen es largo (> 8 cm) con puntas cortadas o hendidas, el pigmento está distribuido en forma uniforme aunque la coloración puede mostrar cambios debidos a decoloración solar o artificial y a tinción, la cutícula a veces presenta alteraciones por daño mecánico producido por cepillo o por tenazas, rizadores y sujetadores.
- b) Pubis. Tiene apariencia rígida, aplastada y ensortijada, son de longitud varía entre tres y ocho centímetros, el tallo es grueso con grandes variaciones del diámetro y numerosas torceduras, la medula es ancha y generalmente continua, la raíz es ancha y corta frecuentemente acompañada de restos de la vaina y las puntas aparecen redondeadas o dañadas por la fricción.
- c) Axila. La apariencia generalmente se asemeja a la del pelo púbico pero el diámetro es ligeramente inferior y sus variaciones son menos pronunciadas. Además el pelo axilar presenta menor torcedura y puntas finamente alargadas con apariencia blanquecina, en ocasiones muestra apariencia de haber sido cortada.

- d) *Barba y bigote*. Elementos gruesos curvados y de sección triangular, su longitud raramente sobrepasa los ocho centímetros y su grosor es aproximadamente de 100 μm , son generalmente los pelos del bigote son liso y los de la barba son crespos y la punta da muestra de un corte reciente.
- e) *Cuerpo y miembros*. El vello corporal está compuesto por electos inmaduros delgados, suaves, de forma arqueada y punta fina y alargada, muestra escasa pigmentación, medula granular o ausente, la sección circular y el diámetro con gran variabilidad (25-40 μm) y longitud menos a 2 centímetros.³⁴

6.11.3 Sexo

El sexo es un parámetro que era determinado, exclusivamente, con base en datos de confiabilidad relativa, como diámetro total e índice medular, valores que en el pelo del sexo femenino son de menor longitud que los de origen masculino; el teñido y la decoloración en un tiempo tuvieron valor indicativo con respecto al sexo femenino.

Barr, en 1949, descubrió la presencia de cromatina sexual (correspondiente al segundo cromosoma X) en el núcleo de células pertenecientes a sujetos cromosómicamente del sexo femenino. Investigaciones de Schmid y Cullbertsony Coll evidenciaron la posibilidad de ver cuerpos de Barr o cromosoma sexual en células

³⁴ *Idem.*

de las vainas, el origen del pelo mediante en teñido con orceína acética. En 1972, Izhizu manifestó que era posible determinar la presencia de cuerpos F (porción distal del brazo largo del cromosoma Y).

Las principales limitaciones de las técnicas histoquímicas descritas son:

- a) El requerimiento de la disponibilidad de la raíz del pelo con o son vainas.
- b) Sujetos con alteraciones cromosómicas en las cuales es innegable la imposibilidad de establecer el sexo por método descrito.
- c) Conforme transcurre el tiempo después de que el pelo fue arrancado disminuye la proporción del cuerpo F o cuerpos de Barr que se observan en la muestra hasta que es imposible efectuar el diagnóstico confiable.³⁵

6.11.4 Edad

En el pelo no existe elementos que permitan una determinación objetiva de la edad de su poseedor, la presencia de canas es un parámetro con variaciones individuales muy amplias que debe manejarse con mucha cautela (se señala que entre los 35 y 40 años de edad inicia la aparición de las canas).

La realidad es que aún con serias reservas, mediante el estudio del pelo, sólo pueden señalarse tres amplias etapas de la vida:

³⁵ *Idem.*

- a) *Infantil*. Pelo inmadura caracterizada por ser fino, suave, corte, con escasa pigmentación, sin medula y con células cuticulares poco prominentes.
- b) *Pubertad*. El pelo es suave, ondulado, y de diámetro intermedio entre la infantil y el adulto, aparece pelo en axilas y pubis.
- c) *Adulta*. La principal característica es la ausencia de pigmento y está sujeta a múltiples variaciones.³⁶

Tabla 1. Diferencias entre pelo humano y de origen animal

Característica	Humano	Animal
Diámetro total	Entre 50 y 150 micrómetros, aunque los de la barba y del pubis pueden llegar a tener hasta 170 micras.	Generalmente, mayo de 160 micras.
Índice medular	Inferior a 0.3.	Mayor de 0.5.

³⁶ *Idem.*

Característica	Humano	Animal
Cutícula	Células delgadas, poco salientes y muy imbricadas.	Escamas gruesas, prominentes, escasamente imbricadas. Varias de ellas se requieren para cubrir el diámetro del tallo.
Corteza	Mango grueso con pequeñas gránulos de pigmento, distribuidos homogéneamente. El pigmento se encuentra predominantemente en esta región.	Cilindro hueco de paredes delgadas con granulaciones de pigmento gruesas e irregularmente distribuidas.
Médula	Puede o no existir. Dependiendo del grosor del tallo, puede ser fragmentada o continua. Angosta, su anchura es menor a la tercera parte del diámetro total.	Continúa habitualmente. Anchura mayor de la mitad del elemento piloso.

6.12 PARÁMETROS A CONSIDERAR EN UN ESTUDIO CON FINES FORENSES

El examen criminalístico del pelo tiene como finalidad primordial el establecer, ya sea en forma directa o por exclusión, el origen de una muestra de pelo, así como

las circunstancias que mediaron en la producción del hecho sujeto a investigar y que dejaron huella sobre los elementos pilosos. Para lograr dichos objetivos, es necesario efectuar un examen completo y sistemático del pelo, siguiendo una metodología comprobada:

- Color: la coloración de unos pocos elementos sólo será útil para el examen comparativo.
- Longitud: parámetro de interés para establecer la región de procedencia o de apariencia de la cabellera de su poseedor. Tiene valor cuando los elementos presentan una aguzada y bulbo.
- Bulbo: el estado de este extremo permitirá saber si el elemento piloso fue arrancado (presencia de vaina) o cayo de forma natural (bulbo limpio en forma de clava).
- Punta: diversos traumatismos (quemadura, corte, ruptura o contusión) pueden ser responsables de que el extremo distal no termine en punta; una punta cónica puede mostrar daño por fricción, que se manifiesta con la disgregación de los elementos constitutivos.
- Tallo: el pelo puede ser soporte de parásitos o de adherencias. Para el primer caso, se pone de manifiesto la falta de higiene del sujeto de procedencia a observarse huevos (liendres) o adultos de piojos y ladillas. Las adherencias serohemáticas indican la existencia de una lesión sangrante, con ellas se puede determinar el grupo sanguíneo, las adherencias de líquido seminal y/o espermatozoides completos sugieren

actividad sexual; residuos de la deflagración de la pólvora, mediante rodizonato de sodio, reactivo de Walker o a través de espectrometría de absorción atómica, revelan el disparo cercano de un arma de fuego; escamas de pintura, manchas de aceite y astillas de vidrio, sugieren la participación en un hecho de tránsito; otro tipo de adherencias son rebabas metálicas, fibras textiles, elementos vegetales, serrín y manchas de pintura, que sugieren la presencia del sujeto en un lugar donde pueden encontrarse estos objetos.

El diámetro del tallo tiene importancia para la individualidad y para el diagnóstico diferencial entre el pelo humano y animal. La textura (lisótrico, quimótrico, ulótrico) y la forma de la sección sirven de orientación con respecto a la raza y la región corporal. El estudio del tallo revela, también, la presencia de tratamientos cosméticos (tinción y decoloración) y el daño causado por fuego, contusión, fricción o alteraciones patológicas.

- Cutícula: el tamaño y forma de las escamas, así como el patrón de los bordes libres, muestran características de especie y de individualidad.
- Corteza: su examen es útil para establecer su relación dimensional con la médula y para estudiar el tamaño, abundancia y distribución de los gránulos de pigmento.
- Médula: la determinación del diámetro permite calcular el índice medular que, conjuntamente,

con la disposición forma y el patrón, permite la diferenciación entre especies y la individualidad.

6.13 MÉTODO DE ESTUDIO

El estudio criminalístico del pelo es un examen eminentemente comparativo entre la muestra problema y la muestra testigo, ya que, como se ha señalado con anterioridad, la información que se puede obtener con el examen de una muestra única es sumamente limitada. El instrumental requerido comprende un microscopio estereoscópico, microscopio de comparación con cámara fotográfica, micrómetro de platina, retícula ocular y sistema para fotografiar.

6.14 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

La preparación de las muestras se debe realizar de la siguiente manera:

- a) Fijación: consiste en identificar las muestras recibidas y registrarlas en la libreta; después, se procede a fotografiar cada una de ellas, acompañadas de una cintilla métrica y los datos relativos para su identificación.
- b) Limpieza: en el caso de que existan adherencias, deberán separarse para ser identificadas por separado.
- c) Moldeo: con el objeto de estudiar la forma, tamaño y distribución de las células de la cutícula, se rea-

liza un molde sobre una fina película de acetato de celulosa.

- d) Montaje: con el fin de disponer de una adecuada preparación para la observación, es conveniente, antes de proceder al montaje, efectuar un examen preliminar del elemento problema al microscopio, con el objeto seco débil (x10). El pelo de color intenso requiere de decoloración, para ello se recurre a la acción del peróxido de hidrogeno al 30%, durante 5 a 10 minutos; los elementos carentes de pigmento pueden ser teñidos con eosina eritrosina, ósmico o colorante de gram. Cuando se desea examinar a detalle la morfología de la médula, el elemento se coloca sobre un porta objetos con glicerina o agua y es sometido al calor ligero hasta que se produzca la ebullición.

La o las muestras problema son las que determinan la pauta a seguir en la preparación de las demás muestras, de lo contrario no serán comparables; todas las muestras deben ser sometidas al mismo proceso de preparación, si la muestra problema requiere decoloración o tinción, todas las demás muestras serán sometidas al mismo proceso semejante en calidad y en tiempo.

6.15 EXAMEN AL MICROSCOPIO

El examen al microscopio tiene como finalidad el estudio, en el molde, de la forma, tamaño y distribución de las células cuticulares; y en la preparación con el ele-

mento, de la estructura celular, la presencia o ausencia de médula, tamaño, localización y distribución de los granos de pigmento, así como las características de ambos extremos y las alteraciones patológicas y traumáticas existentes.

6.16 EXAMEN MICROMÉTRICO

Con el empleo de una retícula ocular se determina el diámetro promedio del elemento en estudio, efectuando cinco mediciones en la porción más gruesa y tabulando el promedio; cuando el elemento en estudio presenta médula, se precisará, también, el diámetro medular en cada ocasión que se mida el grosor total y se tabulará el promedio.

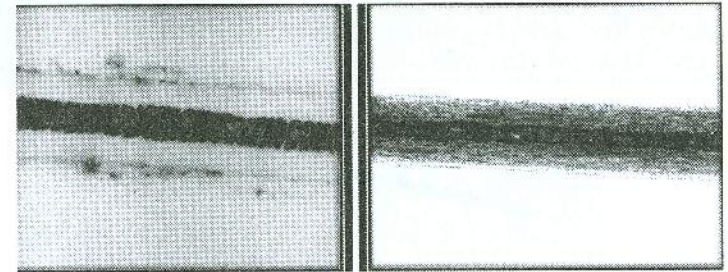
6.17 ESTUDIO COMPARATIVO

El estudio comparativo sólo se efectuará cuando existan semejanzas entre dos muestras (problema y testigo), en lo relativo al diámetro total e índice medular, longitud total, condición de lacio u ondulado y coloración.

Durante el proceso de confronta, se estudian las características físicas de las preparaciones de la muestras testigo en forma comparativa, con la de las preparaciones de las muestras problemas; y, por supuesto, los resultados siempre serán de índole comparativa.

6.18 CARACTERÍSTICAS DEL CANAL MEDULAR EN LOS PELOS

Algunos ejemplos de canal medular en los pelos son los siguientes:



Figuras 27 y 28. Canal medular tipo escalera (animal).
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

6.19 OTROS HALLAZGOS EN EL PELO

A continuación se presenta una serie de ejemplos de hallazgos en el pelo:

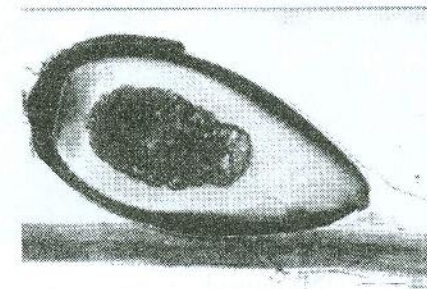


Figura 29. Pediculosis capitis.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

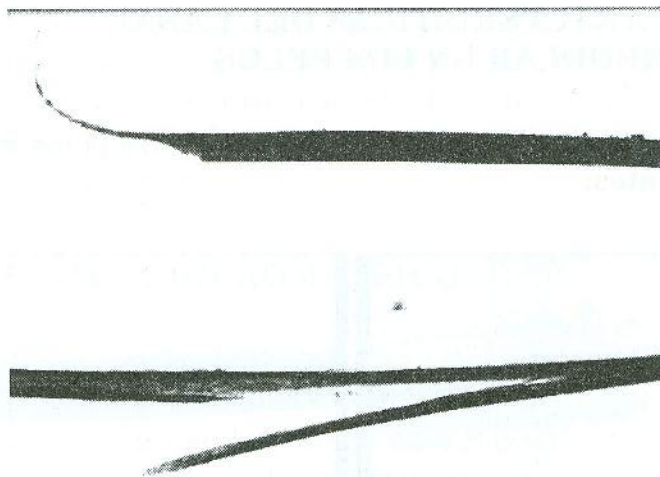


Figura 30. Corte del pelo por vidrio.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

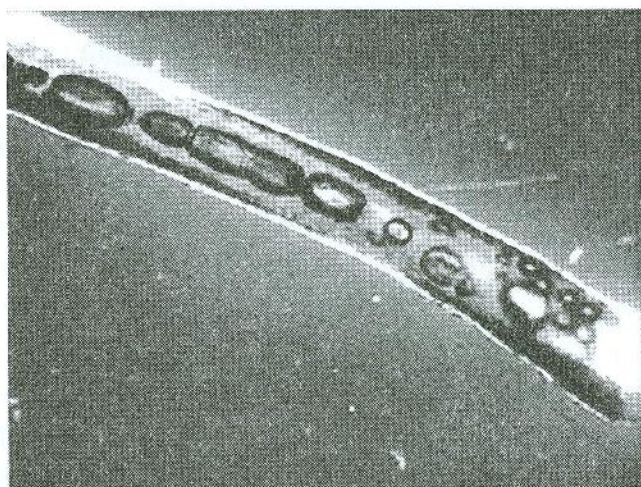
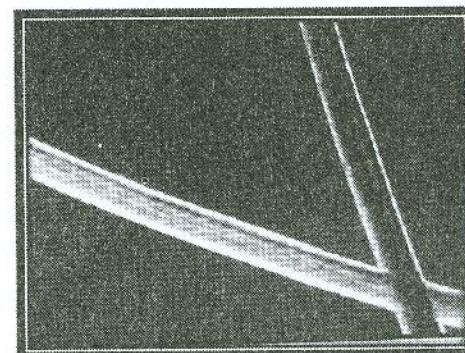
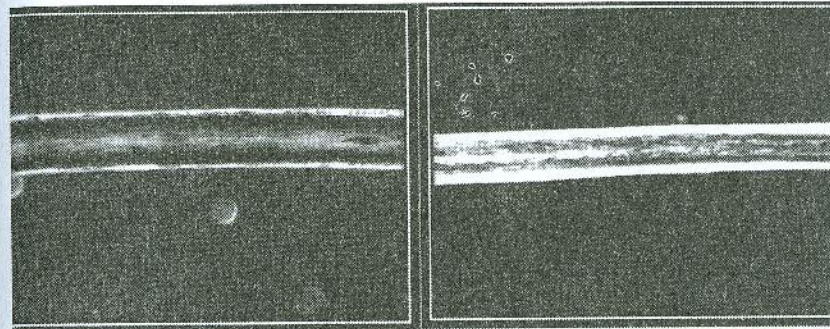


Figura 31. Pelo sometido o expuesto a calor.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



Figuras 32, 33 y 34. Estudio de pelos
con microscopia de luz polarizada.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

CAPÍTULO VII

ESTUDIO DE FIBRAS

DR. OSCAR CASTRO CASTAÑEDA

El estudio de fibras se realiza para hacer un análisis comparativo entre las muestras problema y la muestras testigo de diferentes textiles, telas y fibras, que se suelen encontrarse en el lugar de los hechos, así como para determinar si se tratan de fibras de origen vegetal o sintético.

Las fibras naturales ofrecen menor resistencia al contacto que las artificiales, lo cual facilita su desprendimiento y transferencia, por ello se deduce que la ausencia de fibras de cierta procedencia no necesariamente significa ausencia de contacto; la amplia variedad de sustancias constituyentes y de colores disponibles en la actualidad, aumenta el valor de las fibras como indicio, pero por su tamaño pequeño fácilmente pasan desapercibidas.

El examen sistemático de las fibras permite, en muchos casos, la exclusión de un origen determinado, y, sólo por excepción, una fibra hace posible la identificación individual a causa de la producción en serie de fibras, telas y prendas de vestir; sólo es posible llegar a establecer el probable origen de la fibra.

7.1 CLASIFICACIÓN DE LAS FIBRAS

Las fibras se clasifican en:

1. Fibras naturales: se encuentran en la naturaleza y se dividen en:
 - a) Origen vegetal: procedentes de semillas, hojas, frutos, tallos o raíces de diversas plantas, las más comunes son: algodón, yute, lino, henequén, cáñamo, plátano.
 - b) Origen animal: lana, seda y pelo.
 - c) Origen mineral: asbesto.
2. Fibras artificiales: son las hechas por el hombre:
 - a) Origen semi-sintético: la materia prima pre-existe en la naturaleza y el hombre sólo le ha conferido la configuración fibrilar.
 - b) Inorgánicas: vidrio, cerámica, metal.
 - c) Regeneradas: para las que se emplean fundamentalmente proteínas de origen vegetal o animal, como rayón o esteres.
3. Fibras de origen sintético: obtenidas mediante complejos procesos químicos, como las derivadas del etileno: vinilos, nylon, dacrón y licra.

7.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS FIBRAS

7.2.1 Fibras naturales

Las fibras naturales son alineadas para ser hiladas mediante torcido o trenzado. Inicialmente, los hilos contenían fibras de una sola especie, pero actualmente es común la mezcla con fibras artificiales:

1. Algodón: está constituida por una sola célula alongada, plana y con torsiones en espiral; muestra superficie granular, irregular, con bordes gruesos y sin marcas transversales; tiene un canal central que le confiere apariencia grisácea con luz transmitida; las puntas de la fibra son romas.
2. Cáñamo: fibra natural obtenida de las plantas, del género *cannabis*, compuesta por grandes células que muestran estrías transversales, puntas romas y grandes cavidades de sección oval; a lo largo de su superficie, se observan nudosidades con penachos de finos pelillos.
3. Lana: fibras delgadas de origen animal, presentan estructura celular con cutícula de células planas imbricadas y prominentes que se pierden con el uso.
4. Lino: fibra típicamente vegetal, libre de escamas, superficie irregular, diámetro variable y pequeña cavidad central; son cortas, suaves,

con torceduras, bandas transversales y puntas afiladas.

5. Seda: filamento fino y brillante formado por una secreción glandular viscosa de diversas especies de Borylix, fibra larga y continua, constituida en forma cruda o natural, por dos filamentos de sección triangular, envueltos en una estructura elíptica de sericina, la superficie externa se muestra irregular con fisuras transversales y pliegues.
6. Yute: fibras gruesas y tiesas sin marcas longitudinales ni transversales, con puntas planas y una cavidad larga y amplia, de diámetro no uniforme.

7.2.2 Fibras artificiales

Las fibras artificiales se clasifican en:

1. Acetato: fibras de origen proteico, compuestas por celulosa acetilada, obtenida de pulpa de madera, muestra estrías longitudinales.
2. Nylon: superficie lisa, sección redonda o trilobulada; son redondas sin estrías en su superficie.
3. Poliuretano: son ligeras, suaves y elásticas.
4. Rayón: compuesta por celulosa de origen vegetal regenerada, sus características son similares a las del algodón, la fibra presenta aspecto de una barra cilíndrica de superficie lisa.

Tabla 2. Clasificación de las fibras textiles más comunes

Fibras naturales	Fibras artificiales
Algodón: forma tubular con elementos generalmente colapsados.	Acetato: forma irregular y contorno aserrado.
Lana: redonda o casi redonda.	Acrílica: redonda o casi redonda; en ocasiones, bilobulada.
Seda: triangular con ángulos redondeados; en otros casos, de forma y tamaño irregulares.	Nylon: redonda o trilobulada.
	Poliéster: redonda o trilobulada.
	Rayón: forma irregular, con perfil aserrado.

Tabla 3. Superficie de las fibras textiles

Superficie	Fibra textil
Lisa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acrílicas 2. Nylon 3. Poliéster 4. Polietileno 5. Rayón cupramonio 6. Vicara 7. Vidrio 8. Vinilos
Estrías longitudinales paralelas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acetatos 2. Acrílicas 3. Modacrílicas 4. Rayones
Estrías transversales con nódulos	Cáñamo
Superficie áspera con marcas transversales y escamas superficiales	Lana y otros pelos animales

Superficie	Fibra textil
Superficies lisas con nódulos y sin estrías longitudinales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lino 2. Seda
Cinta con torsiones y superficie granular	Algodón.

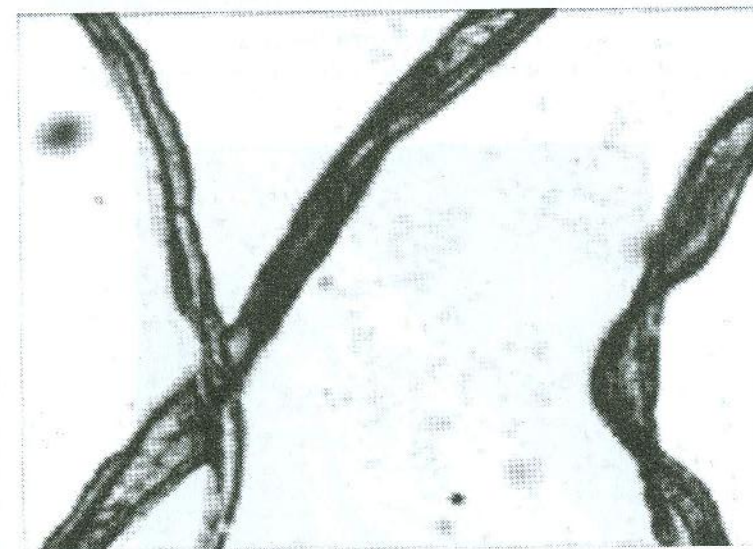


Figura 35. Fibra de algodón.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

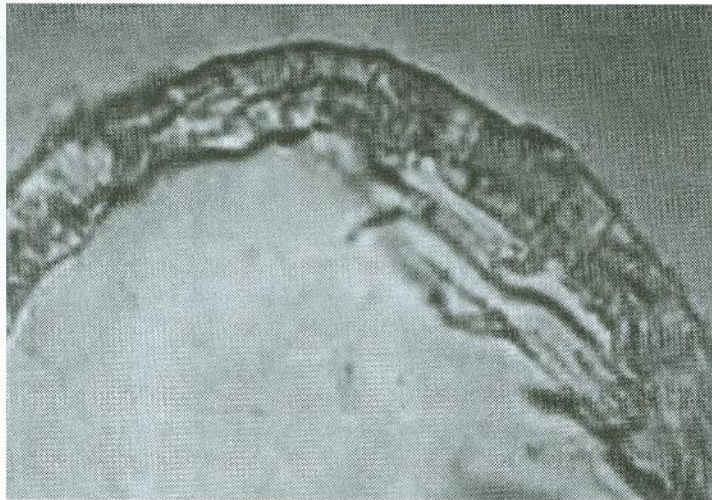


Figura 36. Fibra de lino.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

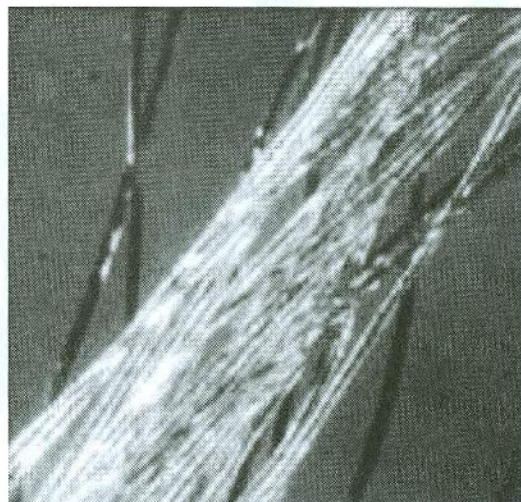


Figura 37. Fibra textil de poliéster.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

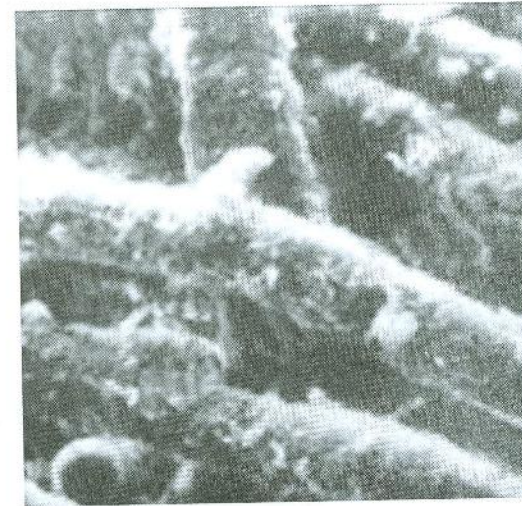


Figura 38. Fibra textil de lana.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

Flores Editor y Distribuidor
Editorial Flores

CAPÍTULO VIII

ESTUDIO CITOLÓGICO

DR. OSCAR CASTRO CASTAÑEDA

8.1 CONCEPTO DE CITOLOGÍA

La citología es una rama de la biología, que estudia las células vegetales y animales en lo referente a su origen, desarrollo, forma, dimensiones, estructura, constitución física y química, funciones y su importancia en la complejidad de los seres vivos.

Por otro lado, se trata de una especialidad médica, dentro de la anatomía patológica, que se encarga de diagnosticar enfermedades a través de la observación microscópica de las células, a esta última se le suele llamar citología clínica o citopatología.

En el campo de la patología forense, la citopatología es útil en la detección u observación de células de diferentes tipos (de mucosa oral, de mucosa anal, cervicovaginales) en indicios enviados para la búsqueda de dichas células o en toma de muestras de surco balano-prepucial.

8.2 TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

8.2.1 Impronta

La impronta es una técnica que consiste en apoyar un portaobjetos sobre el objeto enviado para estudio (tejido, prendas, cuchillos, martillos, etcétera), para que las células desprendidas de dicho objeto se separen y se adhieran al portaobjetos.

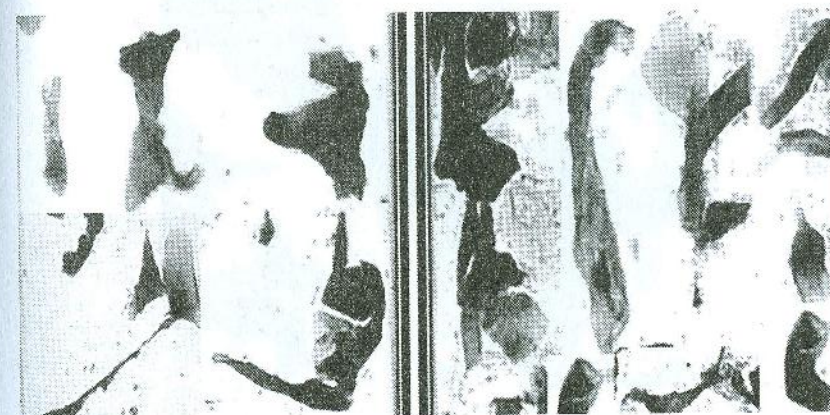
8.2.2 Extendido (*frotis*)

El extendido es una técnica que consiste en la obtención de células, deslizando suavemente un hisopo o bastoncillo de algodón sobre la superficie del objeto enviado para estudio. Primero se humedece el hisopo con suero fisiológico para prevenir el daño en las células de la muestra, posteriormente se limpia la superficie del objeto enviado del estudio, y finalmente se realiza en extendido sobre la superficie del porta objetos.

En ambas técnicas para recolección de muestras, se tiñen con la tinción de papanicolaou, se le pone resina, se cubre con un cubreobjetos y se observa en un microscopio óptico de luz transmitida.



Figuras 39 y 40. Células de mucosa oral.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



Figuras 41 y 42. Células de mucosa ano-rectal.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

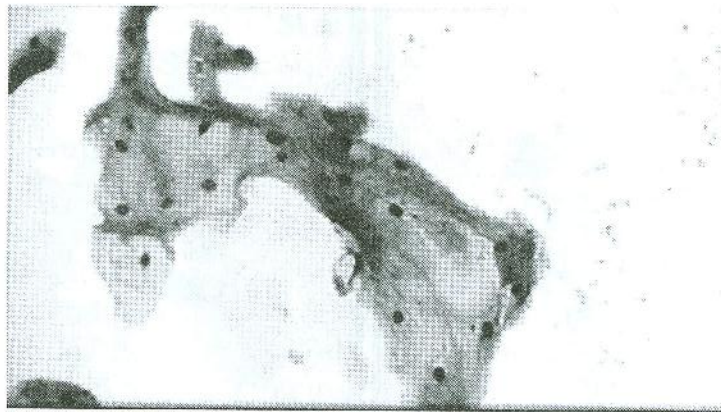


Figura 43. Células de tipo superficial de mucosa vaginal.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.

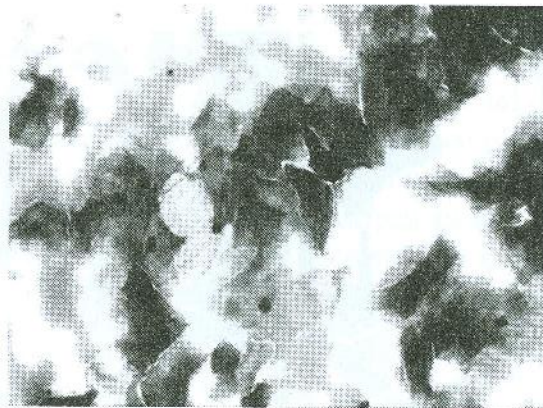


Figura 44. Células de tipo superficial
e intermedio de mucosa vaginal.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



Figura 45. Células epiteliales sin núcleo propias de la piel.
Fuente: Archivo de casos del laboratorio de patología.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, B. *et al.*, *Patología forense en España: de dónde venimos y hacia dónde vamos. Libro blanco de la anatomía patológica en España*, Madrid, Sociedad Española de Anatomía Patológica, 2013.
- De Mendoza Amat, J. H., y T. Montero Gonzáles, "Introducción a la patología", *Retrieved* [en línea], La Habana, 2004. Disponible en: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/scap/introduccion_a_la_patologia.pdf
- Eckert W. G., "The forensic pathology specialty certifications", *Am J Forensic Med Pathol*, marzo, 1988.
- Ferrer Marrero, D. *et al.*, *Manual de organización y procedimientos del Departamento de Patología Forense*, La Habana, Instituto de Medicina Legal, 2006.
- Gerardo Rico, M., y Ángela Galan Giral, *Pelos y fibras. Metodología científica*, México, Instituto Nacional de Ciencias Penales, 1987.
- Hernández Ordoñez, M. A., "Capítulo IX: Aplicación de la anatomía patológica en medicina forense", *Fundamentos de medicina legal*, México, McGraw-Hill, 2014.
- Jiménez Navarro, Raúl, *Estudio criminalístico de pelos y fibras*, México, Instituto Nacional de Ciencias Penales, 1981.

Kumar V. *et al.*, *Pathologic basis of disease*, 8a. ed., Philadelphia, Saunders Elsevier, 2010.

Long, E. R., *A history of pathology*, New York, Dover Publications, 1965.

Manual Específico de Operación de Servicios Periciales en la Especialidad de Patología Forense, 2016.

Smith, S., "The history and development of forensic medicine", *Br Med J*, marzo, 1951.

Tortosa, J. M., y S. Crespo, *Conceptos básicos de patología forense*, Barcelona, Palibrio, 2011.

Van den Tweel, J. G., y C. R. Taylor, "A brief history of pathology", *Virchows Arch*, julio, 2010.

Esta obra se terminó de imprimir
en noviembre de 2018, la edición consta
de 1,000 ejemplares más sobrantes
para reposición.



La patología forense es una disciplina médica que combina los conocimientos de las especialidades de anatomía patológica y medicina legal. Estudia la causa y el mecanismo de las muertes que son objeto de investigación judicial, así como las circunstancias en que éstas ocurren.

El Laboratorio de Patología Forense, ubicado en la Coordinación General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México, se realizan diversos tipos de estudios entre los cuales podemos mencionar los de carácter anatómico, inmunológico, histopatológico, citológico, raspado de uñas y análisis de pelos y fibras. Cada uno de estos estudios posee un objetivo y metodología específicos, cuyo objetivo es resolver los problemas planteados por la autoridad ministerial y contribuir en una parte del proceso de la investigación de un delito.

Dentro de este tomo se describe cómo se realizan y para qué sirven los diferentes exámenes que se llevan a cabo en el Laboratorio de Patología Forense de la Procuraduría General de Justicia de la CDMX. Espero que sea de utilidad para la creación de nuevo conocimiento y desarrollo de nuevas habilidades de todos aquellos que tengan la oportunidad de adquirir este libro.

COORDINADORES EDITORIALES

Mtro. Enrique Flores Gómez
C.P. María Olga Salgado Valdés

ISBN: 978-607-610-710-2



9 786076 107102