



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**Pelos como tipo de indicio en un hecho delictivo.**

**T E S I N A**  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

**P R E S E N T A :**

**VÁZQUEZ SANJUÁN LUZ MARÍA**

Asesora: M. en C. JUANA MARÍA DE LA PAZ LÓPEZ

MÉXICO, D.F.

MAYO 2013.



## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a ti soy quien soy. Eres el mayor tesoro que Dios me ha regalado. Gracias te doy madre por darme la vida y por permitirme ser parte de la tuya.

Gracias por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado y por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos.

Gracias Mamá

**“Margarita Sanjuán Pérez”**

# Índice

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCIÓN	7
3. MARCO TEÓRICO	
3.1. Antecedentes históricos	9
3.2. Definición y características	10
3.3. Divisiones de la criminalística	10
3.4. Importancia de la criminalística	11
3.5. Principios de la criminalística	11
3.6. Indicio	12
3.6.1. Tipos de indicio	13
3.6.2. Indicios en un lugar cerrado	13
3.6.3. Indicios en un lugar abierto	14
3.6.4. Fases de los indicios materiales	14
3.6.5. Técnicas de búsqueda de indicios	15
3.6.6. Métodos de fijación de indicios	17
3.6.7. Manejo de los indicios	18
3.7. Cadena de custodia	18
3.8. El pelo como tipo de indicio	19

3.8.1. Antecedentes históricos	19
3.8.2. Morfología del pelo	21
3.8.3. Importancia del pelo como indicio	25
3.8.4. Principales aspectos criminalísticos	25
3.8.5. Pelo animal	25
3.8.5.1. Características Generales	26
3.8.5.2. Características estructurales	26
3.8.5.3. Características según la especie a la que pertenece	27
3.8.5.4. Características diferenciales entre el pelo humano y animal	29
3.8.6. Características generales de los pelos en seres humanos	30
3.8.7. Pelos teñidos	35
3.8.8. Raza a la que pertenecen	35
3.8.9. El pelo y su importancia toxicológica	36
3.8.10. Inmunopatologías	38
3.8.11. Traumatología del pelo	40
3.8.12. Búsqueda de pelos en la escena del crimen	44
3.8.13. Manipulación del pelo	45
3.8.14. Recomendaciones generales para recolección de indicios	46
3.8.15. Limpieza y eliminación de partículas extrañas	47
3.8.16. Exámenes analíticos del pelo	47

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	50
5. OBJETIVOS	
5.1. General	51
5.2. Específicos	
6. METODOLOGÍA	52
6.1. Limitación del estudio	
6.2. Tipo de estudio	52
7. RESULTADOS	53
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
9. CONCLUSIONES	55
10. PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES	56
11. GLOSARIO DE TÉRMINOS	57
12. REFERENCIAS	60

## **1. RESUMEN.**

El presente trabajo consiste en una investigación bibliográfica el cual aborda el estudio sobre la correcta manipulación de los pelos como evidencia en la realización de un hecho delictivo, principalmente crímenes violentos, la limpieza y eliminación de partículas extrañas. Se revisan temas referentes a los aspectos criminalísticos y se investigaron los métodos y/o técnicas más importantes que se le pueden realizar a este tipo de indicio.

## 2. INTRODUCCIÓN.

Según estadísticas presentadas por la Procuraduría General de la República (PGR) el índice de crímenes violentos ha incrementado en los últimos años; por lo cual es importante encontrar y recopilar las evidencias necesarias que ayuden a esclarecer estos hechos delictivos.

Los indicios que podemos encontrar en la escena del delito son: huellas (dermopapilares, de calzado, de dientes, de uñas, de vestidos, de animales, de vehículos, de fractura, etc.), objetos (instrumentos, armas, proyectiles, casquillos, papeles, cuerdas, vestidos, etc.) manchas de sangre, semen, orina, mucus, obstétricas, fecales, etc.) y elementos filamentosos (pelos, fibras, polvos, etc.).

Los folículos pilosos (pelos) son un indicio de tipo biológico muy frecuente de encontrar, ya que el victimario los puede perder fácilmente incluso sin que este se percate de ello pudiéndose encontrar en la escena del crimen o sus alrededores incluso en la víctima pueden quedar pelos caídos o a veces arrancados que son susceptibles de cotejo para determinar si pueden relacionarse a determinada persona, debido a que cuando un cuerpo entra en contacto con otro, por el principio de intercambio, puede ocurrir transferencia de cabellos de la ropa de una persona a otra. Aquellos individuos que cometan algún crimen, pueden dejar pelos que se pueden adherir a cualquier superficie.

Este tipo de evidencia puede ser encontrada en delitos variables, especialmente en crímenes violentos, por ejemplo, violaciones y raptos; ya que en este tipo de hechos delictivos generalmente hay lucha entre la víctima y el victimario.

La importancia del pelo como elemento de estudio forense radica en su resistencia a la descomposición, manteniendo sus características a lo largo del tiempo e incluso en un cadáver luego de transcurrido considerable tiempo de muerte, por lo que es una de las pocas muestras biológicas que se conservan a lo largo del tiempo; lo que hace posible conocer su origen, región a la que pertenece, raza, ADN, detección de algunas drogas de abuso, etc.

El examen microscópico comparativo de cabello humano provee una evidencia de valor asociativo; es decir, permite hacer una asociación entre individuos, o entre individuos y objetos; sin embargo, un manejo inadecuado conduce a su contaminación deterioro o destrucción.

Por razones evolutivas, los folículos pilosos no se encuentran todos regidos por los mismos mecanismos de control. Al igual que con el pelo de los animales, los cambios estacionales o de temperatura ambiente provocan la caída y el reemplazo posterior de los cabellos.

Cuando son aplicados apropiadamente con otro tipo de evidencia, los resultados de la comparación de cabello humano pueden impactar significativamente para la resolución del caso en cuestión.

### **3. MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1. Antecedentes históricos.**

La criminalística nace en el siglo XVII, cuando los médicos toman parte en los procedimientos judiciales con la medicina forense en 1575, iniciada por el francés Ambrosio Pare y continuada por Paolo Sacchias en 1651.

Dentro de los iniciadores de la criminalística podemos mencionar a: Marcelo Malphigi, J.A., Purkinje, Alfonso Bertillon, Israel Castellanos, Lacassagne, etc. Quienes contribuyeron al nacimiento y evolución de la criminalística.

En México los precursores de la criminalística fueron el profesor Don Benjamín Martínez, fundador del gabinete de identificación judicial (1985) y del laboratorio de criminalística de la jefatura de la policía del Distrito Federal y Don Carlos Romagñac autor de los primeros tratados de la policía científica y criminología en México (1934).

El primero inicia de inmediato la aplicación, cumpliendo las normas señaladas por Bertillón, de la fotografía en la investigación de los delitos. El segundo apunta en sus obras, en forma muy especial, la importancia y la necesidad de la fotografía en la investigación criminalística.

También es importante mencionar al Dr. José Sol Casao, fundador de la primera sociedad mexicana de medicina legal y criminología, e iniciador de los cursos de capacitación para agentes de la policía judicial, agentes del ministerio público y peritos, impartidos en la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal (1939), asimismo es autor de la obra importante "*Medicina legal y Criminalística*".

La etapa del renacimiento de la criminalística mexicana se inicia a partir de 1971 debido a la creación de un movimiento científico - criminalístico en los servicios periciales de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal encabezado por Jiménez Navarro y

el Dr. Rafael Moreno González, dicho movimiento tuvo como primordial objetivo cambiar la mentalidad de los peritos en criminalística, motivándolos a adquirir una nueva actitud en su labor profesional; es decir concientizándoles a ver los errores más frecuentes en que podrían incurrir, y finalmente haciéndoles más críticos en su trabajo.<sup>1</sup>

### **3.2. Definición y características.**

La Criminalística se puede definir como una disciplina científica que estudia los indicios dejados en lugar del delito, con el propósito de descubrir la identidad del criminal y las circunstancias que concurrieron en el hecho delictuoso.<sup>2</sup>

La Criminalística es una ciencia que conduce al conocimiento de una gran variedad de circunstancias delictivas y se extiende a tres áreas características<sup>3</sup>:

- La búsqueda de los indicios.
- Transformación de estos en prueba.
- Consecuencia de su objetivo: demostrar la culpabilidad o inocencia de un sujeto determinado.

### **3.3. Divisiones de la criminalística.**

- **De campo.**

Es la disciplina que tiene por objeto realizar la observación detallada del lugar de los hechos, o del hallazgo, para localizar y ubicar los indicios, que existan en dicho lugar mediante diversas técnicas, fijarlos, embalarlos, etiquetarlos y remitirlos al Agente del Ministerio Público para su posterior canalización al laboratorio.

- **De laboratorio.**

Una vez suministrados el ó los indicios al laboratorio correspondiente, estos serán analizados con detalle para saber su naturaleza, estructura, composición y cuantificación, con el fin de describirlos, definirlos y clasificarlos, ver su relación, efectos y causas con los hechos que se investigan.

### 3.4. Importancia de la criminalística.

La importancia de esta ciencia es la de contribuir al esclarecimiento de los hechos mediante técnicas de las más variadas para el conocimiento del hecho delictuoso.

La razón de ser de la Criminalística, es la de descubrir y comprobar hechos. La primera significa poner en descubierto el hecho, su agente y sus circunstancias y poderlo llevar a la instancia judicial, a esta razón de ser, se le considera como su característica primordial y se centra en la búsqueda de las pruebas, el seguimiento de pistas y el descubrimiento de evidencias necesarias para terminar con éxito los objetivos propuestos. La segunda, es decir, la de comprobar la verdad de los hechos, ajustándose la causalidad de lo sucedido, recae naturalmente sobre el cuándo, cómo, dónde y quién; es decir, sobre las circunstancias del hecho; evitándose así el error judicial. De allí que descubrir es comprobar o llegar a la demostración científica policíaca del delito y es distinta a la anterior aun cuando se encuentra íntimamente ligado a ella.<sup>2,3</sup>

### 3.5. Principios de la criminalística.

- a) Principio de intercambio: al cometerse un hecho delictivo se realiza un intercambio de material sensible entre la víctima, el victimario y el lugar en que se cometió.

Roumagnac nos dice **“No hay malhechor que no deje atrás de él, alguna huellas aprovechables”**.



*Figura 1. Principio de intercambio.*

- b) Principio de correspondencia de características: Nos permite inferir mediante el estudio del o los indicios (material sensible significativo) localizados y fijados en el lugar y tomando en consideración su ubicación, naturaleza, cantidad, morfología, como es que se desarrollo el hecho, motivo de la intervención pericial y la experimentación de laboratorio.
- c) Principio de probabilidad: Este principio nos permite deducir en base a las características encontradas durante el cotejo, la conexión entre el probable responsable con el cotejo, la conexión entre un probable con el delito de acuerdo al conjunto de indicios implicados en la comisión del hecho, estableciendo conforme al número de características encontradas, si dos indicios son iguales o no, o pertenecen a un mismo grupo o clase.

### **3.6. Indicio.**

Indicio o material sensible significativo, es aquel que está constituido por todos aquellos elementos u objetos materiales que son aprehendidos o percibidos mediante la aplicación de los sentidos (vista, oído, tacto y olfato), con el fin de lograr una adecuada captación de los mismos, que han quedado de la realización de un hecho probablemente delictivo.

En el lugar de los hechos, los indicios localizados son la base para la investigación y su protección evita que sean contaminados, modificados, alterados o robados.<sup>4, 5, 6</sup>

Las reglas básicas para la preservación del lugar son:

- Llegar con rapidez al lugar.
- No mover ni tocar nada.
- Resguardar las entradas y las salidas, evitando el paso de personas ajenas a la investigación.
- Usar guantes.
- Limpiarse las suelas de los zapatos al entrar al lugar.
- Prohibido fumar, comer o tirar basura.<sup>3, 7</sup>

### **3.6.1. Tipos de indicio.**

Atendiendo a su naturaleza, los indicios se pueden clasificar en:

- a) Químicos: Aquellas sustancias líquidas, sólidas y gaseosas que presentan una composición química determinada y las cuales pueden ser introducidas al organismo por vía oral, aérea, intramuscular, intravenosa, intradérmica, por absorción en la piel provocando intoxicaciones y enfermedades. Así como sustancias químicas vertidas en la superficie corporal de forma accidental o intencional provocando lesiones desde leves y pueden dejar cicatriz perpetua y notable.
- b) Físicos: Son todos aquellos objetos materiales que ocupan un lugar en el espacio, como por ejemplo: un bat, un arma de fuego, una piedra, una navaja, con los cuales se puede potenciar la fuerza humana y ocasionar lesiones en la integridad corporal de una persona desde leves a mortales.
- c) Biológicos: son aquellos como sangre, semen, orina, saliva, excrementos, vómito, contenido gástrico o pelos.<sup>3, 5, 6, 7</sup>

### **3.6.2. Indicios en un lugar cerrado.**

- Los procedimientos de observación, fijación, levantamiento, embalaje e identificación de los indicios serán realizados por el personal de servicios periciales.
- Si por alguna razón los elementos policiales o cualquier otra persona, movieron, tocaron o sustrajeron un objeto, deberán informar al Ministerio Público y a los peritos para tomar las medidas necesarias y evitar errores.
- En todo momento los elementos policiales cuidaran la integridad física del personal que esté realizando la inspección en el lugar de los hechos, así como las condiciones físicas del lugar.

- El personal de los medios de comunicación y demás personas, ajenas a la investigación y preservación deberán mantenerse a una distancia prudente para no alterar los indicios entorpecer el trabajo de las autoridades y salvaguardar su seguridad.
- Al término de la inspección será el Agente del Ministerio Público quien determine la acción de sellar puertas o ventanas tomando las medidas necesarias para la correcta conservación del lugar de los hechos; considerando que es posible realizar nuevas inspecciones al lugar. <sup>5,6</sup>

### **3.6.3. Indicios en un lugar abierto**

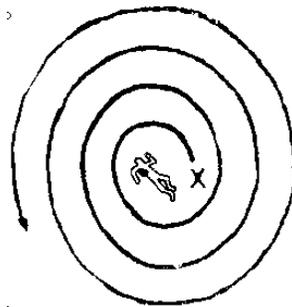
- Si se trata de un área abierta (vía pública, parques, estacionamientos, etc.) se deberá acordonar la zona con cinta amarilla en un perímetro de por lo menos 50 metros de ser posible, alrededor de donde se cometió el hechos, evitando el paso de persona ajena a la investigación.
- Observar minuciosamente el lugar (se debe determinar si el lugar es de los hechos o del hallazgo), la víctima (según sus características, de ubicación aspecto, etc.) y las circunstancias (son las condiciones climáticas, de iluminación, geográficas y las dificultades que pudieran presentarse en el lugar). <sup>5,6</sup>

### **3.6.4. Fases de los indicios materiales.**

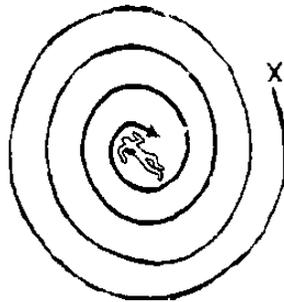
1. Búsqueda.
2. Localización.
3. Levantamiento.
4. Conservación.
5. Traslado.

### 3.6.5. Técnicas de búsqueda de indicios.

- a) Método por espiral la búsqueda se inicia principiando desde el centro o de la periferia siguiendo un movimiento circular. Se tiene al objeto principal de estudio como centro del lugar y las muestras se levantan hacia la periferia (*figura 2*). También se puede hacer en sentido contrario (*figura3*).



*Fig. 2. Búsqueda en espiral del centro hacia afuera.*



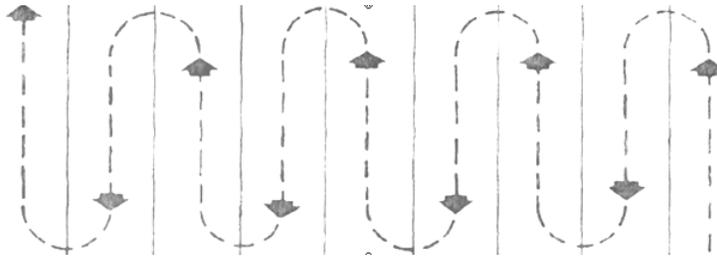
*Fig. 3. Búsqueda en espiral de afuera hacia el centro.*

- b) Métodos por zona. Se suele dividir cada una de las habitaciones en zonas o selecciones, tales como pisos, paredes y techos, previendo iniciar por el piso (se maneja el plano de abatimiento o kenyers) (*figura4*).



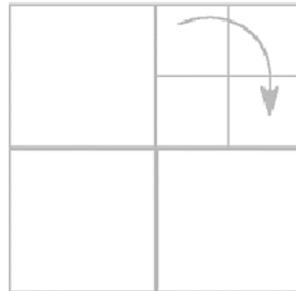
*Fig. 4. Búsqueda por zonas.*

- c) Método de franjas es una variación simple del anterior y es utilizado cuando el área de búsqueda es grande igual de una forma geométrica regular (*figura 5*).



*Fig. 5. Búsqueda por franjas.*

- d) Método por cuadrantes. Consiste en dividir en cuadrados el lugar y se estudia conforme a las manecillas del reloj. Es clásico en un lugar cerrado (*figura 6*).



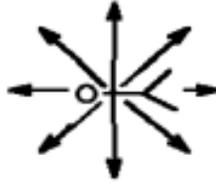
*Fig. 6. Búsqueda por cuadrantes.*

- e) Revisión por segmentos para los autos. Se divide en cuadrantes las áreas del vehículo para lograr obtener una mejor y más fácil búsqueda (*figura 7*).



*Fig. 7. Búsqueda por segmento para autos.*

- f) Método de reloj o estrella. Toma como centro al objeto principal de estudio. Las evidencias se toman de adentro hacia afuera hasta topar con los límites del lugar de estudio (*figura 8*).<sup>1,2,8,9</sup>



*Fig. 8: Búsqueda de reloj o estrella.*

### **3.6.6. Métodos de fijación de indicios.**

- Descripción escrita: tomando notas en una libreta, describiendo en forma general y particular el lugar, la ubicación y orientación del mismo y de los indicios en forma detallada, relacionándolos con puntos fijos. La descripción es representar por medio del lenguaje los hechos e indicios que se perciben a través de los sentidos y de manera clara y concisa.
- Fotografía: esta técnica nos permite tener una imagen objetiva de los indicios que están relacionados con los hechos, tomando impresiones generales, acercamientos y grandes acercamientos relacionándolos con puntos fijos, testigo métrico y datos de la Averiguación Previa.
- Planimetría: esta técnica nos permite establecer las distancias y ubicación de los indicios en la escena del crimen, por medio de un plano: simple o a escala.
- Moldeado: se utiliza para reproducir las huellas negativas dejadas por un neumático, pie calzado, herramientas, etc., las cuales están impresas en diferentes superficies ya sea de tierra, lodo, arena, nieve, superficies parcialmente rígidas, etc.<sup>1,5,8,10</sup>

### **3.6.7. Manejo de los indicios.**

Levantamiento: es un procedimiento básico empleado para la recolección de indicios con el fin de preservarlos y protegerlos evitando su contaminación o su destrucción.

Embalaje: son las técnicas para el manejo adecuado de los indicios que se efectúan para guardar, inmovilizar y proteger los indicios dentro de algún tipo de recipiente, con el objeto de mantener la integridad de su naturaleza para su estudio y análisis posterior.

Etiquetado: es la acción de clasificar los indicios por medio de una tarjeta de identificación que contiene los siguientes datos:

- No. De Averiguación Previa.
- No. de llamado.
- Descripción y características del indicio.
- Lugar, hora y fecha de donde se localizo y levanto el indicio.
- Nombre del perito.

### **3.7. Cadena de custodia.**

Es la secuencia para el suministro de indicios al laboratorio, que comprende desde el momento en que el indicio es recolectado en el lugar de la investigación, hasta el final del proceso jurídico; esta secuencia o serie de pasos garantizaran que la muestra no ha sido alterada.<sup>1,8</sup>

### **3.8. El pelo como tipo de indicio.**

#### **3.8.1. Antecedentes históricos.**

El examen del pelo en la investigación de un delito, se hizo por primera vez, cuando la Duquesa de Praslin fue asesinada en París en 1847. En aquella ocasión, se recogió pelo adherido a la pistola del homicida, pero al examinador le fue suficiente con hacer algunas observaciones generales, acerca de las características del mismo y no trató de aprovecharlo para la identificación.

En 1857 Alexandre Lacassagne, profesor de medicina legal en la Universidad de Lyon publicó *“Del examen fisiológico del pelo y de los cabellos”*. Además, había motivado al profesor Hugounenq, químico de la misma Universidad, para que hiciera pruebas con el cabello humano. Esto, más tarde, les proporcionaría una última prueba en la identificación del “cadáver de Millery”-caso Gouffé, en el que no quedaba nada utilizable excepto los huesos y los cabellos.

Los testimonios de familiares y amigos de Gouffé, indicaban que éste tenía el pelo castaño, y los cabellos del muerto eran negros; no podía ser la misma persona, sin embargo, Lacassagne encontró suficiente pelo en el cepillo perteneciente a Gouffé para poder estudiarlo. Para ello, sometió primero a operaciones de lavado ambas muestras, lo que hizo desaparecer el color negro y que surgiera el castaño original; también sometió las muestras a un estudio microscópico cuyos resultados aunados al resultado de los huesos, permitió la identificación positiva de Gouffé.<sup>11</sup>

En 1869, el profesor alemán Pfaff indicó en su libro “El pelo humano y su significación fisiológica, patológica y forense”, que: “el conocimiento preciso de las características del pelo, es esencial para el médico forense y el detective, ya que dicho elemento podía frecuentemente, suministrar la evidencia más importante para resolver los crímenes”; asimismo detalló conocimientos morfológicos, tales como las diferencias entre pelo humano y el animal que hoy en día siguen siendo aceptados.<sup>6</sup>

Oesterlen, en un trabajo publicado en Tübingen, en 1874, titulado *“El pelo humano y su significación legal”*, describió las características del bulbo piloso, para determinar si éste cayó de manera natural o fue arrancado por algún mecanismo violento.<sup>11</sup>

El inicio de la época de la investigación criminalística lo marca Hans Gross en 1893, a partir de esta fecha, los estudiosos poco a poco mostraron mayor interés hacia el pelo y las fibras, como evidencias de los delitos cometidos y en 1898, Eduard Schiff, especialista en enfermedades cutáneas, observó que muchas veces, había arsénico en el pelo humano, recomendado entonces, que en los casos de envenenamiento no se prescindiera jamás de un examen de los cabellos.

Desde los días de Lacassagne, muchos forenses se esforzaban por resolver el problema de distinguir pelos, facilitar la identificación por medio de los mismos y sobre todo, de solucionar definitivamente todo lo referente a la comparación del pelo humano.

En 1934, aún no se resolvía el problema de por qué en la cabeza de una persona hay pelos de estructura tan distinta; lo que sí se podía distinguir era el pelo humano del animal, y el de los adultos de los niños. Además, era posible una identificación relativamente segura, cuando el pelo de una persona presentaba características especiales o era tratado químicamente.

Se sabía que el arsénico existía realmente y no sólo en los huesos, lo había en la sangre, cerebro, corazón, pulmones, hígado, bazo y leche materna, en los cabellos y en las uñas de cualquier ser humano, aunque jamás se hubiese tenido un contacto con dicho elemento, materias o medicamentos con contenido en arsénico. Sin embargo, estas cantidades naturales eran tan pequeñas, que no podían expresarse en las unidades de peso alcanzadas por las básculas de los tiempos de Orfila.

Posteriormente, cuando se pudo cuantificar la dosis de arsénico existente en los cabellos de personas envenenadas o fallecidas en circunstancias sospechosas, se observó que cuando se ingería una dosis excesiva del citado elemento, éste podía encontrarse en las raíces de los cabellos a los cinco días.

El hecho en que en innumerables experimentos, los animales utilizados conservaran la dosis del tóxico en los pelos durante bastante tiempo, permitió determinar cuantitativamente las distintas dosis localizadas en diferentes sectores capilares, lo que hizo suponer que el cabello constituía una especie de escala para medir las cantidades de veneno ingeridas.

En 1938 se publicó un libro llamado “*Atlas del pelo humano y animal*”, cuyo autor fue Theodor Lochte, quien además ideó un método para eliminar el aire de la médula del pelo.

La investigación criminalística del pelo tuvo un nuevo giro cuando Henri Griffon introdujo en 1951, el análisis por activación de neutrones (AAN). Este nuevo enfoque fue estudiado en Canadá por Robert Jervis y Alma Crowder, quienes concluyeron que en el pelo existían numerosos elementos químicos en concentraciones mínimas que podían ser identificados y cuantificados por el análisis por activación de neutrones. Además, establecieron la hipótesis de que con fundamento en el tipo, número y cantidad de elementos presentes en dos muestras de pelo, una de origen desconocido y otra de procedencia conocida, se podía establecer entre ambas una correspondencia y por lo tanto, identificar en un momento dado, a un sujeto.<sup>6, 11, 12</sup>

### **3.8.2. Morfología del pelo.**

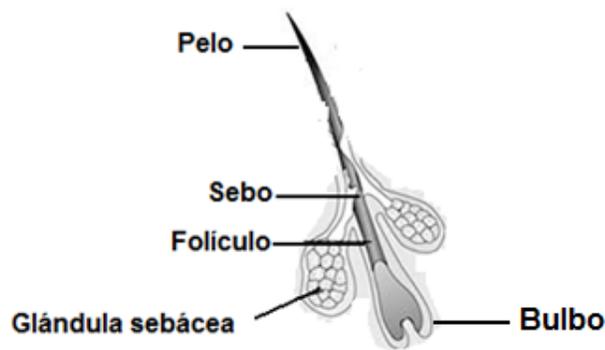
El pelo es una continuación de la piel cornificada está constituido por proteínas 28 %, lípidos el 2 % y en pequeñas cantidades, sales minerales y sustancias hidrófilas aproximadamente el 70 % de agua. Las proteínas capilares son, en su mayor parte, queratina: sustancia de sostén formada por macromoléculas constituidas por largas cadenas de aminoácidos unidos entre sí.<sup>13</sup>

El pelo se distribuye en casi toda la superficie corporal, exceptuando las superficies palmoplantares, el ombligo y las mucosas.

El folículo piloso es la parte de la piel que da crecimiento al cabello al concentrar células madre, formándose a partir de una invaginación tubular. Cada cabello descansa sobre un folículo piloso, siendo éste, la estructura cutánea más dinámica y una de las más activas de todo el organismo (*Figura 10*).

Las glándulas sebáceas desembocan dentro de cada folículo. Existe un manojito de fibras musculares lisas unidas a cada pelo. La contracción de los músculos hace que el pelo se erice, cambiando así su ángulo con relación a la piel, este proceso incrementa las posibilidades aislantes de la cubierta del pelo, proporcionando así una mejor cubierta contra el frío. Por lo regular, varias de ellas desembocan en un folículo piloso, pero dado que son independientes de los pelos, sus conductos se abren directamente a la superficie libre de la piel, Por ejemplo; en el pene en los labios menores (*Figura 10*).

En el bulbo del pelo, se encuentra la papila del pelo con un paquete capilar, donde las drogas y los venenos se transportan de la sangre a las células de pelo. Las células son queratinizadas durante su crecimiento. En este procedimiento, las drogas y venenos se incorporan en el pelo, dando por resultado su almacenaje estable en él (*Figura 9*).<sup>6, 13, 15</sup>



*Figura 9. Estructura del pelo.*<sup>15</sup>

La estructura del pelo, de afuera hacia adentro está compuesta por las siguientes partes: (figura 10).

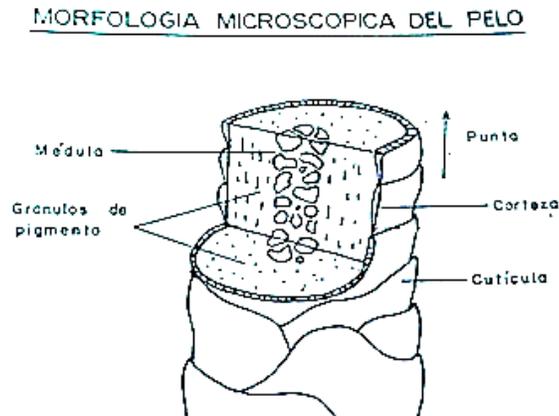


Figura 10. Morfología microscópica del pelo<sup>14</sup>

La diferencia entre la queratina de la capa córnea y la queratina del pelo es que en el pelo las células quedan unidas siempre unas con otras, dando lugar a una queratina más dura. Cada uno de los pelos consiste en una raíz ubicada en un folículo piloso y en un tallo que se proyecta hacia arriba por encima de la superficie de la epidermis.

El extremo distal o punta, es de forma variable y se encuentra expuesto a las agresiones del medio ambiente, así como a los cuidados y al capricho de su propietario. Se observa como una porción coniforme del tallo que se va adelgazando paulatinamente hasta terminar en punta, cortado presenta una cesación brusca de todas sus estructuras, la superficie de sección ofrece ángulos netos con la superficie del pelo y muestra algunas características particulares en relación, en el instrumento empleado.

La cutícula, a la cual se le atribuye la resistencia y estabilidad, está formada por escamas superpuestas que apuntan hacia la punta del pelo, formadas por células especialmente queratinizadas, que forman de 6 a 8 capas. Es interesante conocer, con fines de análisis, el índice escamoso: cantidad de escamas por unidad de longitud.

En el hombre, la cutícula es suave y poco saliente, con escamas imbricadas. También las hay dentadas, crenadas, ovaladas, acuminadas, etc.

La corteza ó cortex está sostenida de la capa protectora de la cutícula y la constituyen células corticales en forma de aguja, alineadas regularmente paralelas a la longitud del cabello.

La medula constituye la parte central del pelo pero no todos los pelos la presentan. Están compuestas por células poliédricas arregladas en columnas que forman un retículo en el que se encuentran incluidos grandes espacios aéreos. También intracelularmente existen vesículas aéreas. La presencia del gas hace que al ser observado el pelo mediante transiluminación, la médula aparezca como un cilindro oscuro de límites ondulados; si se emplea la luz reflejada, el pelo tiene una apariencia brillante debida a la reflexión de la luz por el aire contenido dentro de la médula.

La médula puede mostrar tres tipos de disposición:

- a) Continua a todo lo largo del tallo.
- b) Discontinua en el caso de que presente breves interrupciones.
- c) Fragmentada cuando está constituida por pequeños fragmentos separados por amplias brechas.

Su importancia forense radica en que se halla implantada con gránulos pigmentarios que originan el color del cabello. El tono y distribución de estos es un importante punto de comparación y diferenciación.

Los gránulos de pigmento también se encuentran en las células de la corteza, la cantidad, distribución y alineación de los pigmentos dan al cabello el color. La melanina (del griego *melas*, que significa negro) es el principal pigmento del cabello, de la piel y los ojos. La melanina es sintetizada en organelos llamados melanosomas localizados dentro del bulbo del cabello en pequeños cuerpos llamados meloncitos. La melanina se forma a partir del aminoácido tirosina por acción de la enzima tirosinasa.<sup>6, 13,15</sup>

### **3.8.3. Importancia del pelo como indicio.**

El Pelo es considerado un indicio importante en una gran variedad de crímenes. Las pericias sobre pelos tienen gran importancia, a pesar de que los investigadores aún no han tomado total conciencia de ello. La búsqueda también es importante.

El pelo puede encontrarse sobre la víctima, en las ropas de ésta, debajo de las uñas, entre los dedos, en ropas de cama, peines, cepillos. Etc.<sup>15</sup>

### **3.8.4. Principales aspectos criminalísticos.**

- Si pertenece a un animal o un humano.
- Lugar del cuerpo del cual proceden.
- Sexo.
- Determinar si están teñidos o decolorados.
- Raza.
- Traumatología del pelo.
- La posible existencia de veneno en el sujeto del cual proceden.
- El grupo sanguíneo del individuo del cual proviene.
- Si es un cabello sano o padece alguna enfermedad que permita su tipificación.
- Determinación de algunas drogas de abuso.<sup>15</sup>

### **3.8.5. Pelo animal.**

Al examinar los elementos filamentosos, es frecuente encontrar ciertas características, que son distintas a las comúnmente observadas, tales como: colores diversos, que van del gris al café al rojo, o estructuras demasiado finas, pudiendo inclusive detectar un incremento en los diámetros medulares y totales: al mismo tiempo, existe una diferencia marcada en la distribución celular; por lo que es importante confirmar o rechazar que se trata de un pelo humano.<sup>16</sup>

#### **3.8.5.1. Características Generales.**

Una de las funciones más importantes de la piel en los animales, es respecto al equilibrio térmico, que se mantiene entre el índice metabólico y el grosor de la cubierta. Los mamíferos pequeños sin embargo, tienen una cubierta insuficiente y en consecuencia, suelen incrementar su índice metabólico; por lo que existe pérdida de pelo.

Otra función de la piel, no menos importante que la anterior, la constituye la adaptación a la vida acuática, ya sea como medida preventiva (nutria), para la locomoción (focas), la flotación (rata almizclera) o como aislante (ballena).

El color del pelo de los animales es variable, pudiendo ser: blanco, gris, café o rojizo; esto se debe al significado que se le puede dar: para la comunicación con otros animales, o como camuflaje para su supervivencia.<sup>14</sup>

#### **3.8.5.2. Características estructurales.**

El pelo de los carnívoros, tienen una punta larga que termina en forma cónica y varía de especie a especie; una de las características más sobresalientes, la constituye el índice medular, el cual en la inmensa mayoría, es mayor a 0.5 y el diámetro total, de 150 micrómetros, pudiendo tener rangos variables de acuerdo a la especie.

En cuanto a la médula, se reconocen cinco patrones, mismos que deberán identificarse en forma apropiada para emitir juicios adecuados:

***Seriada:*** Cuyo, hámster, marta y bisonte.

***Escalera o celosía:*** Borrego, tejón, topo, perro.

***Vacuolar:*** Cacomixtle y zorra gris.

***Enrejado:*** Conejo, caballo y vaca.

***Amorfa:*** Llama.

Las características celulares revisten gran importancia y el estudio cuidadoso es imprescindible; de ahí, que sea menester determinarlas con precisión. En términos generales, son: *coronales:* en borrego, camello, marta, oso polar, borrego merino, cuyo y mono araña;

*espinosas*: zorras gris y cacomixtle. En varias especies, tales como la foca, el hámster y el ratón son de tipo *mosaico*.<sup>1,17</sup>

### 3.8.5.3. Características según la especie a la que pertenece.

#### *Tejón.*

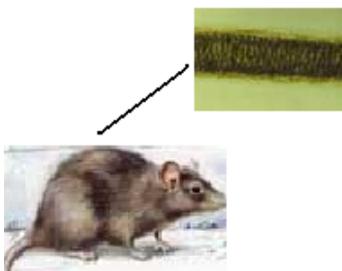
Presenta punta ligeramente alargada, que termina en forma cónica; la médula es de tipo celosía en los pelos guarda y en los de la subcapa. El pelo guarda central de cada triada primaria, es más largo que aquellos provenientes de la periferia, estando asociado con grupos de pelo del subtipo bestia.

#### *Topo.*

Circulares u ovals con médula escalonada e irregular; los pelos guarda se ensanchan hacia la punta y los de la subcapa, son regulares en su diámetro total, pero los bordes son prominentes y escamosos. Si se observan en un corte transversal, son ovals o rectangulares.

#### *Rata almizclera.*

Tiene médula tipo escalera e irregular; los pelos guarda son gruesos y ovals a la visualización transversal; la punta tiene tendencia a deshilacharse (fig.11).



(Figura 11). Rata almizclera y pelo de rata almizclera.<sup>3</sup>

#### *Caballo.*

Los pelos de la crin, tienen una médula amplia en celosía o enrejado, aunque en ocasiones, carece de esta característica; la cutícula es delgada y el patrón celular es corona, ondulado e irregular.

#### *Vaca*

De tipo oval o circular; el contorno es regular y la médula normalmente estrecha, en enrejado. Las células cuticulares son coronales y del tipo mosaico.

#### *Puerco.*

Contorno liso, diámetro total irregular y frecuentemente muestran una punta deshilachada. La médula es discontinua y triangular al corte. El patrón cuticular es ondulado, coronal e irregular.

#### *Perro y gato.*

Son regulares en su contorno, lisos con punta que tiende a ser cónica, alargada y la médula es continua. Los pelos de la subcapa presentan irregularidades; la médula es en escalera y las células cuticulares, son coronales y de tipo mosaico.<sup>15</sup>

**3.8.5.4. Características diferenciales entre el pelo humano y animal (según Lambert y Balthazard).**

Cuadro 1: Características diferenciales entre el pelo humano y el pelo animal.

<b>Características</b>	<b>Pelo humano</b>	<b>Pelo animal</b>
Textura	Fina y delgada	Tosca y gruesa
Cutícula	Escamas pequeñas, planas, aserradas y que rodean todo el tallo (coronales).	Escamas grandes, poliédricas, onduladas y que no rodean totalmente el tallo (imbricadas).
Médula	Estrecha, fragmentada o ausente	Ancha, presente, continua
Corteza	Gruesa, 4 a 10 veces mayor que el grosor de la médula	Delgada, raramente más del doble de la médula
Pigmento	Sólo en la corteza y mayor en la periferia.	Uniforme, periférico o central.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

### 3.8.6. Características generales de los pelos en seres humanos.

Cuadro 2: Características generales de los pelos de la cabeza en el hombre y la mujer.

Parámetros	Características femeninas	Características Masculinas
Longitud	Variable	Variable
Forma	Variable	Variable
Punta	Filamentosa	Cónica
Médula	Presente. Continua generalmente.	Presente. Continua generalmente.
Diámetro total	82.20 $\mu\text{m}$	81.22 $\mu\text{m}$
Diámetro medular	15.60 $\mu\text{m}$	14.66 $\mu\text{m}$
Observaciones	La longitud va de acuerdo al capricho del poseedor. La cutícula presenta alteraciones estructurales por daño mecánico, por el cepillado, o la utilización de aditamentos tales como tenazas, rizadores, etc.	La longitud va de acuerdo al capricho del poseedor.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

#### Otras características del pelo de la cabeza humana son:

- Color: Blanco, café (diferentes tonos), negro, rojo, castaño, gris.
- Reflectividad: Opaco, translúcido, transparente.
- Configuración espacial: Ondulado, curvado, liso, sinuoso.
- Sección transversal: Poligonal, redondo, circular, ovalada.
- Pigmento: Ausente, granular, multicolor, denso, opaco.
- Médula: Ausente, continua, fraccionada, globular, irregular, doble, celular.
- Tratamiento cosmético: Teñido, decolorado, enrizado.
- Cutícula: Cerrada, rota, ausente, reseca.

Cuadro 3: Características generales del pelo del bigote en el hombre.

Parámetros	Características
Longitud	15.4 mm.
Forma	Ondulada
Punta	Variable (recta, bisel, filamentosa)
Médula	Presente. Discontinua.
Diámetro total	151.90 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	52.0 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	La longitud dependerá de varios factores.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Cuadro 4: Características generales del pelo de la barba en el hombre.

Parámetros	Características
Longitud	24.5 mm.
Forma	Ondulada, crespa
Punta	Cónica, filamentosa o bisel
Médula	Presente, sin características especiales.
Diámetro total	162.30 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	43.8 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	La longitud, forma de la punta, son variables y dependen del poseedor.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Cuadro 5: Características generales del pelo en pecho masculino.

Parámetros	Características
Longitud	31.00 mm.
Forma	Curva o rizada
Punta	Filamentosa
Médula	Presente, tendencia a ser fragmentada o discontinua.
Diámetro total	117.71 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	31.00 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	No específicas.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Cuadro 6: Características generales del pelo de las axilas en el hombre y la mujer.

Parámetros	Características femeninas* y masculinas
Longitud	24.00 mm.
Forma	Rizada
Punta	Filamentosa
Médula	Presente, discontinua
Diámetro total	81.45 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	20.00 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	Presencia de torceduras, punta filamentosa y alargada.

\* Generalmente ausente por rasurado.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Cuadro 7: Características generales del vello de los brazos en el hombre y la mujer.

<b>Parámetros</b>	<b>Características femeninas</b>	<b>Características Masculinas</b>
Longitud	15.7 mm.	21 mm.
Forma	Ligeramente curva, delgadas y suave al tacto.	Ligeramente curva, delgadas y suave al tacto.
Punta	Filamentosa	Filamentosa
Médula	Presente, infrecuente.	Presente, discontinua y granular.
Diámetro total	39.60 $\mu\text{m}$ .	86.40 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	5.30 $\mu\text{m}$ .	19.10 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	No específicas	No específicas

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Cuadro 8: Características generales del pelo púbico en el hombre y la mujer.

Parámetros	Características femeninas	Características masculinas
Longitud	6.4 cm.	15.7 mm.
Forma	Ensortijada, rizada	Ensortijada, rizada
Punta	Filamentosa e irregular	Filamentosa e irregular
Médula	Continua	Continua
Diámetro total	118.20 $\mu\text{m}$ .	125.74 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	25.20 $\mu\text{m}$ .	30.40 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	No específicas, ondulaciones por desgaste.	No específicas, ondulaciones por desgaste.

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Cuadro 9: Características generales del pelo de las piernas en el hombre y la mujer.

Parámetros	Características femeninas	Características masculinas
Longitud	Variable	28.00 mm. D.E. $\pm$ 3.6
Forma	Ligeramente curva	Ligeramente curva
Punta	Variable	Fina, larga y filamentosa.
Médula	Presente con tendencia discontinua	Presente con tendencia discontinua
Diámetro total	97.30 $\mu\text{m}$ .	79.50 $\mu\text{m}$ .
Diámetro medular	18.60 $\mu\text{m}$ .	13.80 $\mu\text{m}$ .
Observaciones	Debido a cortes continuos se pueden observar diversos tamaños y formas de punta.	Ninguna

\*Tomado de: Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.

Para la determinación del sexo y grupo sanguíneo del sospechoso se puede realizar en cabellos gracias a que en la zona proximal o bulbo el pelo presenta células nucleadas totalmente activas que contienen ADN.

Los métodos para la determinación de sexo se basan en la tinción diferencial de los cromosomas sexuales. Estos se hallan en las interfases de los núcleos de las células de la raíz del pelo. En estas técnicas los cromosomas “Y” poseen la capacidad para fluorecer mediante la utilización del clorhidrato de quinacrina que los cromosomas “X” de las mujeres no poseen.<sup>2, 4, 7, 17</sup>

### **3.8.7. Pelos teñidos.**

Los pelos teñidos tienen un color uniforme contrario a los de color natural y en la parte más próxima a la raíz el pelo no se encuentra teñido, por lo que conserva su color natural, presentan también falta de brillo y son más quebradizos.

Para determinar si han sido teñidos, se suele utilizar agua oxigenado como decolorante, se realizan pruebas de impregnación de colorantes, los cuales se impregnan con facilidad en el cabello sin teñir y en los pelos teñidos tardan más y se observa un cambio de coloración que los naturales no presentan; también se utiliza la lámpara Wood en donde el cabello teñido se observa sin brillo.<sup>2, 4</sup>

### **3.8.8. Raza a la que pertenecen.**

El color del cabello, la abundancia, y la configuración del pelo, así como la configuración espacial son características determinantes para identificar el tipo de raza al que pertenece el pelo. La configuración espacial es el aspecto más importante para determinar el origen del pelo.

Para esto se ha dividido en tres grupos raciales: *Caucásicos, mongoloides, y negroides*. El grupo caucásico incluye *estadounidenses, europeos, mexicanos*. El grupo negroide incluye a *todas las personas de color negro*. El grupo mongoloide lo comprenden los *orientales y los hindúes* (fig. 12).<sup>2, 4, 17</sup>

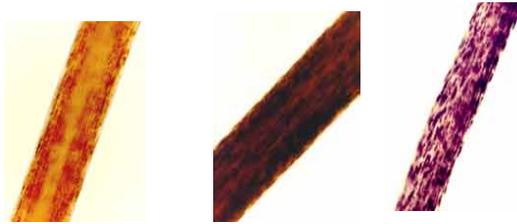


Figura 12. Pelo caucásico o europeo, pelo mongoloide o asiático y pelo negroide.

Cuadro 10: Características raciales del pelo.

Raza	Diámetro	Corte Transversal	Pigmentación	Cutícula	Ondulación
Negroide	60-90 $\mu\text{m}$	Plano	Negra	Muy delgada	Siempre
Caucásica	70-100 $\mu\text{m}$	Oval	Uniforme	Media	No común
Mongoloide	90-120 $\mu\text{m}$	Circular	Castaño	Delgada	Nunca

### 3.8.9. El pelo y su importancia toxicológica.

Determinar la toxicidad de alguna sustancia, es importante para poder determinar la cantidad o concentración a la que el organismo puede ser expuesto a ella. Algunas sustancias con pequeñas cantidades tienen un efecto nocivo sobre el cuerpo y se vuelven peligrosas cuando se toman en mayor concentración. La prueba toxicológica se fundamenta en la identificación del tóxico a concentraciones letales.

El pelo proporciona un medio único para estudios de excreción. En el bulbo del pelo, se encuentra la papila del pelo con un paquete capilar, donde las drogas y los venenos se transportan de la sangre a las células de pelo. Las células son queratinizadas durante su crecimiento. En este procedimiento, las drogas y venenos se incorporan en el pelo, dando por resultado su almacenaje estable en él.

El pelo permite que la mayoría de los materiales orgánicos incorporados, sean retenidos por períodos de tiempo mayores que en otros tejidos o secreciones del cuerpo.

Debido a la gran reactividad de los metales pesados, con grupos sulfhídricos de las proteínas foliculares y de las de la matriz, estos elementos tienen una afinidad especial por el pelo, como en el caso del selenio, cobre o arsénico, por esta vía, los metales pesados se incorporan dentro de la molécula de queratina. Desde el punto de vista teleológico, esta combinación puede ser considerada un medio de desintoxicación, ya que la integridad de los grupos sulfhídricos de los folículos pilosos, no es esencial para el buen funcionamiento del organismo.

Cuando en casos de envenenamiento severo, el folículo es confrontado con un exceso de metales pesados, la formación de queratina organizada puede ser profundamente afectada, dando como resultado pérdida de pelo. El modo de adhesión química de otros elementos, tales como el magnesio, calcio o silicio no son conocidos; con estas sustancias ubicuas, la posibilidad de contaminación externa está siempre presente; debido a la dificultad de remover completamente el polvo de la superficie del pelo.<sup>18</sup>

El pelo había sido utilizado para detectar su exposición a los metales pesados por análisis químico de los años 50. Hoy en día, el análisis del pelo se reconoce por ser una herramienta útil para la detección de drogas de uso o abuso. Es posible detectar la historia del uso de la droga de varios meses haciendo el análisis segmentario del pelo, cuando es suficientemente largo.

#### **3.8.9.1. Mecanismo de incorporación de drogas en el cabello**

- Transferencia por difusión pasiva

En este modelo la droga se mueve por difusión pasiva del torrente sanguíneo dentro de las células en crecimiento en la base del folículo y después en el interior del tallo del cabello durante la subsecuente queratogénesis. En este modelo, la incorporación depende de la concentración de droga en la sangre, es decir, depende de la cantidad de droga administrada. Como se asume que la velocidad de crecimiento del cabello es constante (1cm por mes generalmente), la posición de la droga a lo largo del tallo del cabello se puede correlacionar con el tiempo que la droga estuvo presente en el torrente sanguíneo.

La afinidad de la droga por la melanina es un factor involucrado con la presencia de la droga en el cabello, ya que las drogas se unen y acumulan a la melanina del cabello; por lo tanto, con mayor concentración de melanina (cabello negro) se concentran cantidades de droga que en cabello con bajas concentraciones (cabello rubio) o sin pigmentación (albino).

Para la determinación de algunas drogas se realiza generalmente un inmunoanálisis y posteriormente un método cromatográfico; el primero se realiza para tener en cuenta una supervisión preliminar de muestras en un tiempo reducido, mientras el segundo proporciona especificidad.

### **3.8.10. Inmunopatologías.**

En cualquiera de las alteraciones del folículo piloso, el diagnóstico exacto y el conocimiento de los mecanismos fisiopatogénicos, dependen de datos obtenidos de numerosas fuentes. Estas incluyen: historia clínica, el conocimiento de las manifestaciones de la enfermedad subyacente; el estudio de los pelos que caen espontáneamente o aquellos obtenidos por tracción y cuando está indicado, el estudio histopatológico del cuero cabelludo o de otras áreas afectadas.

#### ***Lupus eritematoso sistémico (LES)***

En el lupus eritematoso sistémico, la alopecia es un componente de la afección multisistémica de esta enfermedad y se puede observar en forma localizada o de manera difusa. La primera es menos frecuente y se asocia a lesiones de lupus discoide, o a otro tipo de lesiones macroscópicas, cuyo sustrato es la inflamación mediada por mecanismos inmunes.

#### ***Escleroderma.***

El término escleroderma, significa endurecimiento de la piel y se aplica a un grupo heterogéneo de enfermedades que incluye a dos grandes categorías: las formas localizadas y las difusas. En las primeras, la fibrosis se limita a la dermis y tejidos subyacentes, en forma lineal o de parches.

En las segundas, el engrosamiento de la piel, es simétrico y se extiende a manos, antebrazos, tórax y cara; los cambios degenerativos y fibróticos, se extiende a otras estructuras como la membrana sinovial, músculos, arterias y ciertos órganos internos como el tracto digestivo, pulmón, corazón y riñón.

### ***Psoriasis.***

La psoriasis es una enfermedad crónica de la piel, que se caracteriza por una proliferación acelerada de las células basales de la epidermis. Desde el punto de vista clínico, tiene diferentes formas de presentación, pero la más común, es la psoriasis vulgar y se caracteriza por placas de tamaño moderado, eritematosas, cubiertas con escamas, que pueden ser adherentes o desprenderse en forma fina.

### ***Liquen plano.***

El liquen plano, es una entidad única; se caracteriza por erupción de pápulas pruriginosas, violáceas, escamosas, ya sea en lesiones aisladas o en patrones agregados, que habitualmente se encuentran en las superficies flexoras, membranas mucosas y cuero cabelludo, que generalmente involucran en un período de 1 a 2 años.

### ***Penfigoide cicatricial.***

El penfigoide cicatricial o benigno, de las membranas mucosas, es una erupción vesiculobulosa, que se caracteriza por tres rasgos: curso crónico, tendencia de las lesiones a curar con cicatrización y predilección por las membranas mucosas, que incluyen boca, conjuntivas, laringe, esófago, glánde y vagina. Clínica e histológicamente, las lesiones son semejantes a las del penfigoide buloso.

***Alopecia areata.*** La alopecia areata, es una forma no cicatricial que afecta por igual a hombres y mujeres. Se presenta en forma de varios parches (uno a cinco), bien circunscritos, redondos, ovales o lisos, con evidencia de piel atrófica sin inflamación o cicatrización, que puede afectar también las cejas, barba, axilas o pubis. Cuando involucra todo el cráneo, se denomina alopecia total y cuando afecta todo el cuerpo, alopecia universal.<sup>4,6</sup>

### 3.8.11. Traumatología del pelo.

El pelo es una estructura muy resistente a la descomposición, la putrefacción, los ácidos y los álcalis es evidencia útil por largo tiempo, cuando otros elementos han desaparecido, tales como las huellas dactilares rasgos fisonómicos, e incluso muchas ropas.

Existen, de cualquier manera, una gran cantidad de agentes capaces de dañar o modificar la imagen del pelo, causándole alteraciones en su anatomía, mismas que pueden ser marcas de reconocimiento con valor de identificación, tanto desde el punto de vista médico legal y criminalístico, como del etiológico de la lesión. Dentro de los factores a considerar se encuentran los físicos, químicos y biológicos:

- **Agentes Físicos.**
  - *Alteraciones producidas por calor.*

El pelo es fácilmente inflamable, se quema rápidamente. Las puntas quemadas están constituidas por queratina fundida, formando un nódulo de aspectos de racimo de uvas con burbujas en su interior.

Es interesante también, en el estudio del pelo, calcular aproximadamente la temperatura a la cual un individuo estuvo expuesto, ya que a los 100 °C no sufre cambios y a los 200° C el aire se expande, produciendo grandes burbujas; a mayor temperatura el pelo se rompe, se quema y posteriormente se carboniza.

- *Alteraciones producidas por fricción.*

Es un trauma constante y prolongado, producido por frecuentes cepillado y peinado. Las alteraciones causadas por objetos que se utilizan en el pelo en forma ocasional, como son los rizadoros, ligas, peinetas y similares, son pocos comunes. La lesión más frecuente es la llamada “*orzuela*” que es la fractura longitudinal incompleta en la extremidad distal del pelo, dándose un aspecto deshilachado, que se observa como punta blanquecina (fig. 13).



*Figura 13. Pelo fracturado.<sup>3</sup>*

La lesión que pudiera presentarse en el tallo, generalmente consiste en la “*tricorrexis*” o fractura del pelo sin separación del mismo, formando una unión entre sí, por múltiples fibrillas que cuando se desprende, deja una punta de aspecto de pincel (fig. 14).



*Figura 14. Pelo principal desalojado por peinarse.<sup>3</sup>*

○ ***Alteraciones producidas por contusión.***

El traumatismo directo sobre el pelo, en superficie dura como son los huesos craneales (*trauma sobre el cráneo con objeto contundente o caída sobre pavimento de una altura considerable*), produce alteración estructural en el pelo, que va desde el aplastamiento hasta la fractura total con desgarramiento de sus estructuras. Otros traumas, como el producido por el rizador de pestañas, es capaz de inducir la tricorrexis en individuos susceptibles (fig. 15).



*Figura 15. Corte de un tipo de pelo.<sup>3</sup>*

- ***Alteraciones producidas por tracción.***

El pelo está perfectamente enclavado en la piel, sostenido por las estructuras del bulbo piloso; es muy resistente al arrancamiento, sobre todo en grandes mechones. En determinadas condiciones, la tracción puede producir arrancamiento desde la raíz del pelo.

Cuando esto sucede, se puede observar restos celulares del bulbo con deshilachamiento de estructuras; mientras que cuando el pelo se cae espontáneamente, se observa el bulbo redondeado, nítido y seco. En otras ocasiones, la tracción produce fractura a nivel de cuello, ésta se identifica por el corte irregular que se produce ante este trauma (Fig. 16).

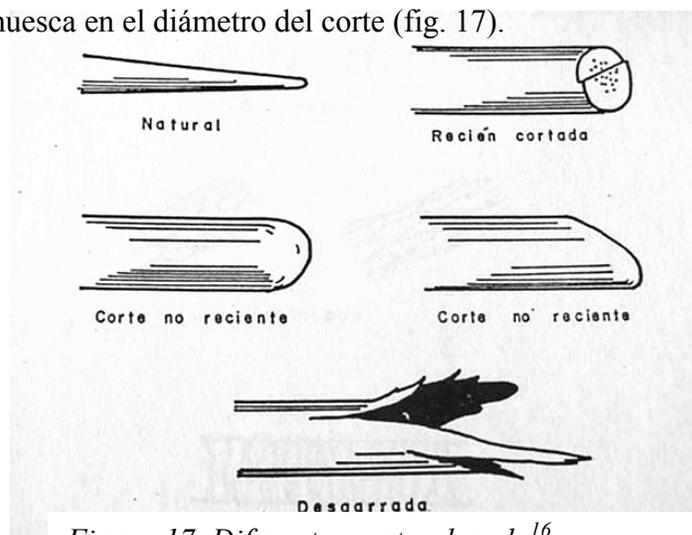


*Figura 16. Pelo arrancado fuertemente, con tejido fino unido.*<sup>3</sup>

- ***Alteraciones producidas por corte.***

El cuidado del pelo, implica el corte periódico del mismo; esto produce un trauma fácilmente identificable, diferente según el instrumento que se haya utilizado.

En general, se consideran dos tipos de corte: “*a navaja*” que es en bisel, nítido, de inclinación variable y a “*tijera*” o con “*máquina*” que es transversal al eje y generalmente con una pequeña muesca en el diámetro del corte (fig. 17).



*Figura 17. Diferentes cortes de pelo*<sup>16</sup>

- ***Agentes químicos.***

El pelo es extraordinariamente resistente a los agentes químicos de uso común; los cambios que le producen éstos, son generalmente mínimos y de poca importancia, sin embargo, algunos se pueden utilizar como marcadores.

El cuidado del cabello y la moda, implican el uso de colorante, decolorantes, acondicionadores, lociones, fijadores y jabones; todos ellos, con múltiples y diferentes sustancias químicas, que irritan al cuero cabelludo en mayor grado, que al pelo mismo, produciendo pocos cambios en éste. Sólo unas sustancias como el peróxido de hidrógeno, hidróxido de sodio y los compuestos amoniacales utilizados como decolorantes, producen aumento en la fragilidad.

Los productos que se utilizan para ondular y alaciar el pelo, son principalmente a base de tioglicolatos, que al romper las uniones disulfuro de la queratina, propician el efecto anterior.

Otros agentes, como los ácidos sulfúricos y clorhídricos, son capaces de deshidratar y quemar el pelo, cuando se aplican en forma accidental o con tendencia homicida. Las soluciones concentradas de hipoclorito de sodio, son capaces de disolver el pelo.

- ***Agentes Biológicos.***

Los agentes biológicos capaces de producir alteraciones estructurales en el pelo.

- ***Bacterias, hongos y parásitos.***

Se pueden observar parásitos adheridos al pelo, no lo alteran (pediculosis), pero el prurito intenso que producen, facilita la presentación de Tricorrexis nodosa adquirida. Los hongos son capaces de producir alteraciones importantes, ya que aumentan considerablemente la fragilidad del pelo por invasión del mismo, observando su fractura y siendo posible reconocer el factor etiológico en el estudio microscópico. Así tenemos la *Tiña capitis*, *barbae* y *favus*, que a su vez, representan un excelente marcador del pelo. La espiroqueta *carateum*, productora del mal del pinto, produce también pérdida de la pigmentación del pelo.

○ *Alteraciones hormonales.*

Aunque no podemos decir que los cambios hormonales son estrictamente traumáticos, hay alteraciones importantes por aumento o disminución de algunas hormonas; es muy conocido el pelo lacio, reseco y quebradizo del hipotiroidismo, que incluso puede llegar a la alopecia, a diferencia del pelo ondulado y brillante del hipertiroidismo.

○ *Alteraciones genéticas.*

No representan estrictamente una alteración traumática, pero sí algunas de tipo estructural, que en ocasiones significa un excelente marcador. Dentro de ellas se puede mencionar la tricoloris nodosa congénita, el pelo en fibra de vidrio, el síndrome de Griselli (*síndrome del pelo plata*) y el albinismo. Otras características regidas por la herencia, son el tipo de distribución del pelo, la edad de presentación de la calvicie y el tipo de ésta, así como la aparición de las canas.<sup>4, 7, 16,17</sup>

**3.8.12. Búsqueda de pelos en la escena del crimen.**

- En la mano de la víctima.
- En el agresor y particularmente en sus uñas.
- En los órganos de la víctima o del agresor.
- En el lugar de un asesinato (cabellos arrancados) o en el de un robo (pelos caídos o adheridos a un objeto cualquiera).

Detectada la ubicación de los pelos éstos deben ser levantados. Habrán de remitirse por separado, en distintos recipientes, los pelos recogidos en sitios diferentes y, a su vez, los envases irán rotulados con las indicaciones sobre el lugar del hallazgo. Por supuesto antes de llevar a cabo estas operaciones, se deben fijar fotográficamente, así como hacer su precisa descripción escrita, complementada con un croquis. En el caso de que se tomen muestras de control, lo que es muy frecuente, deberán obtenerse de varias regiones anatómicas y embalsarse por separado.<sup>20</sup>

### 3.8.13. Manipulación del pelo.

La correcta manipulación del pelo dependerá de la manera en que se encuentren; sin embargo, se recomienda que cuando se encuentra un indicio de esta naturaleza no se deberá tomar entre los dedos, si no mediante pinzas metálicas, teniendo cuidado de no contaminar o alterar de alguna manera las muestras obtenidas y siguiendo una correcta cadena de custodia.

Se recomendaba que el cabello se coloque en pequeñas bolsas de polietileno y sus extremos deberán ser marcados con la letra "a" para la raíz y la letra "b" para la punta (el uso de una lente ayuda en muchos casos a determinar la dirección de la punta y de la raíz del cabello), también pueden utilizarse cajas tipo petri de vidrio, o bien puede utilizarse una cinta con un lado adhesivo para recoger las muestras; posteriormente se desprenden de la cinta con xileno.

En el caso de violaciones deben ponerse mayor énfasis en el pelo púbico. También se recomienda recoger las sabanas completas o la ropa de la víctima para después aspirarla.

Para obtener la muestra de comparación del pelo cuestionado debe de tomarse una muestra representativa de cada región del pelo, si no se cuenta con una comparación no se puede realizar el examen ya que será muy difícil decir de quien se trata el pelo y solo se podrá concluir que es un pelo humano.

Para el caso del pelo de la cabeza de ser posible, se recomienda tomar alrededor de 10 pelos.<sup>6</sup>

El análisis microscópico puede llevarse a cabo con tres tipos de microscopios. *El microscopio estereoscópico* permite hacer una discriminación rápida de qué tipo de pelo se trata, para hacer observaciones gruesas del pelo. *El microscopio óptico* para realizar el análisis de la medula, pigmento, escamas, cutícula.

*El microscopio de luz polarizada* para ver estructuras finas del pelo como, el pigmento, la medula, y la estructura. Para hacer mediciones se puede usar un micrómetro en todos los casos.

El medio de montaje para el análisis de pelo, puede ser una resina temporal la cual debe mantener fija al pelo para después compararla con el pelo de la comparación, cuando se pretenda montar en un medio líquido se puede utilizar ortodichlorobenceno.

El analizador de imagen se maneja en forma manual con movimientos de la platina, a través de la computadora se ve la muestra en el monitor congelando la imagen (15-20 congelaciones) permitiendo de esta forma una mejor observación de la estructura y realizando una comparación del pelo.

En caso que se sospeche veneno, como antimonio, arsénico o talio, se debe someter a un análisis algunos cortes de pelo o raíz, al igual que muestras de uñas.

Estos elementos se quedan en la parte profunda en la queratina que coincide con el tiempo de administración, lo cual se puede determinar por medio del estudio activado de neutrones en unos cuantos pelos, que indica cuando se administró el veneno, según el estrecho de crecimiento del pelo, ya que las dosis más recientes se encuentran cerca de la raíz.

La conclusión del análisis se expresa en términos de exclusión por ejemplo: “Existen suficientes características individuales y microscópicas para asociar a una persona con el pelo encontrado en la escena, excluyendo a los demás”<sup>4, 6, 16</sup>

#### **3.8.14. Recomendaciones generales para recolección de indicios.**

- Fotografiar toda la evidencia antes de quitarla.
- Recoja los artículos grandes, tales como ropa, y colocarlos en bolsas de polietileno separadas. Guardar un registro exacto de la evidencia.
- Una persona debe recoger y empaquetar los artículos mientras que otra persona etiqueta los bolsos y registra los artículos.
- Colocar cada una de las evidencias por separado.
- Nunca poner los artículos sospechosos y los artículos en contacto el uno con el otro de la víctima.

- La persona que recoge los artículos del sospechoso no debe ser la misma persona que recoge los artículos de la víctima. Si esto ocurre, el personal debe cambiar su ropa y recoger la evidencia para evitar la contaminación.
- Las superficies del piso se deben limpiar con la aspiradora para la evidencia posible del rastro. Superficies más pequeñas tales como sillas y asientos del coche deben ser grabadas o ser limpiadas con la aspiradora.
- Asegurar la alfombra, pelo del animal doméstico, y recoger otros estándares que pudieron haber sido transferidos a un sospechoso o a una víctima.
- Recoger todas las muestras conocidas posibles de la fibra de un vehículo. Éstos se pueden obtener de la alfombra, de los paneles de la puerta, de los asientos, de las esteras del piso, y del tronco.<sup>1,8, 17</sup>

### **3.8.15. Limpieza y eliminación de partículas extrañas.**

Para lavar los pelos se emplea solución jabonosa o carbonato de potasio 10 %.

Si fuese muy oscuro, puede emplearse una de las siguientes soluciones: agua oxigenada, perhidrol caliente, ácido acético, solución hipoclorito de sodio, solución alcohólica de cloro o ácido nítrico.<sup>1</sup>

### **3.8.16. Exámenes analíticos del pelo.**

El examen en el laboratorio comprende dos fases:<sup>16, 17</sup>

- a) El examen macroscópico.
- b) El examen microscópico.

El examen macroscópico permite el conocimiento de su aspecto, color, olor forma y dimensiones y enfermedades, datos de sumo interés pericial.

Referente al aspecto, puede estar limpio o impregnado de materia orgánica (sangre o esperma) o bien con parásitos u hongos.

En cuanto su color, depende, de la cantidad de pigmento como de su distribución, las tonalidades cromáticas van del negro al rojo, pasando por el pardo, el castaño y el rubio, sin dejar de tener en cuenta la carencia de pigmento o decoloración congénita del cabello, generalizada (albinismo) o limitada (pielbaldismo), así como la decoloración fisiológica (canicie). Las decoloraciones artificiales y las coloraciones, dado su extraordinaria frecuencia, son de importancia pericial.

En lo relativo al olor, debido al uso habitual de perfumes empleados indistintamente por ambos sexos, puede tener valor identificativo.

Con respecto a la forma, el dato macroscópico es de mayor importancia, por los diversos tipos morfológicos del pelo.

En cuanto a enfermedades, cuando se demuestre el mismo padecimiento en los pelos del sospechoso y en los de comparación, el dato se puede considerar como muy significativo.

El estudio criminalístico del pelo es un examen eminentemente comparativo entre la muestra problema y las muestras testigo, por lo que se requieren los siguientes microscopios: estereoscópico de comparación con una adaptación para cámara fotográfica, de fluorescencia y binocular de baja potencia, contando con accesorios como son: disco micrométrico, micrómetro de platina, objetivos intercambiables, sistemas para fotografiar indicios.

Los exámenes realizados a los pelos humanos en el laboratorio forense se llevan a cabo principalmente mediante microscopia. Esta evaluación implica rutinariamente un proceso de dos etapas la identificación de pelos problemas y de la comparación con pelos testigos; cuya finalidad es comprobar si dos o más individuos estuvieron en contacto o en contacto con un objeto. Esta evidencia sociable es particularmente útil en crímenes de violencia, tales como homicidio, asalto sexual, asalto agravado, donde el contacto físico pudo haber ocurrido.

Los crímenes tales como robo con allanamiento de morada y robo armado implican típicamente la recuperación de los artículos y de la ropa que pueden contener los pelos útiles para la identificación de sospechosos.

El valor de la evidencia del pelo se relaciona con la variabilidad de las características del pelo entre los individuos en la población, que puede ser visualizada con el uso de la microscopia óptica de comparación. Hay muchos factores que afectan la confiabilidad de una asociación del pelo incluyendo experiencia, el entrenamiento, la conveniencia de los estándares sabidos del pelo, y la eficiencia del equipo.

El microscopio óptico de comparación consiste en dos microscopios ligeros compuestos conectados por un puente óptico que permite la visión simultánea de pelos desconocidos y de pelos conocidos (La gama de la amplificación usada es aproximadamente 40X a 400X).

Para la determinación de algunas drogas se realiza generalmente un inmunoanálisis y posteriormente un método cromatográfico; el primero se realiza para tener en cuenta una supervisión preliminar de muestras en un tiempo reducido, mientras el segundo proporciona especificidad.

Los métodos para la determinación de sexo se basan en la tinción diferencial de los cromosomas sexuales. Estos se hallan en las interfases de los núcleos de las células de la raíz del pelo. En estas técnicas los cromosomas “Y” poseen la capacidad para fluorescer mediante la utilización del clorhidrato de quinacrina que los cromosomas “X” de las mujeres no poseen.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El pelo es una estructura que podemos encontrar en casi cualquier parte del cuerpo y que se desprenderse con facilidad, por lo que es común encontrar en la escena del crimen; sin embargo existe poca información compilada sobre cómo este tipo de indicio ayuda a la resolución de un hecho delictivo.

## **5. OBJETIVOS.**

### **General:**

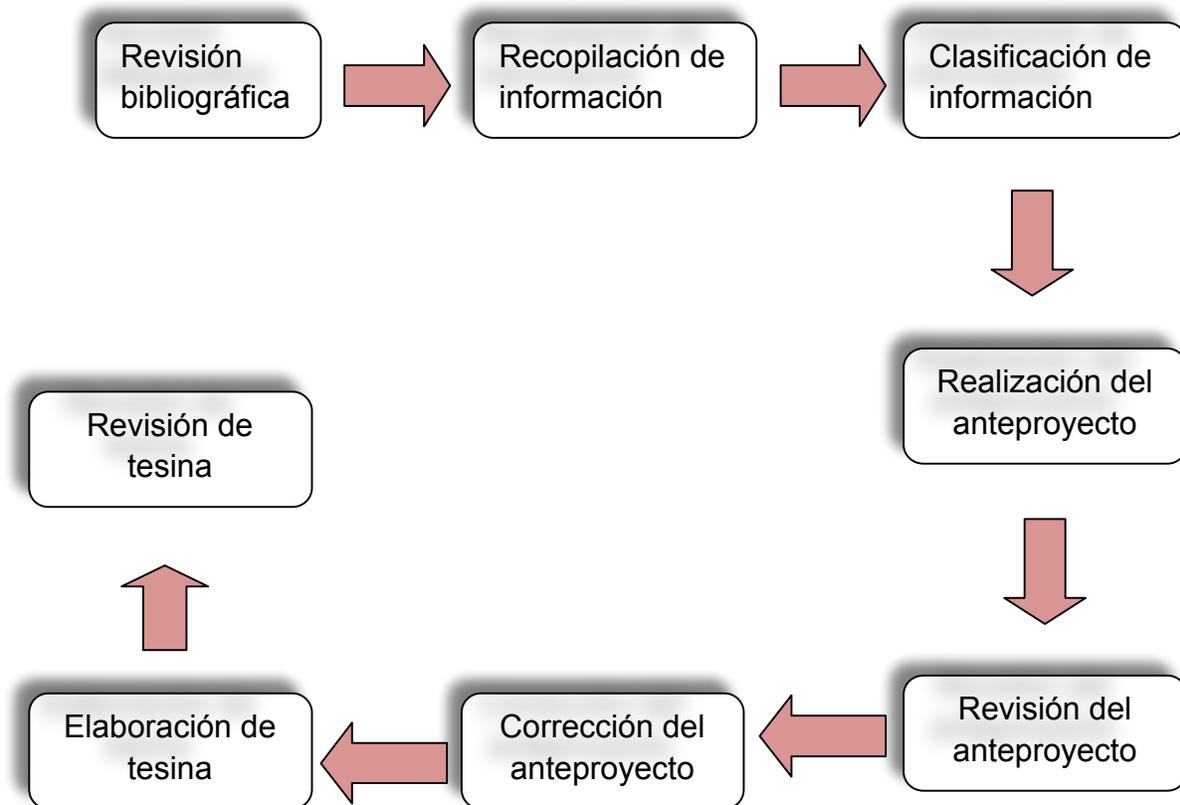
- Elaborar una guía que sustente científicamente cómo el pelo puede ser un indicio de gran ayuda para la resolución de un hecho delictivo.

### **Específicos:**

- Presentar la metodología correcta para la búsqueda de indicios.
- Presentar la metodología correcta para la búsqueda pelos como indicio.
- Explicar la adecuada manipulación de la muestra que garantice su preservación para su posterior análisis con el fin de preservar la cadena de custodia.
- Enfatizar la relevancia de las características del pelo como indicio excluyente en un hecho delictivo.

## 6. METODOLOGÍA.

En el presente trabajo se realizará una investigación documental. La búsqueda de información se llevará a cabo en bibliotecas y vía internet en artículos relacionados con el tema y en páginas de la base de datos de la dirección general de la biblioteca UNAM.



### 6.1. Limitación del estudio.

La elaboración del presente trabajo se llevará a cabo de manera teórica, por lo que solamente se realizará una investigación bibliográfica.

### 6.2. Tipo de estudio.

Documental.

## **7. RESULTADOS.**

Una vez recopilada, revisada y analizada la información correspondiente , se procedió a seleccionar aquellos materiales de interés forense del pelo como tipo de indicio; se elaboró un compendio de información que permita a los profesionales que desean incursionan en el mundo de las ciencias forenses comprender la importancia de los indicios en un hecho delictivo (especialmente los pelos).

Se describe claramente lo que es un indicio, la manera correcta de buscarlos, la utilidad de éstos en la resolución de un hecho delictivo y los principales aspectos criminalísticos del pelo.

## **8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

La elaboración del presente trabajo se llevó a cabo de una forma bibliográfica. Explica de manera clara la búsqueda de indicios y su utilidad enfatizando en los pelos como tipo de indicio; ya que gracias a su resistencia a la descomposición, mantiene sus características a lo largo del tiempo incluso en un cadáver y que por encontrarse en casi cualquier parte del cuerpo y por su fácil desprendimiento es muy frecuente encontrar en la escena del crimen.

El presente trabajo proporciona una herramienta de gran utilidad para quienes deseen incursionar en el campo de la criminalística; les permitirá adentrarse en la búsqueda y el adecuado manejo de indicios, para preservar la cadena de custodia hasta el momento de su análisis que permitirá posteriormente ayudar a la resolución de un hecho delictivo.

## **9. CONCLUSIONES.**

Los elementos filamentosos (pelos) ayudan a la resolución de un hecho delictivo, ya que se encuentran en la mayor parte del cuerpo tanto de hombre como mujeres, se desprenden o arrancan con facilidad incluso sin que la víctima o victimario se percaten de ello; por lo tanto, es común encontrar en la escena del crimen y si se realiza la búsqueda correcta, se pueden encontrar en armas, alfombras, suelo, víctima, victimario, etc. permitiendo (si se conserva una correcta cadena de custodia) establecer mediante la investigación, análisis y reconstrucción la relación de la víctima-victimario-lugar de los hechos.

Al enfatizar en los aspectos criminalísticos del pelo como indicio, en los pasos correctos que preservan la cadena de custodia (fijación, localización, embalaje, transporte), el análisis realizado a la muestra encontrada permitirá, con apoyo de otras pruebas, encontrar al culpable del ilícito cometido.

Si no se conserva la cadena de custodia desde el inicio, al llegar la muestra al laboratorio para el análisis pertinente es probable que sea inutilizable por mal manejo.

## **10. PROPUESTAS Y/O RECOMENDACIONES.**

Como se mencionó con anterioridad el presente trabajo es una compilación de información del pelo como indicio en un hecho delictivo; sin embargo no se realizó de manera práctica; por lo que se recomienda profundizar en esta parte, para así, explicar de manera aun más clara y con problemas reales que permitan un mayor aprendizaje, el correcto manejo de la muestra en diferentes situaciones, el embalaje, etc.; así como las pruebas de laboratorio realizadas a este tipo de indicio.

## 11. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

**ADN:** es un ácido nucleico que contiene instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de los organismos vivos. Es el responsable de su transmisión hereditaria. El papel principal de la molécula de ADN es el almacenamiento a largo plazo de información.

**Alopecia areata:** alopecia que se caracteriza por la presencia de pérdida de pelo en placas localizadas. Puede progresar hasta la pérdida total del pelo corporal y tiene múltiples causas.

**Alopecia androgénica:** la alopecia androgénica, o calvicie común; generada por el aumento de la acción de las hormonas masculinas o andrógenos sobre ciertas áreas del cuero cabelludo predispuestas genéticamente a la afección. Provoca disminución progresiva en la actividad del folículo piloso que va decreciendo de tamaño hasta que se produce la desaparición total del bulbo piloso con la consiguiente pérdida del pelo.

**Alopecia no cicatricial:** la alopecia que es consecuencia de una enfermedad primaria que afecta a los folículos pilosos.

**Alopecia cicatricial:** alopecia causada por lesiones de los folículos pilosos.

**Alopecia universal:** pérdida completa de pelo en todo el organismo.

**Andrógeno:** hormona masculina que promueve el desarrollo y mantiene las funciones de los caracteres sexuales secundarios en el varón (p.ej., crecimiento de la barba y el pelo, tono más grave de la voz, desarrollo muscular, etc.). El andrógeno más importante es la Testosterona.

**Cadena de custodia:** es el procedimiento a través del cual se establece una vinculación directa de la evidencia con la escena del crimen. Registro fiel del curso seguido de los indicios desde su descubrimiento hasta su resguardo final.

**Ciencia:** conjunto sistematizado de conocimientos ciertos que constituyen un ramo del saber humano.

**Ciencias forenses:** conjunto de disciplinas que auxilian a los órganos de justicia en la investigación de los delitos

**Criminalística:** ciencia que aplica el método y las técnicas de las ciencias naturales en la investigación de los delitos.

**Cromosoma:** estructura que contiene los genes.

**Cromosoma sexual:** cromosoma determinante del sexo. Se conoce dos tipos de cromosomas: el “X” y el “Y”.

**Folículo piloso:** es la parte de la piel que da crecimiento al cabello al concentrar células madre, formándose a partir de una invaginación tubular. Es un indicio que se puede utilizar como ayuda para la resolución de un hecho delictivo.

**Fotografía forense:** es la disciplina que tiene por objetivo la documentación gráfica de las condiciones en que se encuentra el lugar de la investigación y de los indicios localizados en él. Deberá de establecerse una progresión clara que vaya de vistas generales, medianas, primeros planos, acercamientos y grandes acercamientos, según lo requiera el caso. Cada indicio se fotografía empleando un testigo métrico y señalando su ubicación cardinal.

**Glándula sebácea:** estructura productora de grasa en el folículo.

**Ilícito:** no permitido legal o moralmente.

**Indicio:** material sensible significativamente de un hecho delictuoso.

**Occipital:** relativo a la parte trasera de la cabeza.

**Queratina:** albuminoide existente en gran cantidad en las formaciones epidérmicas de los vertebrados terrestres. Proteína que se encuentra en el pelo y en las uñas.

**Lugar de los hechos:** es el sitio donde se ha cometido un hecho que puede ser delito.

**Lugar del hallazgo:** corresponde a un espacio en donde se encuentran los indicios que, pero que se desconoce si es el lugar en donde se cometió el ilícito.

**Secreción:** producción de una glándula.

**Toxicología:** es una rama de la medicina que estudia los efectos nocivos de los agentes químicos y de los agentes físicos (agentes tóxicos) en los sistemas biológicos y que establece, además, la magnitud del daño en función de la exposición de los organismos vivos a dichos agentes. Se ocupa de la naturaleza y de los mecanismos de las lesiones y de la evaluación de los diversos cambios biológicos producidos por los agentes nocivos.

**Vello:** Pelo fino y de color tenue que se encuentra en algunas zonas del organismo.

## 12. REFERENCIAS.

1. Alcocer P. Rodríguez A. Medicina Legal: Conceptos Básicos. Editorial Limusa. México: 1993.
2. González G. Medicina forense: aplicaciones teórico-prácticas. Editorial manual moderno. España: 2009.
3. Aebi M. Temas de criminología. Editorial Dikinson. S. L. Madrid: 2008
4. Manual de tricología forense. Aspectos básicos para la descripción de cabellos. Perú: Ferreto N.; 03 de Enero de 2013. [03 de Enero de 2013;18 de Febrero de 2013]. Disponible en: <http://www.slideshare.net/nesssehnt/manual-de-tricologa-forense>.
5. Los indicios biológicos del delito. México: Instituto Nacional de Ciencias Penales, 2011.
6. Owen D. Evidencia Oculta. Cuarenta crímenes verdaderos y cómo ciencia forense ayudada para solucionarlos. Nueva York: 2000.
7. Morales A. Prueba de Marcadores Genéticos Laboratorio de Criminalística. Editorial EUNED. España: 2008.
8. Criminología Una introducción a sus fundamentos teóricos. Editorial Tirant Lo Blanch 4ª Edición. España: 2009.
9. Gaudette B. Collaborative study in forensic Science Society (2012) 24:327.
10. Guzmán C. Manual de criminalística. Ediciones La roca. Buenos Aires: 2009.
11. Thorwald J. El siglo de la Investigación Criminal. Barcelona: Labor S.A.; 1996.
12. Steffoff R. Forensic Science Investigated. Editorial Marshall Cavendish. Primera edición. New York: 2011.
13. Macdonnel J. Bloodstain Pattern Interpretation. Laboratory of Forensic Science, Corning, New York: 2008.
14. Siegel J, Knupfer G. Encyclopedia of forensic sciences; Ed. Elsevier. 2002;3:1-3.
15. Moreno G. Displasias pilosas. México: Dermatología Ibero-Americana Online. Capitulo104; 03de Abril de 2011 [03 de Enero de 2013; 24 de febrero de 2013] Disponible en: <http://piel-org/libreria/item/1277>.

16. Banfield C, Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio. Editorial Elsevier. Barcelona: 2008.
17. Escalonilla T. Gómez I. Anatomía y fisiología humanas básicas. Editorial Akal. México: 2008.
18. Tobin D. Hair in Toxicology: An important Bio-Monitor. Editorial The Royal Society of Chemistry. Reino Unido: 2008.
19. Gaudette B. Evaluation of associative physical evidence, Journal of the Forensic Science Society (1986) 26:163-167.
20. Selfa F. La muerte violenta: inspección ocular y cuerpo del delito. Editorial la ley. Segunda edición. España: 2011.
21. Caro P. Manual de química forense. Ediciones La roca. Buenos Aires: 2007. Moreno G.
22. García P. Tratado de Criminología. Editorial Tirant Lo Blanch 6ª Edición. España: 2009. García P.
23. Siegel J, Knipfer G, Saukko P. Encyclopedia of Forensic Sciences. Editorial Elsevier. Primera edición. Indianapolis: 2008.
24. Simpson. Medicina Forense. El manual Moderno S.A. de C.V. México: 2011.
25. Diagnósticos - Procuraduría General de la República. México: et al; 24 de Agosto de 2010. [24 de Septiembre de 2010; 13 de Febrero de 2013]. Disponible en: <http://www.pgr.gob.mx/Temas20Relevantes/Documentos/Informes20Institucionales/4o20Informe20PGR20completo.pdf>.
26. Innes B. Cuerpos de la evidencia. Pleasantville. Nueva York: 2009
27. Matthew E. Química e investigación criminal: Una perspectiva de la ciencia forense. Editorial Reverté. Barcelona: 2008.
28. Wallace H. A. Principles and Methods of Toxicology. Editorial Taylor & Francis. 5th edición. USA: 2012.