



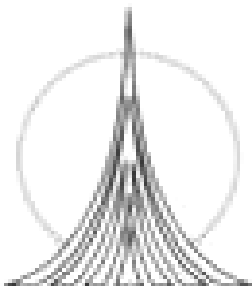
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

"EL PELO COMO INDICIO PARA IDENTIFICAR A SUJETOS
QUE INTERVIENEN EN UN HECHO DELICTIVO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO
P R E S E N T A:
VERÓNICA SOLEDAD MARTÍNEZ DORANTES



ASESOR: Mtra. LEONOR AGUILAR SANTELISES

MÉXICO

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Clara y Ezequiel, a mi esposo Enrique y a mi hijita Abigail, quienes aportaron su granito de arena para que yo comencaría y culminaría mi carrera profesional; ya que con su motivación y confianza me alentaron siempre a salir adelante.

A todas las personas que de alguna manera y en algún momento, me brindaron su ayuda incondicional cuando la necesite.

A Dios por darme la vida, y llenarla de bendiciones y logros.

ÍNDICE

TÍTULO	4
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN	6
MARCO TEÓRICO	8
IMPORTANCIA COMO INDICIO.....	8
DEFINICIÓN	9
TIPO DE PELOS	10
ESTRUCTURA DEL PELO.....	11
CICLO DE CRECIMIENTO DEL PELO.....	14
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CABELLOS.....	16
BÚSQUEDA Y LOCALIZACIÓN DE PELOS.....	16
RECOLECCIÓN Y TRASLADO AL LABORATORIO.....	17
ESTUDIO INICIAL DE LOS PELOS EN EL LABORATORIO.....	18
IDENTIFICACIÓN ANALÍTICA DE LOS PELOS	21
DIAGNÓSTICO INDIVIDUAL.....	27
OBJETIVOS.....	31
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	32
METODOLOGÍA.....	34
DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIONES.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

TÍTULO

“El pelo como indicio para identificar a sujetos que intervienen en un hecho delictivo”

RESUMEN

Para determinar que el pelo es un indicio que puede ser utilizado para la búsqueda de la identidad de los sujetos que intervienen en un hecho delictivo (víctima y victimario), se hizo una investigación bibliográfica en libros y revistas de criminalística, de ciencias forenses, y medicina legal; de los estudios y análisis que se han realizado acerca del tema del pelo, desde años pasados (60's) hasta nuestros días.

La investigación permite observar que existen muchos estudios y análisis que se pueden realizar al pelo para conocer en primer lugar sus características morfológicas, pero que además existen también análisis que nos pueden mostrar la proporción e identificación de los elementos de los que esta compuesto químicamente (aglutinógenos, enzimas, queratinas, elementos trazas, ADN), todos los análisis que se mencionan tienen el propósito de servir para la identificación de la identidad de un individuo; ya que el pelo también puede ser analizado con otros fines, como la identificación de la presencia de sustancias toxicas (envenamientos), drogas, puede proporcionar información acerca del tiempo que una persona lleva muerta, etc. Temas que no se abordaran en el desarrollo del trabajo, sino que sólo se mencionaran. El conjunto de los análisis es de importancia para alcanzar el objetivo de conocer la identidad de los presuntos responsables y de sus víctimas.

En México, no se le da al pelo la importancia como indicio para esclarecer el delito; y esto puede deberse a que aún los criminalistas no están a la vanguardia del tema, o porque aunque quisieran realizar un análisis completo del pelo no podrían, debido a la falta de equipos, cuya tecnología es más avanzada, y que por su alto costo no

se pueden adquirir, y que además sería necesario que el personal se capacitará para obtener el mejor uso posible.

Para finalizar, se determinó que la individualización e identificación de una persona a través del pelo, en la actualidad es una realidad, trabajo que se realiza a través de su análisis; y que esta claro que entre más análisis (procurando utilizar entre ellos alguno de los más novedosos, junto con el de ADN) se realicen a la muestra, los resultados serán mucho más exactos.

INTRODUCCIÓN

De conformidad con los artículos 21 y 102 Apartado “A” de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es el Ministerio Público quien tiene la obligación de la investigación y persecución de las conductas consideradas delictivas, asimismo, de ejercer acción penal ante la autoridad judicial en contra de los probables responsables cuando se acredite el cuerpo del delito y su probable responsabilidad en la comisión del mismo.

En ese orden de ideas, es facultad de la autoridad ministerial, allegarse de todo los medios de prueba que estén a su alcance para la realización de sus fines, es allí donde cobra importancia el departamento de Servicios Periciales.

Como se sabe, el estudio de todos los indicios que se pueden encontrar en el lugar del delito, nos lleva a esclarecer las circunstancias en que ocurrieron los hechos y a establecer la identidad del probable responsable y de sus víctimas.

El estudio y análisis del pelo se viene realizando desde muchos años atrás; el primer examen de cabellos documentado, se realizó en uno de los casos de la historia del crimen, en donde el examen de cabellos jugó un importante papel: “... un asesinato en Churdorf en 1867, en el que un experto médico, el Dr. Lenderd, identificó el arma y sacó además, del aspecto de los cabellos, importantes conclusiones relacionadas con el *modus operandi* del asesino.”¹ Sin embargo, aunque es considerado como un indicio importante; por sus dimensiones en ocasiones su localización requiere de una búsqueda exhaustiva.

A través de los años las técnicas de análisis han evolucionado, los constantes cambios en todos los ámbitos exigen un mayor conocimiento científico de los rastros del delito, por lo que éstas deben actualizarse para ser funcionales y no quedar rebasadas por la necesidad colectiva y los nuevos métodos de delincuencia. En el presente trabajo se habla de los métodos generales utilizados para la descripción de sus caracteres morfológicos, entre los que se encuentran los

¹ Constain M., Constain A. Investigación Criminal. Bogota: Editorial Temis, 1963. p. 100.

estudios micrométricos, determinación de origen, raza, sexo, edad de los poseedores, determinación de la existencia de tintes, etc. Además de los métodos que utilizan más tecnología, por lo cual son más complejos, pero que aportan datos acerca de la composición química del pelo, determinación de peculiaridades orgánicas, investigación de grupos enzimáticos, investigación de aglutinógenos del sistema ABO, y análisis de ADN.

En la mayoría de los casos, principalmente por la situación en la que se encuentran los laboratorios en México, no se puede esperar tener el resultado de todos los análisis mencionados, sin embargo con el conjunto de caracteres de los estudios que se puedan realizar, se puede llevar a cabo una confrontación con pelos del sospechoso, o bien se puede dar una idea general de las características anatómicas visibles del sospechoso o de la víctima, así como parte de su *modus vivendi*. Datos que pueden contribuir de manera trascendental a su identificación.

En México no se cuenta con el personal capacitado, ni con el equipo necesario para el análisis de los indicios del delito; pues no se hace uso de la ciencia para la solución de los actos jurídicamente relevantes en materia penal, prevaleciendo una cultura de corrupción en toda la estructura administrativa y del Ministerio Público, esto probablemente se deba a los malos salarios y a la falta de capacitación de los servidores públicos.

El análisis químico de los vestigios del delito resulta indispensable para lograr la persuasión en la autoridad judicial de que evidentemente una persona participó o no en un delito.

MARCO TEÓRICO

Dos características principales respaldan el crédito del pelo como un elemento importante en la investigación de delitos: La primera se refiere al hecho de que siempre, cuando se registra un encuentro violento entre dos personas, algunos cabellos se desprenden. La segunda tiene relación con la duración del pelo, es decir se conserva en buen estado hasta mucho tiempo después de que los restos de un cadáver se han descompuesto.

El problema de identificar a quién pertenecen los pelos hallados en el lugar del crimen, no es sencillo. “La confrontación de pelos es muy compleja y en ella concurren diferentes factores, como son: la determinación de la longitud y el diámetro; las particularidades presentadas por la punta en los pelos cortados para establecer aproximadamente la fecha en la que lo fueron y su analogía con los pelos problema; confrontaciones colorimétricas; el estudio de las sustancias que unos y otros llevan adheridas, por medio de las cuales es posible, en ocasiones, establecer la profesión u oficio desempeñado por su propietario; y en caso de que los pelos se hallen teñidos con sangre, debe buscarse el grupo sanguíneo a que esta pertenece.”¹ También se deben estudiar las alteraciones patológicas de origen parasitario; estudiar la cutícula, el índice medular del pelo; además de que en la actualidad se pueden realizar otros análisis que contribuyen a un estudio mucho más completo, como son el estudio del ADN, el Análisis por Activación de Neutrones, sólo que estos están condicionados a realizarse en laboratorios con más equipamiento.

Importancia como indicio.

Los problemas médico-legales en los que pueden estar implicados los pelos son:

1. Delitos de lesiones: riñas, homicidios, accidentes de todo tipo.
2. Delitos contra la libertad sexual: agresiones y abusos sexuales.

¹ Velez A. Criminalística General. Bogota: Editorial Temis, 1971. p.218.

3. Problemas de identificación: personas desconocidas, descuartizamientos.
4. Intoxicaciones: los opiáceos y algunos tóxicos minerales, como el plomo, arsénico y talio, se eliminan por el cabello y pueden ser investigados aquí cuando ya han desaparecido de otros puntos del organismo.

Es por esa razón que el estudio del pelo es importante ya que puede brindar información acerca de lo siguiente:

- a) De que ha ocurrido un acto violento.
- b) Lugar en donde ocurrió el hecho.
- c) Reconstrucción del suceso: como el número de participantes, armas utilizadas, tipos de lesiones (por corte y en quemaduras).
- d) Ayuda a la identidad en grandes catástrofes.
- e) Establecer la fecha de la muerte, por ejemplo, el pelo de la barba tiene un crecimiento regular de 0,5 mm/día, esto puede ser aprovechado para conocer el momento del deceso.
- f) Corroborar la existencia de intoxicación.
- g) Mediante las características analizadas con el microscopio (pigmentación, densidad, distribución, coloración, estructura, etc.) indican la similitud o semejanza de las muestras estudiadas.

Cuando se hallan pelos que se presume son del victimario, deben ser conservados para futuras confrontaciones con los de los sospechosos.

Definición.

El pelo es un anexo de la piel, y es una estructura orgánica filiforme resultante de la proliferación de las células de la matriz germinativa del folículo piloso; esta compuesto por la proteína, queratina y melanina. Está conformado de raíz, tallo y punta.

Tipos de pelos.

Según el lugar en donde se encuentran en los humanos, existen diversas clases de pelos:

- a) Cabellos: Pelos propios de la especie humana, implantados en la piel del cráneo. Tienen una vida de 3 a 5 años, se desarrollan en la juventud e involucionan después, de diversas maneras, se puede producir caída (calvicie) y despigmentación (canas). Tienen diversas formas y colores, que se pueden relacionar con alguna raza en concreto. La longitud y el diámetro son variables, si se le deja crecer supera los 10 centímetros y el diámetro medio es inferior a 80 micras.
- b) Cejas: Corresponden a los pelos situados sobre cada ojo, con función protectora. La longitud de las cejas es inferior a 3 cm., con formas sinuosas y de punta aguda.
- c) Pestañas: Pelos rígidos y sedosos implantados en los extremos libres de los párpados. Su longitud es inferior a 3 cm., de formas arqueadas y punta afilada. En los hombres el diámetro es superior a 80 micras e inferior los de la mujer.
- d) Barba: pelos que acostumbran crecer en el rostro del hombre adulto. El crecimiento es muy regular de 0.5 cm., por día, su diámetro medio es superior a 100 micras.
- e) Pelos de las axilas: Longitud de 3 a 8 cm. Se caracterizan por la abundancia de materia sebácea.
- f) Pelos del pubis: Son encrespados y de longitud de 3 a 8 cm., en el hombre con raíz bulbosa, mientras que los de la mujer la raíz es más fina.
- g) Pelos del tórax: De longitud inferior a 3 cm., con un diámetro superior a 60 micras, las puntas acostumbran a ser en forma de brocha o desgastadas.
- h) Pelos de las extremidades. Sus longitudes no superan los 3 cm., el diámetro de sección es inferior a 3 cm., y finaliza igual que los pelos del tórax en puntas desgastadas o en forma de brocha.

- i) Vello (pelo incipiente, más suave y corto que los demás): Longitud inferior a 1 cm., y diámetro de 5 a 40 micras. No tiene conducto medular ni pigmentos.

Estructura del pelo.

La raíz corresponde a la parte del pelo situado en la dermis, que sirve para sujetarlo y comprende desde el bulbo hasta la superficie de la piel. Esa parte de la raíz del pelo llamada bulbo, que es motivo del asentamiento del folículo piloso, tiene un gran interés en el ámbito de la criminalística, porque es la única parte del pelo en donde el tejido celular posibilita la identificación por ADN.

El bulbo es la parte más ancha del pelo, lo sujeta e impide su caída. Con el tiempo un pelo se desprende de forma natural, cuando nace otro que lo empuja, provocando un cúmulo de queratinización y al final cae.

El tallo corresponde a la parte visible del pelo, que emerge del orificio folicular. Al observar microscópicamente una sección transversal se distinguen tres partes: cutícula, corteza y médula.

Cutícula: es la parte más externa del tallo, formado por una delgada capa celular, no pigmentada, las células que al principio son cúbicas, después se van aplanando, pierden el núcleo, y toman forma de escamas queratinizadas, transparentes, semejantes a un tronco de palmera, para observarlas se puede utilizar la luz oblicua; como dato importante existen diferencias entre el pelo humano y el pelo de los animales.

El mejor sistema para visualizar la cutícula es ver las huellas que los bordes libres de las escamas dejan sobre una superficie blanda y transparente. Se han propuesto muchos soportes para obtener el molde cuticular: acetato de celulosa, solución clorofórmica de plexiglás, etc. El esmalte de uñas comercial puede ser útil: se hace una extensión delgada sobre un porta y se coloca sobre ella el pelo; cuando la película está seca, se retira y en el surco labrado por el pelo habrá quedado impreso el dibujo de la cutícula, que puede estudiarse al microscopio.

Presentan una gran variedad morfológica, que contribuye a la identificación e incluso se han efectuado sistemas de clasificación. (Figura 1):

- | | |
|---------------|------------------|
| a) ovals | e) aplanadas |
| b) acuminadas | f) sencillas |
| c) elongadas | g) en sierra |
| d) dentadas | h) e i) dentadas |

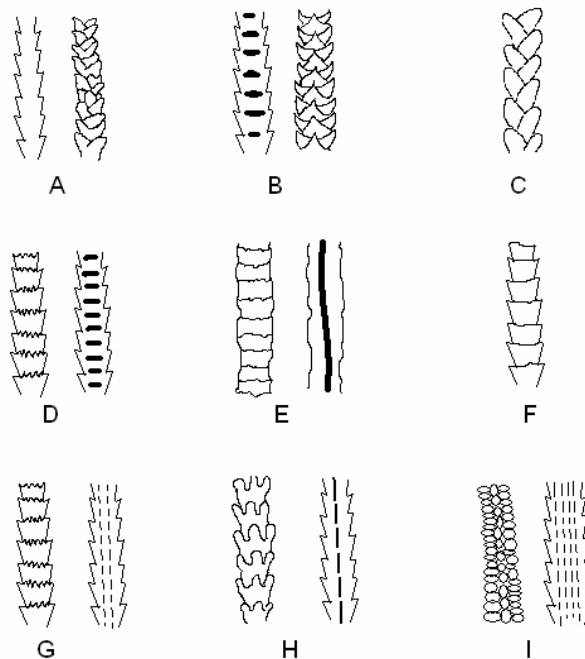


Figura 1. Clasificación de cutículas.

(Fuente: Velez A. Criminalística General. Bogota: Editorial Temis, 1971. pp. 214.)

Corteza: situada entre la médula y la cutícula, contiene pigmentos que dan color al pelo (melaninas) y actúa como estructura de sostén. Está formada de células homogéneas muertas. Contribuye a la identificación la variación de pigmentación del pelo entre individuos diferentes, pero es necesario tener en cuenta la posibilidad de cambios temporales de color en un mismo individuo.

Para estudiar la forma, tamaño y distribución del pigmento en la corteza es preciso realizar un corte transversal del pelo. Para ello se sigue el procedimiento habitual de cortes con microtomo, tras inclusión en parafina, celuidina o resinas más duras.

En el hombre el pigmento tiende a localizarse más en la periferia, mientras que en los animales lo hace más en el centro o se distribuye de un modo uniforme por toda la corteza. En cadáveres enterrados el pelo aparece de color rojo, debido al efecto de oxidación.

Médula: corresponde a la parte más interna del tallo del pelo, formado por capas celulares alternadas con espacios de aire, denominados sacos aéreos, que dificultan su observación microscópica.

Para visualizar la médula es necesario eliminar el aire y, como a su vez las células pueden estar pigmentadas, eliminar el pigmento. Un buen procedimiento es tratar el pelo con agua oxigenada alcalinizada, que contenga trazas de cloruro férrico; el proceso de decoloración debe controlarse por exámenes microscópicos, ya que un exceso puede dañar la estructura del pelo. Para eliminar el decolorante se lava con agua clorhídrica. El examen de la médula debe hacerse en un corte transversal, que nos permitirá el cálculo del índice medular, y un examen longitudinal, que nos permitirá ver el tipo de médula: si es continua, discontinua, en escala, y, dentro de estos tipos, una serie de subtipos.

La anchura de la médula no suele ser uniforme a lo largo de todo el pelo. En los animales es más ancha que en el hombre, en el que suele ocupar 1/3 del pelo.

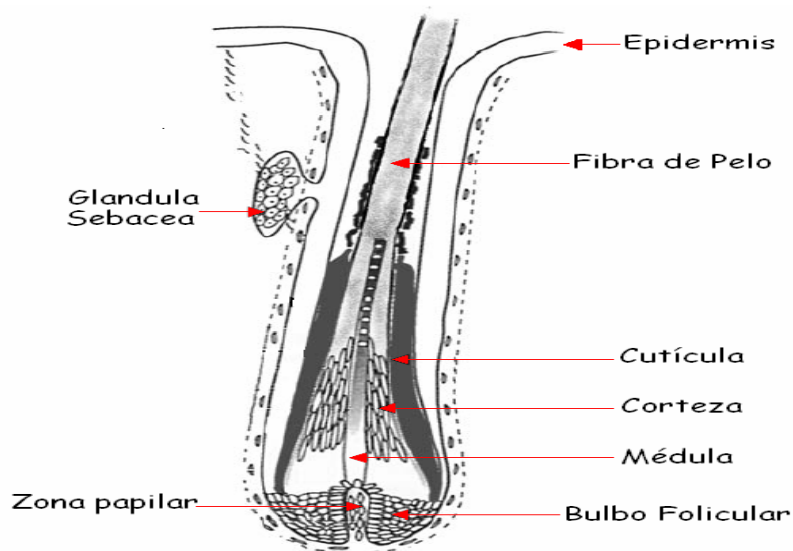


Figura 2. Morfología del pelo.

(Fuente: <http://www.chillan.udec.cl/cahora/Revista20/13PeloCienciaForense.pdf> "El pelo: ¿Esconde secretos para la ciencia forense?"
Revista Nº 20. año 10. pp. 104)

Ciclo de crecimiento del pelo.

El ciclo del crecimiento del pelo consiste de tres etapas ² (figura 3):

Fase Anagénica (o etapa de crecimiento): el folículo se desarrolla y se produce la fibra de pelo. Esta fase puede durar entre 7 y 94 semanas, dependiendo de la región anatómica donde se encuentre, y crece a razón de 0.22-0.52 mm por día o 0.6-1.4 cm por mes.

Fase Catagénica (o etapa de regresión): cuando la actividad del bulbo folicular se detiene y la zona papilar se contrae mientras el folículo alcanza la fase de descanso o etapa telogénica.

² <http://www.chillan.udec.cl/cahora/Revista20/13PeloCienciaForense.pdf> "El pelo: ¿esconde secretos para la ciencia forense?"

Fase Telogénica: en esta etapa el pelo deja de crecer completamente y comienza a caerse luego de esta, el pelo entra en nuevo ciclo de crecimiento, el cual se ve afectado por factores tales como la raza, deficiencias nutricionales y la edad. El pelo de la cabeza de un adulto esta un 85% en fase anagénica y el 15% restante en fase de descanso.

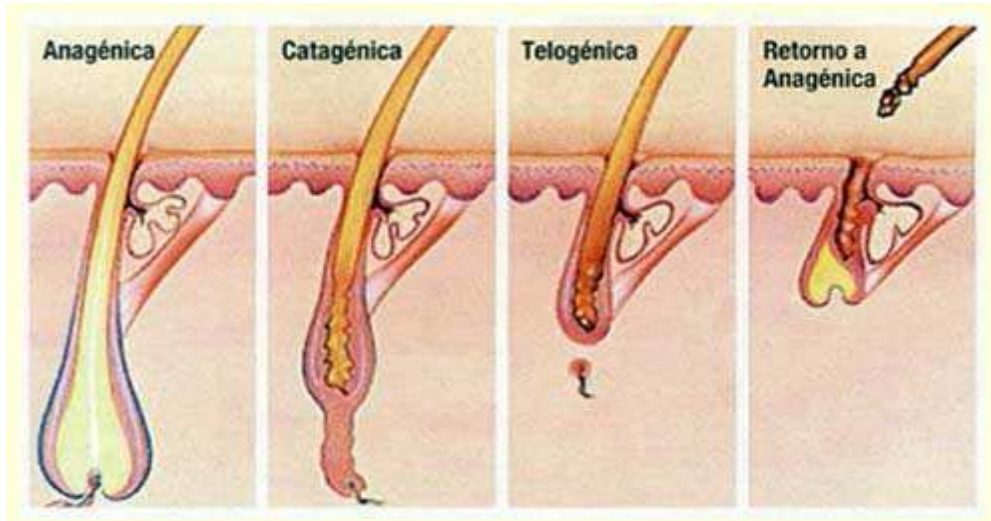


Figura 3. Ciclo de crecimiento del pelo.

(Fuente: <http://www.chillan.udec.cl/cahora/Revista20/13PeloCienciaForense.pdf> “El pelo: ¿Esconde secretos para la ciencia forense?” Revista N° 20. año 10. pp.

104)

Composición química de los cabellos.

- Compuestos orgánicos:

- Proteínas: queratina y melanina. La queratina está formada de una compleja mezcla de proteínas y sulfuros.

- Vitaminas, colesterol y ácido úrico.

El examen gas-cromatográfico de los pelos tras pirólisis puede ser de gran utilidad en el diagnóstico individual, ya que este examen pondría de manifiesto las peculiaridades orgánicas de cada pelo.

- Elementos inorgánicos:

- Arsénico, Plomo, Silicio, Hierro y Fosfatos.

El análisis por activación neutrónica de los pelos ha puesto de manifiesto hasta veinte elementos minerales.

Búsqueda y localización de pelos.

Como norma general se realiza en los siguientes lugares:

- a) En la víctima y sospechoso (manos, ropas, etc.). teniendo siempre presente que la exploración del cuerpo es competencia del médico forense.
- b) En los instrumentos o herramientas utilizadas en la agresión.
- c) En la boca de fuego y salientes de las armas de fuego, como en el cerrojo.
- d) En peines, cepillos, suelos, lavabos, y en general en los lugares que se puedan hallar y que ayuden a la investigación.
- e) En el lugar de un asesinato, o en el de un robo (pelos caídos o adheridos a un objeto cualquiera)

Recolección y traslado al laboratorio.

Antes de proceder a su recogida, o a su análisis específico, los pelos descubiertos en el escenario del delito, requieren un estudio de su topografía, disposición, forma y ambiente donde se han encontrado.

Por supuesto también se deben fijar fotográficamente, así como hacer su precisa descripción escrita, complementada con un croquis.

Se fijan las siguientes normas para la recolección y traslado al laboratorio de pelos, como son:

- a) No se deben recoger directamente con la mano.
- b) Es preferible, si ello es posible trasladar el pelo en su soporte.
- c) Se aconseja la utilización de aspiradora.
- d) Si se utilizan pinzas no se debe presionar directamente sobre el pelo, sino aprovechando el espacio dejado entre los garfios.
- e) Las muestras serán siempre arrancadas, no cortadas. Se recogerán íntegros con raíz, tallo y punta; y en cantidad suficiente.
- f) Se recogerán siempre y sin excepción pelos de la víctima y del sospechoso (si es posible).
- g) Se hará, también, la recogida de las mismas regiones corporales que de las que procede el dubitado. Ya que su cotejo siempre deberá realizarse con pelos de idéntica procedencia regional.
- h) Se remitirán al laboratorio, los pelos, en bolsas de plástico transparente, de cierre hermético o en tubos de ensayo perfectamente limpios y cerrados por tapón de goma.
- i) Los pelos no serán pegados, ni se utilizará papel adhesivo.
- j) Los pelos de diferentes personas, zonas y sitios se remitirán en bolsas distintas, etiquetando su procedencia.

Estudio inicial de pelos en el laboratorio.

A la recepción en el laboratorio de las muestras conteniendo posibles pelos, y tras dejar constancia de todas y cada una de las condiciones y características del estado de los pelos y demás datos necesarios, se efectuará a continuación un estudio analítico inicial en el laboratorio de acuerdo con el siguiente orden cronológico:

1. **Examen macroscópico primario.** En el se realizará la observación del aspecto externo de los pelos, se determinara su olor y se tomaran sus dimensiones externas (sin manipulación ni corte de los pelos).

2. **Examen micrográfico.** Se realizará la observación de las partículas adheridas, como polvos; se prestara atención a las roturas parciales o totales del pelo; se analizaran las señales de arrancamiento o aplastamiento (figura 4). Para saber si ha sido arrancado violentamente o si por el contrario se cayó por su propio impulso, se estudia su raíz y se establece si el bulbo es lleno o hueco; en el primer caso, ello se debe a que el pelo se ha desprendido unido a la papila, ya que esta se ha secado y muerto; en el segundo caso, la papila aún está viva y por lo tanto no se desprende, quedando el pelo arrancado con el bulbo hueco por la falta de aquella.

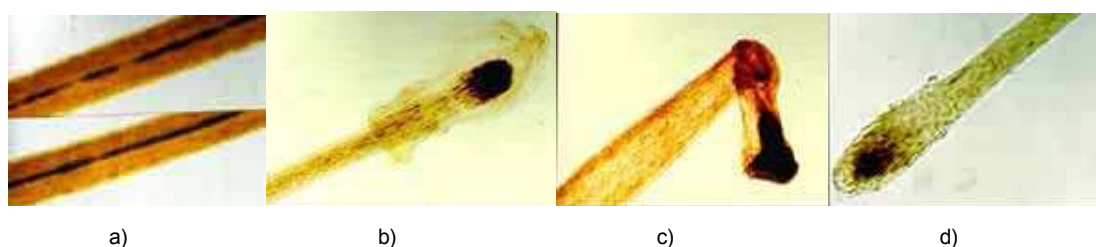


Figura 4. a) Comparación de cabellos b) Cabello arrancado c) Arrancado a la fuerza d) Naturalmente caído

(Fuente: <http://www.chillan.udec.cl/cahora/Revista20/13PeloCienciaForense.pdf> "El pelo: ¿Esconde secretos para la ciencia forense?" Revista N° 20. año 10. pp. 106)

Se llevará a cabo la observación de las características externas respecto a efectos por calor.

- * Alrededor de 150° C, aparecen burbujas aéreas en la cutícula.
- * A la temperatura de unos 200° C, el pelo estalla.
- * Desde los 270 ° C, se carboniza.

Se procede a la observación de posibles lesiones como consecuencia de la acción sobre el pelo de productos ácidos a álcalis. Continuando con el estudio de las células de cutícula y médula; tratando el pelo con ácido sulfúrico las células cuniculares se separan y se estudian al microscopio; para estudiar las células de la médula, se trata el pelo con potasa al 30 %.

Mediante el estudio de la sección transversal del pelo, tras inclusión en parafina, celoidina, u otras resinas; se calculan los índices, por lo que el microscopio deberá tener un objetivo y un ocular micrométricos:

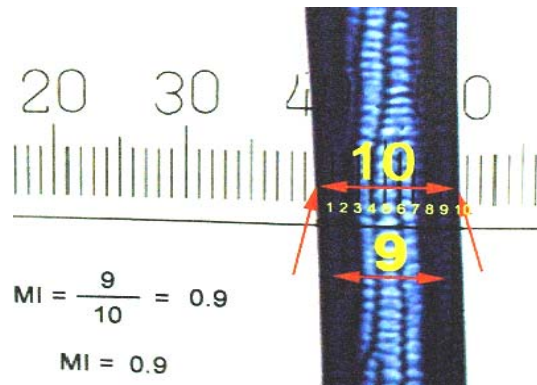
Índice medular e Índice de sección:

$$\text{índice medular} = \frac{\text{diámetro de la sección de la médula}}{\text{diámetro total de la sección del pelo}}$$

$$\text{índice de sección} = \frac{\text{diámetro sección menor del tallo}}{\text{diámetro sección mayor del pelo}}$$

Se obtiene el diámetro total de la sección del pelo calculando la media aritmética de las distintas mediciones del grosor del pelo. De la misma manera se calcula el diámetro de la sección de la médula.”³ Para el cálculo del índice de sección se efectúan varios cortes transversales en el pelo. El índice medular en el pelo de los humanos es inferior a 0.5, por lo contrario en los animales es superior a 0.5.

³ Antón F., Vicente J. Policía Científica. Vol. II. 3ª ed. Valencia: Editorial Tirant Lo Blanch, 1998. p. 906.



Índice medular de un pelo de conejo.

(Fuente: James S., Nordby. Forensic Science. Unites States of America: Editorial CRC Press, 2003. pp. 328)

3. **Tratamiento sobre el pelo en el laboratorio.** Realizadas las anteriores observaciones, se procede a desengrasarlo y se limpia de impurezas con alcohol-éter. Se decoloran con ácido nítrico o con peróxido de hidrógeno. Se cubre el pelo con bálsamo de Canadá, el cual le dará mayor luminosidad. Si el pelo es cano con azul de metileno se averigua si es natural o artificial, si se colorea no es un pelo de natural cano. Para determinar si el pelo ha sido teñido o decolorado, cuando el pelo está teñido, se observa por la diferencia que presenta entre la parte cercana a la raíz y el resto del pelo. También se puede establecer por medio de la utilización de la Lámpara de Wood, ya que ante esta el pelo teñido aparece deslustrado y con aspecto de estopa y también presenta cambios cromáticos y fenómenos fluorescentes.

Identificación analítica de los pelos.

- a) Identificación general. Permite distinguir lo que es pelo de las fibras tanto vegetales como sintéticas. Para ello, una vez convencidos de la carencia de restos de sangre, parásitos e impurezas, se puede proceder a quemar y si es pelo humano o animal, produce olor característico de “cuerno quemado”, lo que no ocurre si se trata de fibras. Además estas últimas observadas al microscopio carecen de estructura similar a la del pelo.
- b) Identificación específica: determina si el pelo es humano o procedente de animal; es resuelto a través de la observación morfológica con un microscopio. Se analizan las diferencias constitutivas de estos en el siguiente cuadro de Mile, Lambert y V. Balthazard, Cuadro 1:

HOMBRE	ANIMAL
<p>Canal Medular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Red aérea finamente granulosa. - Células medulares invisibles sin disociación previa. - Valor del índice medular inferior a 0.30. - Pelos del vello desprovistos de médula. 	<p>Canal Medular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contenido aéreo de vesículas más o menos voluminosas. - Células medulares muy aparentes. - Valor del índice medular superior a 0.50. - Médula en escalones o moniliforme en los pelos del vello.
<p>Sustancia Cortical:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Forma un grueso manguito. - Pigmento en granulaciones homogéneas muy pequeñas. 	<p>Sustancia Cortical:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constituye un cilindro hueco y delgado. - Pigmento en granulaciones irregulares, siempre mayores que en el hombre.
<p>Cutícula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escamas delgadas, poco salientes y muy imbricadas. 	<p>Cutícula:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escamas gruesas, salientes y menos imbricadas que en el hombre. <p>Toda cifra superior a 160 micras de diámetro total es indicio seguro de origen animal.</p>

Cuadro 1. Diferencias entre pelo humano y de animal.

(Fuente: Velez A. Criminalística General. Bogota: Editorial Temis, 1971. pp. 214 y 215.)

c) Identificación individualizada. Busca llegar a saber a qué grupos de individuos o individuo pertenece el pelo investigado. Los estudios pueden seguir estas orientaciones:

1° Identificación de los caracteres genéricos del individuo, como raza, edad, o sexo.

2° identificación comparativa, que diagnostique la individualidad, la pertenencia a esa persona única y exclusivamente.

1° ► Identificación por sexo y región de la cual proceden:

- Se pueden establecer diferencias respecto al índice medular, en el hombre es superior a 0.20 y en la mujer el valor del índice es menor. El valor del índice de sección, en el hombre oscila de 80 a 135 micras y en la mujer alrededor de las 90 micras.
- En el número de escamas de cutícula por milímetro. Como los cabellos de las mujeres son más finos que los del hombre, el número de escamas será menor. Es la aplicación útil del índice escalar.
- Otra determinación se basa en su longitud, diámetro y forma de la punta, como se observa en el Cuadro 2 de Lambert y Balthazard.
- Otros métodos para la determinación del sexo, que pueden ser más avanzados, avalados por los resultados, son:

1° ► La cromatina de Barr o cromatina sexual es el cromosoma X inactivo, que aparece en forma condensada en los núcleos interfásicos.

Una de las técnicas consiste en: Arrancar un cabello que incluya la raíz. Cortar la zona correspondiente a la raíz y depositarla sobre un porta. Cubrirla con una gota de orceína acética al 2 %. Calentar a la llama durante 30 segundos, evitando que se evapore la orceína. Transferir el pelo a otro porta y adicionar una gota de ácido acético al 50 %. Al microscopio de disección se separa la cubierta celular externa, que va a conservarse, del resto del pelo y de la raíz, que se desechan. Absorber el

ácido acético con un papel secante y cubrir sobre las células con una gota de orceína.

Colocar un cubre sobre la preparación y calentar suavemente a la llama durante 5 minutos. Cubrir la preparación con un papel de filtro y aplastarlo con los dedos sin mucha fuerza. Sellar con laca de uñas y observar.

Interpretación de la observación: Si el 30% de las células contienen corpúsculos de Barr, se considera que el pelo es de origen femenino. Si por el contrario no se observan corpúsculos de Barr se reportaran las células estudiadas como de origen masculino, siendo aconsejable la determinación del cromosoma Y, como confirmación.⁴

1º ► Fluorescencia del cromosoma Y, con el inconveniente para la investigación criminal que requiere como condición, que el pelo estudiado no lleve arrancado más de diez días. La esencia es la aplicación de los rayos ultravioleta por medio de marcadores fluorescentes, diferenciando los cabellos portadores de cromosomas, de los que los carecen. Los cromosómicos son los del hombre y los que no llevan cromosomas son los de la mujer.⁵

La técnica empleada más empleada en los laboratorios ha sido la siguiente: se sumerge el pelo en ácido acético glacial durante 4 min; se raspa con suavidad para desprender algunas células que se montan en portaobjetos y se fijan con metanol durante 5 min, dejándolas luego secar. La tinción se hace con dihidrocloruro de quinacrina (Sigma) al 0,5 %, durante 5 minutos. Se lava con agua y se pasa por tampón de citratofosfato de pH 5,5, durante 10-20 min; se monta con tampón fosfato de pH 7,4. Y se examina con el microscopio de fluorescencia.

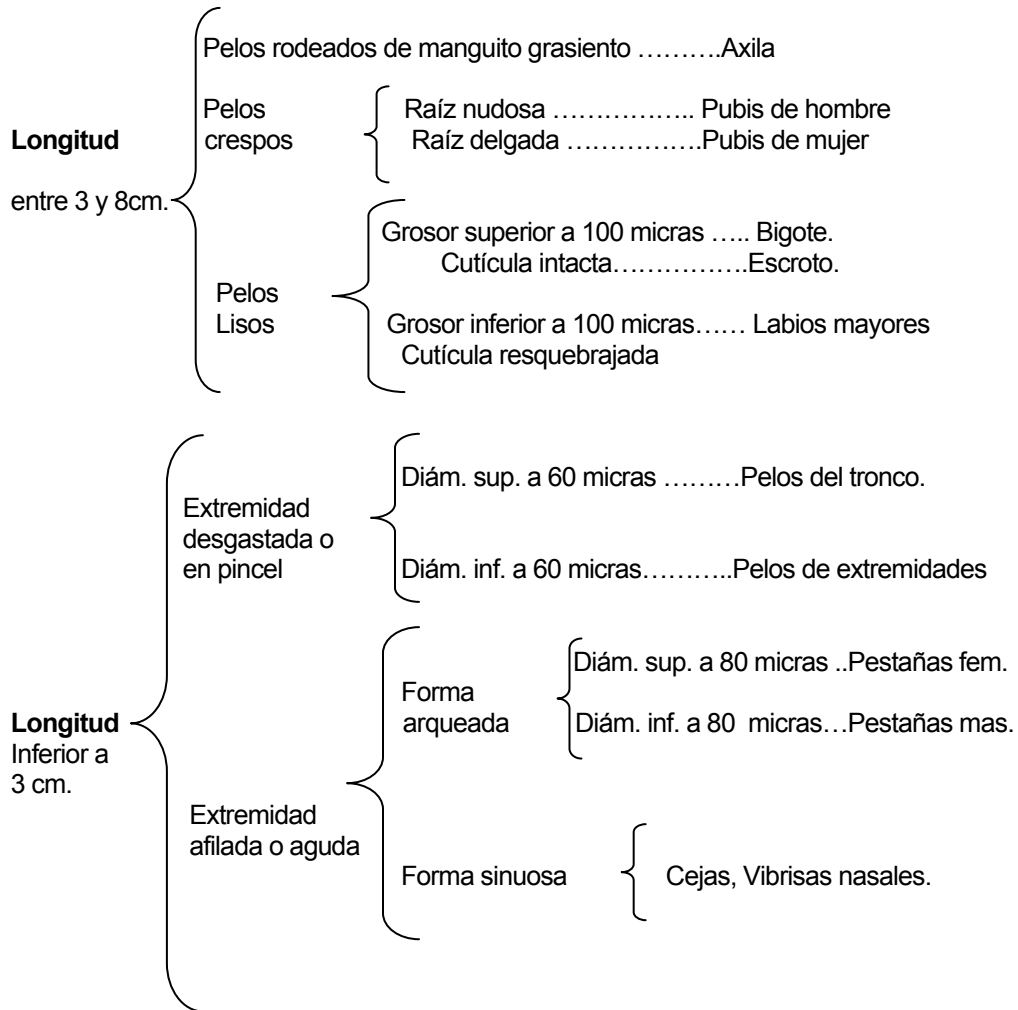
⁴ Vera S. <http://www.criminalistica.net/forense/modules.php>. 2007.

⁵ Krimsholm, Thomsen y Henningsen. Fluorescent and chromosomes in hairs and blood stains. Journal of forensic Sc. 1970.

Pelos cortados

- El diámetro medio es inferior a 80 micras..... cabellos masculinos.
- El diámetro medio es superior a 100 micrasbarbas.
- La longitud es superior a 8 centímetros..... cabellos femeninos.

Pelos no cortados



Cuadro 2. Diferenciación de los diferentes tipos de pelo de acuerdo a la clasificación de Lambert y Balthazard.

(Fuente: Velez A. Criminalística General. Bogota: Editorial Temis, 1971. pp. 214 y 215.)

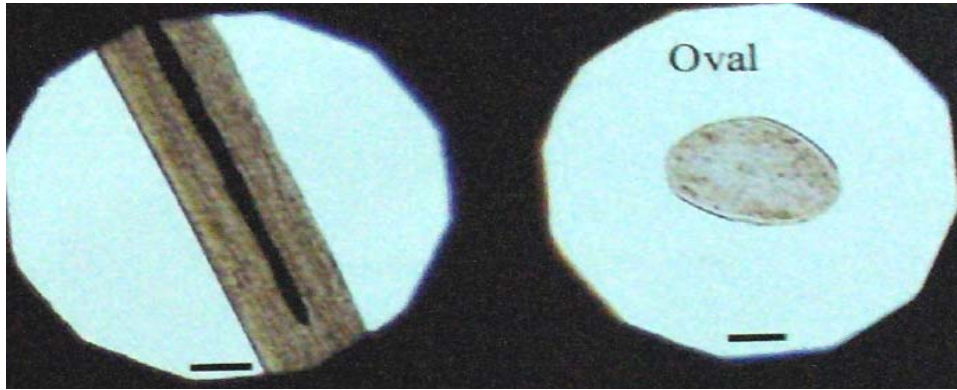
1º ► Identificación de la edad por el pelo: Se determina por la observación microscópica del estado de pigmentación del pelo. Los resultados son aproximados, ya que la evolución de la pigmentación no está exactamente sincronizada con el envejecimiento del individuo. Los pelos de fetos y de recién nacidos tienen en común unas características muy notables: puntas tenues y finas, carecen de pigmento y médula, con un diámetro máximo de 35 micras.

Edad	Diámetro
12 días	24 micras
6 meses	37 micras
18 meses	38 micras
15 años	55 micras
Adultos	..70 micras
En los ancianos los pelos disminuyen en cantidad y grosor; así, el diámetro medio desciende de 70 micras hasta 55 y 50.	

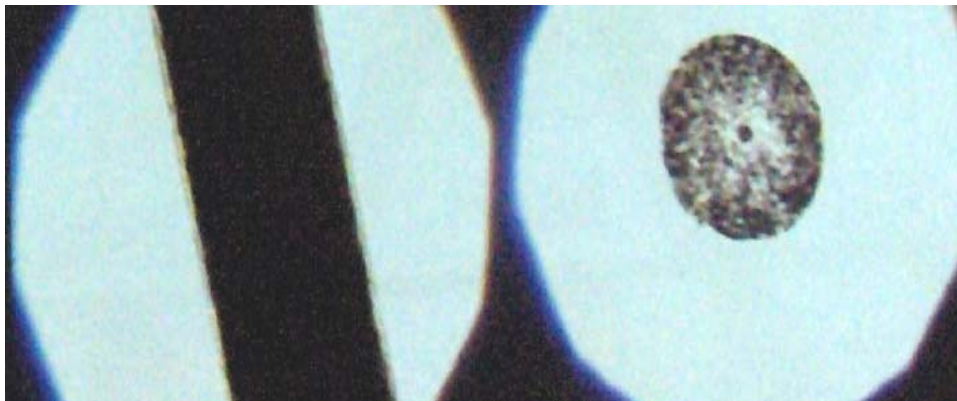
Cuadro 3. Relación del diámetro y la edad aproximada.

(Fuente: Velez A. Criminalística General. Bogota: Editorial Temis, 1971. pp. 216)

1º ► Raza. La morfología y el índice de sección pueden dar datos para resolver este problema. En la raza blanca, los pelos del cuero cabelludo difieren en textura, forma y grado de pigmentación, su diámetro decrece alternadamente a lo largo de su longitud, y la médula de tipo interrumpida, puede hallarse ligeramente excéntrica. En la mayoría de los casos los gránulos pigmentados son oscuros y la cantidad de tales gránulos determina su color a simple vista ya sea rubio, rojo u oscuro.



Características de pelo de cabeza de un europeo (raza blanca).



Características de pelo de cabeza de un asiático del este.

Generalmente su cabello es recto, rústico y negro, con largos tallos muy pigmentados. Los cortes transversales muestran tallos cilíndricos o triangulares con la médula situada en forma central.



Características de pelo de cabeza Africano.

(Fuente: Ogle R., Fox M. Atlas of Human Hair. Microscopic Characteristics. United States of America: Editorial CRC Press, 1999. pp.12 y 13)

El cabello de la raza negra, es normalmente ensortijado, retorcido y negro. El cabello en sección transversal, es oval y estrecho o puede ser casi plano; el canal medular está situado en forma excéntrica.

2º ► Diagnóstico individual.

Existen estudios más complejos sobre la identificación del pelo, como son:

a) Por activación neutrónica: Analizando la composición química de los cabellos. Análisis por Activación de Neutrones (AAN). Este procedimiento consiste en el bombardeo por neutrones, que se hace en un reactor nuclear de una muestra de cabello. Los neutrones son absorbidos por los núcleos de los átomos que constituyen el cabello, haciéndolos radiactivos. La radiación emitida por esos átomos radiactivos puede ser analizada cuantitativa y cualitativamente para determinar la cantidad y naturaleza de los elementos que componen el cabello.

La presencia de los elementos trazadores, como el zinc, el manganeso y el titanio, que forman menos del 0.01 por ciento del cabello y que no puede ser advertida en el examen químico convencional, se observa con mucha facilidad mediante el AAN. Hasta la fecha y mediante el AAN ha sido posible verificar la presencia de veinte elementos trazadores en el cabello humano. Esta composición mineral del pelo se debe a hábitos alimenticios, profesión, lugar de residencia y exposición a determinada polución. *“La posibilidad de que dos individuos tengan la misma proporción de estos elementos en su pelo, es casi imposible. De ahí entonces, el valor del cabello como elemento identificador e individualizador.”*⁶

Esta peculiar composición implica, a su vez, propiedades físicas distintas, como son: densidad, índice de refracción, etc.

⁶ Reyes J. Tratado de Criminalística. México, D.F.: Editorial Cárdenas, 1998. p. 88.

b)Análisis orgánico: Se pueden utilizar varios sistemas, como pueden ser:

1. Identificación por las proteínas. (Principalmente de las queratinas.)

* Análisis de queratinas:

Las queratinas son extraordinariamente variables, siendo los genes multilocus los responsables de esta variabilidad. Su síntesis está bajo control genético y el estudio de su polimorfismo tiene un gran valor para la identificación y la individualización utilizando técnicas de isoelectroenfoque con gel de poliacrilamida en gradiente (T= 4-10%; e= 2,7 %) y tinción de plata, y posterior densitometría, con lo que obtenemos los diferentes patrones de bandeo.

En relación con este polimorfismo de las queratinas las conclusiones admitidas actualmente son las siguientes:

1ª. Se distinguen seis variantes comunes de queratinas (frecuencias mayores del 1%) y algunas más inusuales que corresponden a tres alelos comunes (K1, K3 y m) y otros infrecuentes (K2, K4, K6, etc.).

2ª. Los tratamientos cosméticos del pelo modifican el patrón electroforético y por esta modificación se puede saber con exactitud el tipo de tratamiento realizado.

3ª. Excepto las modificaciones apuntadas, las bandas de queratinas permanecen inalteradas en un individuo durante toda su vida y son altamente estables como vestigio biológico.

Los patrones observados son comunes para queratinas de cualquier procedencia dentro del mismo individuo (cabello, pelo púbico, pestañas, etc.).

2. Determinación por marcadores enzimáticos.

Hasta ahora se ha realizado la de los grupos: Fosfoglucomutasa (PGM1), Glyoxalasa (GLO1), Esterasa D (EsD) (que son enzimas eritrocitarias) y Aspartato quinasa (AK).

“LAWTON Y SUTTON (1982) han propuesto la investigación del sistema multienzimático indicado a continuación: la PGM, en electroenfoque; la GLO 1 en celogel, y la EsD y la AK en gel de almidón.

La PGM, y la GLO 1 pueden analizarse en secciones de pelos de hasta 2 meses de antigüedad. La EsD tiene menor actividad y sólo puede analizarse en pelos recientes.”⁷. Cuando el pelo tiene raíz, la investigación de las células del bulbo es fácil. Cuando se trata de pelos cortados sin bulbo la investigación se hará sobre las células del tallo y el pelo tendrá que ser sometido a un tratamiento previo con XAM y disolución posterior con éter de petróleo.

3. Investigación de aglutinógenos del sistema ABO

Se lleva a cabo por el método de la absorción-elución. Se toman unos cuantos cabellos y se trituran en un mortero con polvo de vidrio. Los pelos así tratados constituyen el material para la investigación de los aglutinógenos.

El método de absorción-elución se basa en los siguientes hechos: las aglutininas se fijan específicamente sobre su aglutinógeno, pero esta unión se deshace si la combinación se calienta a 56° C. Las aglutininas liberadas serán las que estaban unidas de modo específico; su identificación establece el diagnóstico del grupo.

Los resultados, en lo que se refiere al sistema ABO, son buenos.⁸

En la actualidad para la identificación individualizada del pelo acudimos al estudio de los polimorfismos del ADN y de las queratinas, que constituyen los principales proteínas estructurales del pelo.

4. Análisis de ADN:

En la mayoría de los casos y pese a su dificultad, para establecer a qué persona pertenece, la única técnica segura y directa consiste en determinar el ADN nuclear en la raíz, en la fase de crecimiento (anágena o catágena).

Asimismo, de la fracción medular se puede determinar el parentesco por línea materna a través del ADN mitocondrial.

La identificación de individuos, mediante el análisis de ADN, se basa en el alto nivel de polimorfismo existente en los loci analizados, que generan un número muy alto

⁷ Calabuig G. Medicina legal y toxicología. 6ª ed. Barcelona: Editorial Masson, 2004. p. 1278.

⁸ Soderman y O’Connell. Métodos modernos de la investigación criminal. Bogotá: Editorial Limusa, 1992. p.94.

de genotipos posibles, permitiendo distinguir un individuo de otro. Además el análisis del ADN es ubicuo, ya que puede aplicarse en cualquier célula nucleada y es muy resistente a la degradación.

Del ADN no codificante del genoma humano, gran parte corresponde a ADN repetitivo en tándem, una clase particular de este ADN son los loci minisatélites y microsatélites los cuales están constituidos por arreglos de repeticiones en tándem y con una gran variabilidad alélica que los hace marcadores genéticos ideales.

Uno de los criterios de valoración de cualquier marcador para propósitos de identificación, es su poder de exclusión. Esta cualidad de un marcador está directamente relacionada con su nivel de polimorfismo o heterocigosis.

Con las sondas multilocus o con una batería de 5 a 6 sondas unilocus, con heterocigosis de alrededor del 90%, el poder de exclusión puede llegar a 99.99%.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El interés por realizar este trabajo de tesina en el Diplomado de Química Legal, se origina en la inquietud por profundizar en una disciplina que ha cobrado especial relevancia en los últimos años, me refiero a la química legal, como un instrumento al servicio de la autoridad, que hoy por hoy, es uno de los medios de prueba idóneos para el esclarecimiento de los hechos delictivos.

El tema que se examinará es “El pelo como indicio en la búsqueda de la identidad de los sujetos que intervienen en un hecho delictivo”, con el que pretendo abordar los temas y los métodos más destacados en el análisis del pelo para probar la participación de un sujeto, ya sea como probable responsable o como sujeto pasivo, en un hecho ilícito.

Considero que los pelos son indicios de especial importancia, ya que con mucha frecuencia se encuentran en el lugar de los hechos, ya se adheridos a superficies fibrosas, lisas o a fluidos, en las manos de la víctima, en peines, almohadas, prendas de vestir, en armas, etc., además pueden exhibir elementos relacionados con estados patológicos, o traumatismos. Y principalmente son detectados en delitos como: homicidios, hechos de tránsito y delitos sexuales.

Al reconocer que a estos indicios no se les ha dado el valor suficiente aquí en nuestro país, para estudiarlos, analizarlos y utilizarlos como pruebas fehacientes, que complementadas con los análisis de los demás indicios, identifican a los responsables de los delitos, o bien identifican a las víctimas; resolví indagar cuales son las pruebas que se le realizan, y cuales son hasta ahora los avances científicos que sobre este tema se han dado.

Por todo lo anteriormente mencionado, la importancia de este estudio radica en el hecho de que los profesionistas que desempeñan el papel de criminalistas, y aún los que no lo desempeñamos; debemos procurar ser cada día más expertos en los pequeños detalles, debemos indagar, buscar y profundizar de tal manera, que obtengamos de cualquier indicio, las respuestas más adecuadas y poder determinar

de manera más certera: ¿Cómo sucedieron los hechos?; ¿Cuál fue el mecanismo productor? ; ¿Cómo fue la Dinámica? y ¿Quién o quienes fueron los culpables y quién o quienes las víctimas?.

Esa constante lucha por el saber, debe ser el pretexto para ampliar nuestros conocimientos en un tema como lo es éste, como analizar los pelos para establecer la identidad de los involucrados en el desarrollo del delito.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

♣ Poner de manifiesto que mediante el estudio y análisis del pelo hallado en el lugar del delito, es posible determinar la identidad de un probable sospechoso o si fuese requerido, de la víctima (en caso de que esta sea desconocida, o este desfigurada por el hecho violento, o en estado de putrefacción).

OBJETIVOS PARTICULARES:

♣ Determinar cuál es el modo correcto de recolección y embalaje del pelo, ya que estos pasos son cruciales para obtener resultados que verdaderamente nos ayuden a la identificación.

♣ Mencionar cuales son los métodos de análisis más actuales para el pelo, que hacen posible un estudio mucho más completo, y que definitivamente nos llevan a un diagnóstico de identificación acertado.

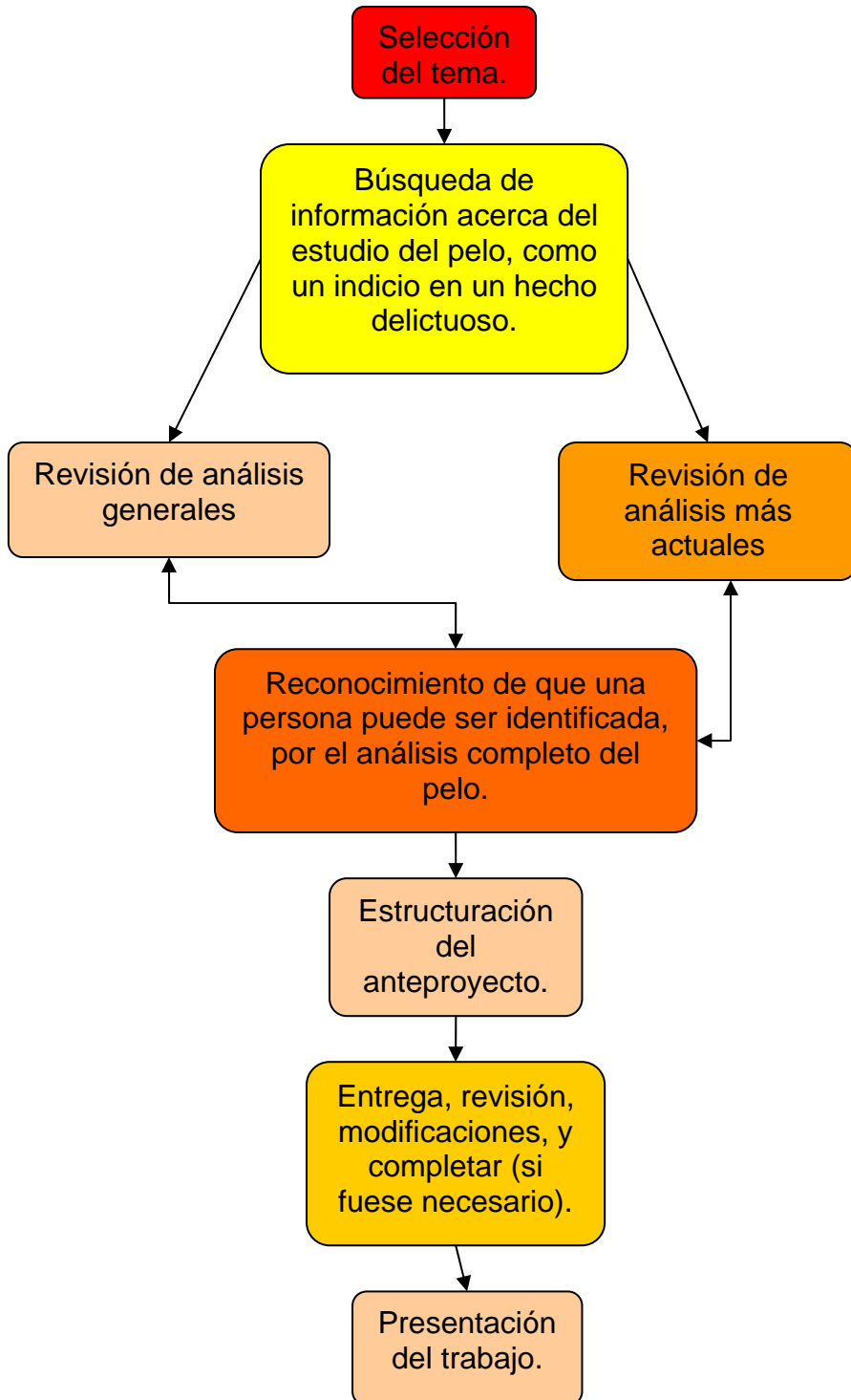
♣ Establecer que el estudio y análisis del pelo como una prueba complementaria de identidad, tiene una validez del ciento por ciento.

METODOLOGÍA

El estudio es documental, ya que la información se obtendrá de escritos que nos puedan ilustrar al análisis del pelo como un indicio en el área de la criminalística; y tiene un diseño bibliográfico, temático.

En cuanto al procedimiento de recolección de la información se realizará acudiendo personalmente a las bibliotecas públicas en las que se manejen libros, revistas científicas, acerca de temas de criminalística y medicina legal y forense; es decir en donde se pueda encontrar información referente al estudio y análisis de los indicios, como en este caso lo es el pelo.

DIAGRAMA DE FLUJO



DISCUSIÓN

El análisis forense del pelo como un indicio puede arrojar evidencias determinantes para la identificación de los sujetos que intervienen en un hecho delictivo.

La importancia del pelo como evidencia forense radica en su resistencia a la degradación; mantiene sus características a lo largo del tiempo incluso, aun cuando el deceso se haya producido en una fecha considerablemente anterior es factible someterlo a análisis; y además su recolección es simple, no invasiva y replicable en caso de una eventual confirmación (cuando se cuenta con más muestra). Aunque es uno de los indicios que se deben buscar exhaustivamente cuando se tiene una escena del crimen; además de que su recolección, embalaje y traslado al laboratorio debe hacerse (como con los demás indicios) correctamente tomando todas las precauciones necesarias para evitar en todo lo posible la contaminación o alteración del mismo, esto es fundamental para obtener resultados verídicos.

Como se observa a lo largo de esta investigación el pelo es una matriz compleja, conocer entonces primeramente su morfología, su composición química y su ciclo de crecimiento serán fundamentales para su análisis; el cual en general deberá incluir un examen microscópico, un examen de su anatomía y un examen de su composición orgánica e inorgánica.

El pelo puede ser analizado minuciosamente, aplicando para ello desde metodologías sencillas, hasta complejas; aportando cada una de ellas información valiosa para conformar una conclusión acerca de a quién pertenece o perteneció el pelo.

Es importante mencionar entonces que realizar un solo análisis del pelo sobre alguna de sus características no es suficiente para dar un dictamen, sino que es necesario realizarle análisis a sus características más sobresalientes, lo que no significa que deban realizársele todos los análisis que se mencionaron en la investigación, por ejemplo se pueden realizar los exámenes micrográficos junto con la identificación del sexo y la región del individuo al que pertenecen, y

complementarlo con el análisis de ADN. La utilización de una u otra metodología de análisis dependerá ante todo de los recursos con los cuales cuente el laboratorio forense.

El análisis del ADN es como sabemos, el único que nos puede proporcionar la información para poder identificar a la persona de la que procede el pelo problema, con plena convicción; aunque también es indispensable tener información con la cual comparar los resultados que se obtengan.

El análisis del pelo como un indicio para identificar a sujetos que intervienen en un hecho delictivo, aquí en México aún no cobra gran auge, aunque si esta ya contemplado y se realizan algunos exámenes en los organismos encargados de impartir justicia, así que esperemos que este indicio tome más importancia en nuestro país como lo es en otros países desde tiempos más remotos.

Por otra parte sería recomendable que cada laboratorio de criminalística contará con una colección de toda clase de pelos, tanto humanos como de animales, y de estos también tuviera microfotografías de cada una de sus partes, con el fin de que los peritos estuvieran familiarizados con sus características, lo que les sería de utilidad para el diagnóstico final.

CONCLUSIONES

Se estableció que el pelo es un indicio que puede brindarnos mucha información importante para resolver un delito, se determinó el modo correcto de recolección y embalaje del pelo, y se dieron a conocer cuales son los estudios y análisis que se le pueden realizar para obtener una identificación acertada.

La identificación de los sujetos a través del pelo es efectiva cuando se han llevado a cabo en su totalidad y de manera correcta todos los pasos, sobre todo lo referido a la recolección de los indicios en el lugar de los hechos, ya que si esta actividad no fue llevada a cabo en forma técnica, es casi imposible que se obtengan resultados fidedignos después de su análisis, los cuales posteriormente servirán para realizar la comparación con los resultados pertenecientes a el o los sospechosos, la víctima o sus familiares (en caso de que fuera necesario), con la finalidad de poder llegar en el menor tiempo posible a un diagnóstico de identificación acertado.

Definitivamente un estudio completo del pelo que nos proporcione la información para establecer a que persona pertenece debe realizarse llevando a cabo el análisis del ADN y complementándolo con otros análisis que nos indiquen las características del pelo.

Tomando en cuenta todo lo anterior el estudio y análisis del pelo, es una prueba con un alto valor, la cual queda plasmada en un dictamen criminalístico razonable y basado en métodos científicos, con resultados comprobables y reproducibles; que puede ser de gran ayuda al Juez para dar una sentencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Achaval A. Manual de Medicina legal. Buenos Aires: Editorial Abeledo – Perrot, 1983: 545-552.
2. Antón F., Vicente J. Policía Científica. Vol. II. 3ª ed. Valencia: Editorial Tirant Lo Blanch, 1998: 904-915.
3. Barberá F., Turegano J. Técnica policial. Valencia: Editorial Tirant Lo Blanch, 1991: 210-216.
4. Calabuig G. Medicina legal y toxicología. 6ª ed. Barcelona: Editorial Masson, 2004: 1275-1279.
5. Clement, J. Recientes progresos en la identificación de pelos. R.I.P.C. N°364. 1983: 447-458.
6. Constain M., Constain A. Investigación Criminal. Bogota: Editorial Temis, 1963: 99-102.
7. Cornelis R. Neutron activation analysis of human hair collected at regular intervals for 25 years. Journal of Forensic Science, 1971: 25-35.
8. Deedrick D. Hairs, Fibers, Crime, and Evidence. Forensic Science Communications. Vol. 2. N° 3. 2000: 90-120.
9. Fernández R. Elementos Básicos de Medicina Forense. 3ª ed. México, D.F.: Editorial ESPOL, 1997: 108-111.
10. Fisher B. Techniques of Crime Scene Investigation. 6ª ed. Unites States of America: Editorial CRC Press, 2000: 201 -207.
11. Gaspar G. Nociones de Criminalística e Investigación Criminal. Buenos Aires: Editorial Universidad, 1993: 95-99.
12. Geberth V. Practical Homicide Investigation (tactics, procedures, and forensic techniques). 3ª ed. Unites States of America: Editorial CRC Press, 1996: 510-513.

13. James S., Nordby. Forensic Science (An Introduction to Scientific and Investigative Techniques. Unites States of America: Editorial CRC Press, 2003: 328-332.
14. Krimsholm, Thomsen y Henningsen. Fluorescent and chromosomes in hairs and blood stains. Journal on Forensic Science, 1970.
15. Montiel J. Criminalística. Tomo 1. México, D.F.: Editorial Limusa, 2005: 49-53, 72-77.
16. Moreno R. Introducción a la Criminalística. 7ª ed. México, D.F.: Editorial Porrúa, 1993:70-77.
17. Moreno R. Los indicios biológicos del delito. México, D.F.: Editorial INACIPE, 2000: 17-25, 49-59.
18. Moreno R. Manual de Introducción a la Criminalística. México, D.F.: Editorial Porrúa, 2006: 75-78.
19. Ogle R., Fox M. Atlas of Human Hair. Microscopic Characteristics. United States of America: Editorial CRC Press, 1999: 1-63.
20. Oliveros D. Manual de Criminalística Preservación y Manejo de Evidencias Físicas. Vol. I. 3ª ed. Caracas: Editorial Monte Ávila editores, 1978: 86-89.
21. Petraco N., Kubic T. Color Atlas and Manual of Microscopy for Criminalists, Chemists, and Conservators. United States of America: Editorial CRC Press, 2004: 57-70.
22. Reyes J. Tratado de Criminalística. México, D.F.: Editorial Cárdenas,1998: 85-89.
23. Rico F., Galán A. Pelos y Fibras. Metodología Científica. México, D.F.: Editorial Instituto Nacional de Ciencias Penales, 1987: 46-166, 192-209.
24. Saferstein R. Criminalistics An Introduction to Forensic Science. U.S.A.:Prentice Hall, 1977: 21.
25. Vargas E. Medicina Forense y Deontología Médica. México, D.F.: Editorial Trillas, 1991:117-121.
26. Velez A. Criminalística General. Bogota: Editorial Temis, 1971: 212-219.

27. <http://www.chillan.udec.cl/cahora/Revista20/13PeloCienciaForense.pdf> “El pelo: ¿Esconde secretos para la ciencia forense?” Revista N° 20. año 10. 103-110. Septiembre – Octubre de 2007. Consulta 10 de Enero de 2008.
28. <http://www.acta.ivic.ve/50-1/articulo3.pdf> “El análisis de ADN para pruebas de paternidad e identificación forense” Acta Científica Venezolana, 50: 24-28, 1999. Consulta 10 de Enero de 2008.
29. <http://www.chillan.udec.cl/cahora/Revista19/QuimicaForense.pdf> Química Forense: Química analítica aplicada a la criminología. Revista N° 19. año 10. 30-45. Marzo- Abril de 2007. Consulta 11 de Enero de 2008.
30. <http://www.criminalistica.net/forense/modules.php> “Estudio forense del pelo” consulta: 25 de Enero de 2008.