



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
“ZARAGOZA”

ESTUDIO FORENSE DEL PELO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGICO

PRESENTA

CLAUDIA ROSAS SEGUNDO

ASESOR DE TESIS

MTRA. LEONOR AGUILAR SANTELISES





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Pág.
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
5. ANTECEDENTES TEORICOS.....	5
5.1 Criminalística.....	5
5.2 Investigación Criminalística	5
5.3 Indicio o material sensible significativo	6
5.4 Identificación Forense	7
5.5 Examen de Pelos	7
6 EL PELO.....	9
6.1 Morfología del Pelo.....	9
7 ESTUDIO DEL PELO COMO INDICIO DEL ESCLARECIMIENTO DE UN DELITO.....	14
7.1 Búsqueda de los Cabellos.....	15
7.2 Diagnostico de cabello.....	15
7.3 Estudio Micrométrico.....	15
8. INFORMACIÓN QUE APORTA EL CABELLO COMO INDICIO.....	17
9. CONDICIONES RELACIONADAS CON EL DELITO.....	24
10. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO.....	25
11. MANIPULACIÓN DE LOS PELOS COMO INDICIO.....	26
12. EXAMEN DEL CABELLO EN CRIMINALÍSTICA.....	27

13. ANÁLISIS DEL CABELLO POR REACTIVACIÓN NEUTRÓNICA.....	29
14. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
15. CONCLUSIÓN.....	31
16. BIBLIOGRAFIA.....	32

1. RESUMEN

El presente trabajo pretende recopilar y resaltar la importancia del estudio forense del pelo en la resolución de un delito y como parte esencial en la identificación forense.

Se abordan los temas pertenecientes tanto a la morfología del cabello, así como las diferencias que tienen con respecto a otras razas o con otros animales, el examen del cabello en criminalística, su importancia como indicio, etc.

Asimismo, se desarrolla como debe tratarse este indicio desde la escena del crimen hasta las pruebas que se efectúan en ellos para lograr que sean significativos en la resolución de un crimen.

La elaboración de este trabajo se efectuó con base al método deductivo fundamentalmente de tipo documental con un carácter tanto descriptivo como bibliográfico.

El estudio del pelo, desde un punto de vista forense ha cobrado una importancia mayor, ya que los resultados obtenidos en un análisis pueden ser trascendentales para la vida de una persona o bien para dirigir la línea de investigación de un caso.

Un análisis de elementos pilosos nos permite reconocer si se trata de pelos biológicos, o artificiales, asimismo se está en condiciones de determinar cuando se trata de una fibra vegetal o sintética, con base en un estudio de pelo puede ser diferenciado un pelo humano de uno procedente de un animal. Además, en el caso de ser un pelo humano se puede saber si es de hombre o de mujer. Se distingue cuando presenta un traumatismo, está teñido o quemado hasta es posible discernir a que región anatómica pertenece.

De manera global el presente trabajo abarca el estudio forense del pelo en sus diversas etapas como investigación pericial,

1. **Búsqueda** de pelo como indicio, en la escena del crimen o sobre las víctimas
2. **Recogida y envío** al laboratorio.
3. **Exámenes** analíticos y su **interpretación**.

2. INTRODUCCIÓN

El examen de los pelos y de los cabellos suele adquirir, capital importancia en la Medicina Legal, ya que ellos pueden encontrarse en el arma que sirvió para cometer el asesinato o en las manos de la misma víctima, que, en su defensa, bien pudo haberlos arrancado a su agresor; estos pelos, por lo tanto, pueden ayudar a la identificación del criminal. Su estudio requiere especial importancia en los peritajes relativos a la violación, a los atentados al pudor, abortos, infanticidios, etc.

Asimismo, también posee gran relevancia en la identificación de cadáveres, ya que éstos permiten obtener diversos datos de acuerdo a su estructura, morfología, composición, etc. Los puntos a revisar en un estudio criminalístico de un delito son:

- Diagnóstico Específico.
- Lugar del cuerpo del cual proceden.
- Si el pelo es cortado o arrancado o caído.
- Edad del sujeto.
- Sexo.
- Si procede de un ser vivo o muerto.
- Determinar si están teñidos o decolorados.
- Raza.
- Si el pelo corresponde a un individuo de determinada profesión.
- Traumatología del pelo.
- La posible existencia de veneno en el sujeto del cual proceden.
- El índice escamoso del pelo en estudio.
- El grupo sanguíneo del individuo del cual proviene.
- Si es un cabello sano o padece alguna enfermedad que permita su tipificación.
- Contenido de trazas de elementos inorgánicos metálicos.
- Realizar los ensayos serológicos que permitan fenotipar isoenzimas para individualizar el pelo en el estudio. ^{1,2,3}

3. OBJETIVOS

- Identificar las técnicas más relevantes del estudio forense del pelo mediante la aplicación de la morfología, la química y genética a fin de coadyuvar en la solución de un delito y en la caracterización forense.
- Describir las principales técnicas empleadas en el estudio criminalístico del pelo.
- Señalar la importancia del estudio forense del pelo.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al gran índice delictivo y a las múltiples pruebas realizadas en un escenario de los hechos, no se da la importancia que debe tener el estudio forense del pelo, así como la relevancia que éste puede adquirir para el esclarecimiento de un crimen; si bien es cierto que su estudio se debe efectuar de manera racional y en casos donde aporte información sustancial, hay que considerar que la información que aporta es muy útil, sobre todo cuando aparentemente no hay mas indicios; por ello es indispensable saber cómo se debe tratar dicho indicio, asimismo que pruebas deben realizarse y cómo analizar e interpretar los resultados de las pruebas que se llevan acabo en él.

La información que dichos análisis aportan, es de gran utilidad primordialmente para reconstruir un hecho criminal, para descartar un sospechoso, para saber si la víctima se defendió e incluso puede ser utilizado como elemento de identificación personal.

5. ANTECEDENTES TEÓRICOS

Antes de abordar el estudio forense del pelo es conveniente adentrarse en el contexto de la criminalística.

5.1 Criminalística

Es la disciplina que aplica fundamentalmente los conocimientos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales en el examen de material sensible significativo relacionado con un presunto hecho delictuoso, con el fin de determinar, en auxilio de los órganos de administrar justicia, su existencia, o bien reconstruirlo, señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo. Se ocupa fundamentalmente de determinar en que forma se cometió un delito o quien lo cometió. ^{4,13}

5.2 Investigación Criminalística

La Investigación criminalística se refiere a toda la metodología empleada con objeto de esclarecer la verdad histórica de los hechos. En la investigación en el lugar de los hechos se deben tener en cuenta ciertas medidas, tal como son:

Protección del lugar de los hechos, son todas las técnicas y maniobras destinadas a permitir que el lugar donde se suscitan los hechos quede completamente intacto y sin alteración alguna posterior a los hechos que se investigan, también se conoce como la cordonación del área y debe ser dicha delimitación abarcando toda el área posible, ya sea en lugares cerrados o en lugares abiertos, toda vez que no se debe limitar el investigador a lo básico e inmediato, teóricamente se establece un área de protección de 50 metros alrededor del punto central del hecho.

Observación del lugar de los hechos; es un acto procedimental que tiene por objeto, la observación, examen y descripción de personas, lugares, objetos y efectos de los hechos, para así obtener un conocimiento previo sobre la realidad de una conducta o hecho, o para descubrimiento del autor, esta fase de la investigación se debe realizar utilizando los cinco sentidos del ser humano, evitando alterar el lugar donde se realizan los hechos.

Fijación de lugar de los hechos o hallazgo; este se realiza con la finalidad de que el lugar donde se suscitan los hechos quede estático para su posterior estudio e investigación, la fijación por escrito debe ser clara, amplia, exacta, incluyendo medidas numéricas para la ubicación de objetos o indicios que a juicio del investigador estén relacionados con el hecho, la fijación fotográfica es una serie de tomas que deben ir íntimamente relacionadas, siendo esta la fijación más exacta y confiable, toda vez que

se van a apreciar detalles que posiblemente a la percepción humana normal no sean visibles. La fijación planimetría tiene como objeto ubicar territorialmente el lugar de los hechos desde un punto de vista y exclusivamente general.

Colección de indicios; es la recuperación de objetos producidos antes, durante y después del hecho, por parte del investigador, es decir se debe tener la capacidad de identificar e interpretar dicho material como perteneciente a cualquiera de las tres fases descritas y decidir cuales de estos objetos tiene la probabilidad de corresponder a los hechos, para dicha colección e indicios se ocupan las técnicas de búsqueda que más adelante se indican.

Suministro de indicios al laboratorio; es el enviar los indicios localizados en el lugar de los hechos o hallazgo, al laboratorio correspondiente, según las características del mismo.^{1,5,10,11,13}

5.3 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. Es todo aquel material significativo, sensible, susceptible de mayor investigación, relacionado con un hecho supuestamente delictivo, cuyo estudio permite reconstruirlo, identificar a sus autores y establecer su comisión. Estos indicios pueden ser: manchas, elementos filamentosos, prendas, objetos, armas, etc.

De acuerdo a su naturaleza, los indicios se pueden clasificar en:

- a) Químicos.
- b) Físicos
- c) Biológicos

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.

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.

Biológicos

Son todos aquellos cuyo origen se encuentre vinculado a un ente vivo, ya sean partes de éste o productos del mismo. Es a este tipo de indicios que pertenecen los cabellos.

5.4 Identificación Forense

Identificar una persona viva o muerta consiste en buscar signos que permitan establecer una personalidad civil y en su caso coadyuvar con la investigación policial, ubicando a la víctima dentro de un contexto social y por consecuencia su posible relación con el agresor.

La identificación constituye un aspecto altamente especializado de la criminalística. La aplicación de técnicas periciales en la identificación, presenta dos vertientes: Identificación de personas vivas y muertas. 4,5,12,13,14

A. Identificación de Personas Vivas.

La Identificación del presunto responsable de la comisión de un delito, o en su caso la reincidencia del mismo. El confirmar la identidad de un individuo y comprobar su posible transgresión criminal mediante la evidencia de su participación en el lugar de los hechos o del señalamiento directo hecho por testigos, es tarea fundamental del área pericial.

B. Identificación de Personas Muertas.

Establece la plena identidad de personas fallecidas es requisito fundamental para los trámites de inhumación o cremación del cadáver, así como la expedición del Certificado de Defunción.

Dentro de la información que aporta el estudio de forense del pelo, este permite la identificación e personas, tanto vivas como muertas.

5.5 Examen de Pelos.

El examen de los pelos suele adquirir, capital importancia, ya que ellos pueden encontrarse en el arma que sirvió para cometer el asesinato o en las manos de la misma víctima, que, en su defensa, bien pudo haberlos arrancado a su agresor; estos

pelos, por lo tanto, pueden ayudar a la identificación del criminal. Su estudio requiere especial importancia en los peritajes relativos a la violación, a los atentados al pudor, abortos, infanticidios, etc.

Asimismo, también posee gran relevancia en la identificación de cadáveres, ya que éstos aportan diversos datos de acuerdo a su estructura, morfología, composición, etc. Los datos más importantes que estos pueden aportar al estudio criminalístico de un delito son:

- Diagnóstico Específico.
- Lugar del cuerpo del cual proceden.
- Edad del sujeto.
- Sexo.
- Si procede de un ser vivo o muerto.
- Raza.
- La posible existencia de veneno en el sujeto del cual proceden.
- El grupo sanguíneo del individuo del cual proviene. 1,9,16,21,29

6. EL PELO

El pelo es una fibra de queratina constituida por una raíz y una base que se forma en un folículo de la epidermis, y constituye el rasgo característico de la piel. (fig. 1), su longitud varía entre varios milímetros, hasta de un metro, y el espesor, entre 0,05 mm y 0,6 mm. Se distribuyen con densidad variable sobre toda la piel con excepción de las plantas de los pies, las palmas de las manos, la caras inferiores y laterales de los dedos de la mano y del pie, la cara superior de la tercera falange, los labios, el glande del pene, el prepucio y la superficie interna de los labios mayores.

Cada pelo se forma por una invaginación tubular de la piel y el folículo piloso, cuyas paredes están formadas por epidermis y dermis. En el extremo profundo del folículo piloso hay una saliente de tejido conectivo que constituye la papila pilosa. La raíz continua con el tallo piloso cuyo diámetro es mayor y sale a la piel. Conectado a cada pelo, hay una glándula o más, sebáceas, están situadas en el ángulo obtuso y se abren en el cuello del folículo.



Fig. 1 El Pelo ^{13,17}

6.1 Morfología del pelo

Cada pelo consiste en una raíz (*radix pili*) ubicada en un folículo piloso (*folliculus pili*) y en un tallo (*scapus pili*) que se proyecta hacia arriba por encima de la superficie de la epidermis. La raíz se agranda en su base (*bulbus pili*). La zona papilar (papilla pili) está compuesta de tejido conjuntivo y vasos sanguíneos, que proporcionan al pelo las sustancias necesarias para su crecimiento.

Papila dérmica.

En ella se encuentran los fibroblastos que son un grupo de células que se invaginan dentro del bulbo del folículo. La papila controla el proceso del ciclo capilar y el grosor del cabello. La papila puede desaparecer lo que provoca una nueva fase de crecimiento en el ciclo piloso.

Bulbo piloso.

Es la zona más proliferativa del folículo. En el bulbo se encuentran varias capas de células basales que rodean la papila. A partir de estas células se desarrollarán todas las que se desplazarán hacia la superficie de la piel. En el bulbo también se encuentra el pigmento que da color al cabello.

Folículo piloso.

Cada vez que se va aproximando a la superficie cutánea se va estrechando por encima del bulbo. En el folículo se encuentra en la frontera constituida por lámina basal que separa la epidermis de la dermis y también existen fibras de colágeno.

En la zona inferior del folículo, que es la zona más llamativa por su volumen, se encuentra el músculo erector del pelo, que consiste en un manojito de fibras musculares lisas unidas. La contracción de los músculos hace que el pelo se erize, cambiando así su ángulo con relación a la piel. Este proceso incrementa las posibilidades aislantes de la cubierta del pelo, proporcionando así un mejor abrigo contra el frío. (Fig. 2).

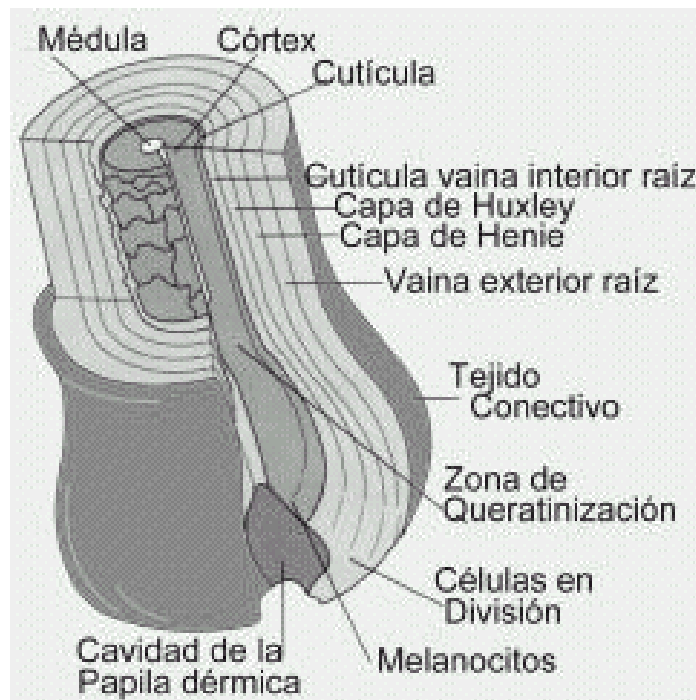


Fig.2 Corte transversal del pelo 13

Vainas del pelo.

Vaina externa de la raíz del pelo.

Es una continuación de la epidermis superficial. Solo tiene de una a dos capas de células basales, alrededor del bulbo, tiene una estructura muy parecida a la epidermis.

Vaina interna de la raíz del pelo.

La vaina interna tiene tres capas desde el interior al exterior son: la cutícula, la capa de huxley y la capa de henle. Las células de estos tres estratos, al ascender desde el matriz celular que se encuentra en la zona germinal del bulbo, desarrollan una diferenciación muy acusada. La queratinización comienza en el estrato de Henle, sigue en la cutícula y acaba en el estrato de huxley.

En el proceso de diferenciación de las células en la vaina externa de la raíz, se forman las proteínas queratínicas duras; finalizando el proceso al alcanzar el nivel del conducto sebáceo.

El tallo (*scapus pili*) comprende tres capas: (Fig. 3)

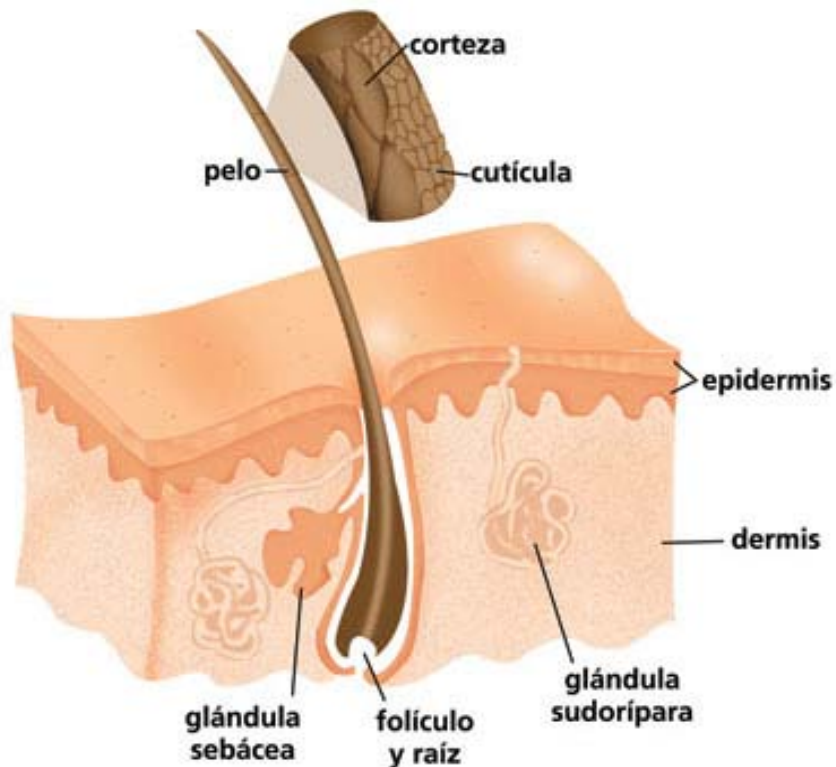


Fig. 3 Estructura del pelo ¹⁷

La médula, que se encuentra situada en el centro del cabello, ésta puede existir o no, o permanecer en forma discontinua. La inexistencia en algunos cabellos presupone que no es vital su presencia. Las células medulares se desarrollan en la parte más profunda del folículo.

La cutícula: Se le atribuye la resistencia y estabilidad, está formada por escamas superpuestas que siempre apuntan hacia la punta del pelo. Las escamas están formadas por células especializadas, las cuales se apollan desde el folículo y en el nacimiento del cabello, forman 6 a 8 capas. está rodeada de la corteza, fuertemente adherida entre sí.

En la corteza se fijan la mayoría de los gránulos de pigmento. Su superficie se encuentra cubierta con un tegumento, en el que las células pueden estar adheridas o bien separadas en las porciones terminales, formando escamas.

En el hombre, la cutícula es suave y poco saliente, con escamas imbricadas; en los animales, son gruesas y poco imbricadas.

En general los cabellos de una misma persona, arrojan valores de índice escamoso muy similares, y no existen gran variedad de estos índices para distintos individuos.

Es útil en algunos casos para descartar un cabello de otro origen al que se estudia. Su determinación se efectúa normalmente bajo observación al microscopio utilizando ocular de 10 X y objetivo de 25 X.

La corteza está sostenida de la capa protectora de la cutícula, sus elementos son células corticales en formas de aguja, las cuales se alinean en una formación regular paralelas a la longitud del cabello. Se distinguen en el cortex dos estructuras principales: Una es semicristalina, formada por cadenas polipépticas, en las direcciones del tallo piloso, estas cadenas se denominan microfibrillas.

Rodeando estas fibrillas se encuentra una estructura con alto contenido de azufre y prolina llamada matriz.

La mayor importancia forense de la corteza proviene del hecho de que se halla implantada con gránulos pigmentados que originan el color del cabello. El color y la distribución de estos gránulos dan al criminalista importantes puntos de comparación entre cabellos humanos.

Los pelos sufren continuas modificaciones. Cuando terminan de crecer, la reproducción de las células indiferenciadas de la base del folículo también se detiene, la raíz se hace progresivamente más estrecha y las células que se encuentran encima de la pila sufren un proceso de cornificación. Finalmente, la raíz se separa de la papila del pelo y este se cae. Antes de que se desprenda, se inicia la formación de un nuevo pelo en la base del folículo a este proceso se le conoce como Queratinización. (Fig. 4).

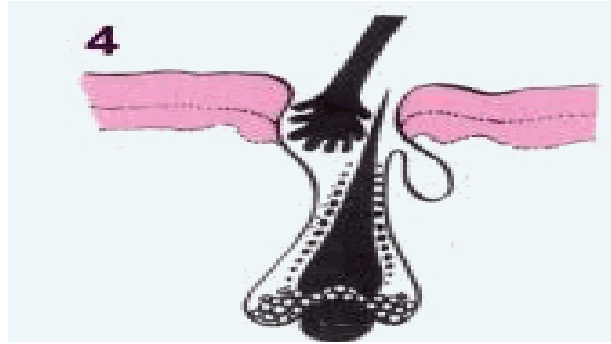


Fig. 4 Queratinización 2

El cabello es un filamento delgado y delicado que nace y crece entre los poros de la piel; tiene gran importancia como indicio, pero dada su estructura y composición se puede destruir con facilidad; además, por su pequeñez puede pasar inadvertido y por su escaso peso los agentes atmosféricos lo pueden transportar hacia otro lugar. ^{2,3,5,6}

7. ESTUDIO DEL PELO COMO INDICIO EN EL ESCLARECIMIENTO DE UN DELITO

El hallazgo de pelos en las actuaciones forenses, ya sea en el lugar del suceso; en el presunto agresor; o en la víctima, en prendas u objetos más o menos directamente relacionados con el hecho, entraña dos series de problemas completamente distintos: por una parte, los de orden identificativo; y por otra, los no menos importantes que se refieren a la reconstrucción de los hechos.

Debido a esto, no se debe observar el pelo como un simple elemento susceptible de ser analizado con fines identificativos, a pesar de que éstos son muy importantes y muchas veces, son decisivos en la investigación; el pelo en la investigación criminal es algo más que un factor histológico o anatómico, es una evidencia, una huella del crimen y, como tal, debe estudiarse también para la reconstrucción de los hechos.

De la misma manera que las huellas de sangre u otras huellas requieren necesariamente, en todos los casos, un estudio topográfico y organoléptico antes de proceder a su análisis específico. El pelo encontrado, requiere siempre, sin excepción, un estudio de su topografía, disposición, forma y ambiente en que se encuentra, circunstancias que hábilmente estudiadas, pueden hacer innecesarias toda una serie de investigaciones técnicas. 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. ^{7,9}

El estudio de pelo y cabellos aporta gran información en la búsqueda del esclarecimiento de un delito, tanto en el aspecto de identificación de la víctima, como en la identificación del agresor incluso en averiguaciones toxicológicas. El cabello está implicado en muchos problemas forenses, dentro de los cuales destacan:

- Delitos por lesiones. Riñas, homicidios y, en general, todo tipo de accidentes.
- Delitos sexuales. Como violaciones.
- Problemas de identificación. Sujetos no identificados, descuartizamientos o desmembramientos.
- Intoxicaciones. Algunos tóxicos minerales, como plomo, arsénico y talio se eliminan por el cabello.
- Fecha de la muerte. Ya que el cabello de la barba tiene un crecimiento regular entre 0.4 y 0.5 mm/día y con ello se puede inferir la fecha en que se presentó la muerte en un individuo. ^{6,10}

7.1 Búsqueda de los cabellos

La búsqueda de los cabellos se debe hacer con mucho cuidado, de preferencia mediante el uso de un pequeño aspirador, y considerando los elementos siguientes:

1. En la escena de los hechos puede haber pelos de animales o cabellos de la víctima, victimarios e investigadores.
2. Siempre es conveniente tomar muestras para un mejor control y sólo se deben comparar cabellos de idéntica procedencia.^{6,8}

7.2 Diagnóstico de cabello

Diagnóstico del pelo en animales. Se establece al estudiar su estructura, ya que es muy diferente a la del cabello y las fibras no tienen cutícula. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferencia entre cabello y pelo

CARACTERÍSTICAS	CABELLO	PELO
Estructura	<ul style="list-style-type: none">• Fino y delgado	<ul style="list-style-type: none">• Tosco y grueso
Médula	<ul style="list-style-type: none">• Estrecha• Ausente o Fragmentada	<ul style="list-style-type: none">• Ancha
Corteza	<ul style="list-style-type: none">• Gruesa• De 4 a 10 veces el espesor de la médula• Única capa con pigmento	<ul style="list-style-type: none">• Delgada
Cutícula	<ul style="list-style-type: none">• Sus escamas rodean completamente al tallo	<ul style="list-style-type: none">• Sus escamas no rodean completamente al tallo

7.3 Estudio Micrométrico

Se procederá a efectuar determinadas medidas con el pelo, mediante un micrómetro ocular. Los principales parámetros son:

- Diámetro total: se refiere al grosor del pelo
- Diámetro medular: este se refiere al diámetro de la médula.
- Índice medular: Es el cociente de dividir el diámetro medular entre el total, este varía entre 0 y 1.
- Índice de sección: se refiere a la relación que existe entre el diámetro de mayor sección y el de menor sección.

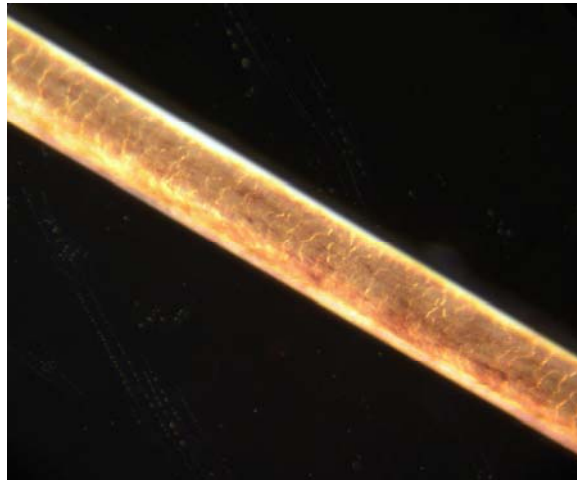


Fig. 5 Estudio micrométrico del pelo 2

8. INFORMACIÓN QUE APORTA EL CABELLO COMO INDICIO.

En el caso del cabello es posible determinar grupo racial, edad, sexo, región de procedencia y características individuales:

Grupo racial.

Por lo general, el cabello de los diversos grupos raciales varía, a continuación se describen los tres grupos más representativos:

- a) Chinos y japoneses: largo y grueso.
- b) Negros: lanudo, corto y ensortijado.
- c) Europeos: regular, café o rojizo y corto.

Determinación de la raza:

Los pelos del cuero cabelludo proveen el criterio más seguro para identificar la raza, es también de suma importancia la presencia de médula en los mismos ya que está cumple un rol importante para la determinación de la raza.

Microscópicamente, se puede distinguir entre raza blanca y raza caucásica, negra, amarilla o marrón, como la de los indios americanos, chinos y otros asiáticos.

La técnica consiste en realizar una inclusión en el pelo en parafina o resina poliéster y luego efectuar cortes transversales con la ayuda de un micrótopo.

En la raza blanca, los pelos del cuero cabelludo difieren en textura, forma y grado de pigmentación. Los cabellos lacios tienen un calibre regularmente liso, que, gradualmente decrece cerca de la punta. Otros pelos pueden ser ondulados o rizados, mostrando un aumento gradual de la ondulación; su diámetro decrece alternadamente a lo largo de su longitud, y la médula de tipo interrumpida, puede hallarse ligeramente excéntrica. En ambos tipos el pigmento varía en intensidad, pero está concentrado en las porciones periféricas de la corteza.

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.

Indios americanos, los chinos y otros asiáticos, tienen generalmente el cabello recto, rústico y negro, con largos tallos muy pigmentados. Los cortes transversales muestran tallos cilíndricos o triangulares con la médula situada en forma central.

El cabello de la raza negra, es normalmente ensortijado, retorcido y negro, variando mucho su calibre a lo largo de toda su extensión, ya que crece y decrece su diámetro alternativamente. Una gran cantidad de pigmento se encuentra en la corteza,

brindando un color negro intenso opaco. El cabello, en sección transversal, es oval y estrecho o puede ser casi plano; el canal medular está situado en forma excéntrica.

La metodología para medir los cortes transversales del pelo, consiste en tomar la parte del cabello más cercana a la cabeza y embeberlo en Epon Plastic; la tableta de plástico obtenida con los pelos incluidos, es dividida en partes con un micrótopo en trozos de 3 micrones. El disco resultante es montado en un porta objeto y examinado a aumento, usando un ocular micrométrico previamente calibrado en micrones mediante el uso de platina micrométrica. Esto permite medir los diámetros mayores y menores y así calcular el área de la sección transversal y un índice de la misma, útil en la comparación de diferentes cabellos. El índice se define como el cociente entre el diámetro menor y el diámetro mayor, multiplicado por 100.

Es así, que, haciendo un adecuado uso de los valores obtenidos del índice y el área de la sección transversal, juntamente con los datos que arrojan los estudios morfológicos, es posible distinguir en una considerable cantidad de casos la raza del individuo del cual proviene el cabello en estudio.

Determinación del grupo sanguíneo:

Las técnicas que arrojan resultados confiables en la búsqueda de aglutinógenos responsables del grupo son las siguientes:

Absorción elusión: Consiste en cortar 6 cm de pelo en estudio en tres piezas iguales, luego de haber sido lavado con jabón y éter, cada trozo se deja 3 hs. con su antisuero correspondiente, (anti A, anti B y anti H), de títulos 128, 64 y 32 respectivamente con su constante agitación, etapa de absorción. Luego se lavan los trozos de pelo con solución salina; se agregan suspensiones de 0,2 % de glóbulos rojos correspondientes al antisuero colocado inicialmente. Se someten los trozos de pelo en contacto con los glóbulos rojos a una temperatura de 50° C.³ Durante 10 minutos y se completa la etapa de elusión con la ayuda de vibraciones ultrasónicas. Finalmente se centrifuga a 120 G. Durante 2 minutos y se observa la aglutinación formada.

Anticuerpos radioactivos marcados: El método de determinación de anticuerpos radioactivos marcados, descrito por Baetlher y Kay, en 1973, se basa en la reacción antígeno – anticuerpo y puede resumirse como sigue; los anticuerpos anti A, anti B y anti H, se marcan con yodo 131, y se colocan en contacto con tres fragmentos de cabello previamente aplastados con una prensa. Cada anticuerpo, con su porción de pelo, se incuba durante un tiempo determinado y luego, cada uno es expuesto a un film de película radiográfica. Cuando se revela el film, el cabello que veló la placa indicará que el antígeno correspondiente dio la reacción antígeno – anticuerpo y podrá en evidencia el grupo sanguíneo del pelo en estudio.

Tratamiento de pelos teñidos o decolorados.

Los pelos teñidos tienen un color uniforme contrario a los de color natural; además, no está teñido en la parte próxima a la raíz.

Considerando un pelo teñido aislado, se puede afirmar que su color es regular, y uniforme, en cambio tal fenómeno no se puede observar en un pelo no teñido, natural.

En los pelos teñidos a menudo falta el brillo y presentan un aspecto quebradizo. El agua oxigenada es el decolorante más empleado, entre las tintas orgánicas, la finelendiamina es la más tóxica y es un agente causante de lesiones en la dermatitis.

Las dificultades para identificar la naturaleza de la sustancia colorante es grande; La luz de Wood, es un auxiliar de suma importancia para la identificación de cabellos decolorados y teñidos. Es muy importante comparar el color del cabello con pelos de otra parte del cuerpo y también examinar el color del cuero cabelludo, que puede verse manchado de tinte, empleado bajo la luz de wood, el cabello teñido aparece sin brillo y con aspecto de estopa, los cambios cromáticos y la fluorescencia ayudan en el aspecto pericial. Las tinturas pueden reconocerse mediante las técnicas analíticas correspondientes.

Para establecer si un cabello ha sido decolorado o no, se le somete a la prueba de la infiltración o impregnación de ciertos colorantes. Los cabellos naturales u Oxidantes, se impregnan fácilmente. Los pelos que habían sido decolorados con agua oxigenada toman un color azul, mientras que los naturales, y los tratados con tinturas no Oxidantes, resultan indiferentes al tratamiento.

Sexo.

Su determinación se efectúa por medio de la cromatina sexual que se encuentra en las células de la raíz. Los métodos de determinación de sexo, están basados en la tinción diferencial de los cromosomas sexuales. Estos se encuentran en las interfaces de los núcleos de las células de la vaina de la raíz del pelo.

En la mujer normal los cromosomas sexuales aparecen como un par homólogo de cromosomas X. En la interfase del núcleo, uno de los cromosomas X aparece condensado y puede ser teñido para que aparezca como un cuerpo marginal en el mismo. A este cuerpo marginal se le denomina Corpúsculo de Barr.

En mujeres, debido a que poseen cromosomas XX, algunos de los núcleos mostrarán dos corpúsculos de Barr, y en caso de los hombres, que poseen cromosomas XY, tendrán un solo corpúsculo de Barr.

Por otra parte, tomando en cuenta que el hombre normal tiene un cromosomas X y otro Y. Los cromosomas Y poseen una afinidad para fluorescer con el clorhidrato de quinacrina, lo que no ocurre con el cromosomas X.

Detección del corpúsculo de Barr. Este método se practica haciendo un frotis con la raíz del pelo sobre un porta objeto y tiñéndolo posteriormente con orceina, en medio acético.

Reactivos: Solución Stock: 1g de orceína sintética; 45 mL ácido acético glacial; Calentar, enfriar y filtrar; Diluir 10 mL de la solución Stock con 12 mL de agua destilada. Esta solución requiere filtraciones periódicas.

Interpretación de los resultados: Si el 30 % de las células contiene 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.

Detección del Cromosoma Y: Este método se desarrolla ante de necesidad de poder conocer en forma rápida y eficiente el sexo de los atletas que participan en competencia internacional. En el caso de aparecer un cromosoma Y (masculino) hallado de un cromosoma X (femenino) se observa una marcha verde fluorescente cercana a la periferia de núcleos de las células. Actualmente se han desarrollado nuevas técnicas que permiten detectar el cromosoma Y basados en la tinción de los mismos, utilizando la solución colorante fluorescente de clorhidrato de quinacrina.

Edad.

El cabello permite determinar la con relativa exactitud, lo cual se lleva acabo debido a las características distintivas que posee en las diversas edades.

Los pelos fetales presentan las características del vello, ausencia de canal medular y de pigmentos y figura delgada en la punta. Su grosor oscila de 20 a 50 micrones en el feto a término.

En los niños de un mes de vida recién se observan en los cabellos la existencia de canal medular, este hecho es un signo de maduración de los recién nacidos. El desarrollo del canal medular, comienza más pronto en las pestañas que en los restantes pelos.

Se asignan los siguientes valores al diámetro medio, según sus edades:

Edad (días, años)	Díámetro (Micrómetros)
6 Días	24
12 Días	37
18 Días	38
25 Días	55
15 años	50-70
Adulto(mujer)	80-90
Adulto(hombre)	80-100

En los ancianos los pelos tienden a disminuir en cantidad, grosor, diámetro medio del cabello descendiende de 80 a 60 – 65 micrones.

La presencia de pigmentos muestran que los pelos pertenecen a un sujeto que comienza a encanecer, fenómeno que ocurre a edades muy diversas.

Región de procedencia.

Dependiendo de su ubicación anatómica posee diversas características:

a) Cabeza (Fig. 5):

- Largo
- Extremo distal adelgazado
- Romo, si es cortado recientemente
- Redondeado, con corte de más de un mes
- En sección transversal es circular u oval



Fig. 6 Cabello de la cabeza

B) Axila y pubis:

- Corto
- Ondulado y ensortijado
- Diámetro variable a lo largo
- Al microscopio el pelo axilar presenta una capa de grasa por la secreción sudoral.



Fig. 7 Pelo en axila

C) Barba y Bigote:

- En sección transversal es casi triangular



Fig. 8 Barba y Bigote

D) Pestañas:

- Fusiforme y extremo distal fino



Fig. 9 Pestañas

E) Extremidades:

Crece en forma transversal, en menor longitud que el de la barba y con un calibre menor. 6,11,16,18

Características individuales.

Es necesario disponer de muestras para realizar una adecuada comparación. Los factores indispensables son:

- Longitud y diámetro
- Particularidades de puntas
- Presencia de tintes, cosméticos y sustancias extrañas
- Presencia de manchas de sangre para tipificar grupo sanguíneo
- Color

- Alteraciones patológicas de tipo parasitario

Diagnóstico Cronológico.

En personas vivas crece 0.4mm al día; en cadáveres, el color cambia de uno a tres meses al estar sepultado a poca profundidad, y de seis a doce meses si se encuentra a gran profundidad.

9. CONDICIONES RELACIONADAS CON EL DELITO.

En diversas condiciones relacionadas a un delito es posible obtener la solución de éste mediante el análisis forense del pelo. Por mencionar algunos casos tenemos los siguientes:

En la violación, la víctima puede quedar con vello púbico del agresor y viceversa.

En lesiones, el cabello puede sufrir ruptura de la cutícula si se asestó un golpe en la cabeza. En quemaduras por llama, la punta se hincha o se ensancha y el pelo se retuerce y se hace frágil.

Cuando el pelo ha sido arrancado, el bulbo se observa irregular y con ruptura de la vaina. Si ha caído espontáneamente, la raíz estará atrófica y la vaina ausente. Cuando ha sido cortado, el extremo distal muestra un borde nítido con una cutícula que se proyecta, si es reciente; cuadrada, a la semana; lisa, a las dos semanas, y redondeada al mes. 4,6,10

La identificación por medio del cabello es una opción más para establecer la individualidad de un sujeto y no sería conveniente realizar un estudio de esta naturaleza sin consultar a un perito en la materia.²⁰

10. MÉTODOS PARA EL ESTUDIO.

Existen diversos métodos para su estudio dependiendo de la parte del pelo que se desee analizar, a continuación se enuncia de manera general la forma en que éstas son estudiadas.

La cutícula puede observarse agregando una gota de agua; también, previa decoloración se puede teñir con azul de metileno y otro método es hacer un molde de su superficie. Esto puede hacerse rápidamente por embebido del pelo en un medio flexible como esmalte de uñas, solución vinílica o plexiglas en cloroformo. Cuando el medio se ha endurecido, el pelo se saca y permanecerá una clara y distintiva imprenta de la cutícula del pelo, ideal para el examen con un microscopio compuesto.

La corteza, es examinada microscópicamente, después que el pelo ha sido sometido a bálsamo de Canadá.

La medula: Es el canal central que corre a través del cabello, en muchos animales este canal es predominante, ocupando más del diámetro del pelo. Las células de la medula están separadas por una red aérea de aspecto variable, según la especie animal.

No todos los pelos tienen medula, y cuando la tienen, pueden variar el grado de medulación. La medula ofrece una serie de datos, debiéndose considerar la medida del diámetro total y el diámetro medular.

En los cabellos de hombre se encuentran valores promedios de índice medular de 0,25 a 0,35 y en las mujeres, inferiores a 0,20.

El pelo humano puede no exhibir medula o tenerla fragmentada, raramente muestra una medulación continua; en cambio en los animales tienen medulas que son continuas o interrumpidas. ^{3,5,8,15}

11. MANIPULACIÓN DE LOS PELOS COMO INDICIO.

Waldeyer, observo muy apropiadamente: "La suciedad adherida al cabello es a menudo mas importante que el mismo cabello".

Por lo tanto, cuando se encuentra un cabello, no se debería tomarlo entre los dedos, El uso de una lente ayuda en muchos casos a determinar la dirección de la punta y de la raíz del cabello.

Gross, recomendaba que el cabello debiera ser colocado sobre un papel y fijado mediante dos tiras engomadas y sus extremos marcados con la letra "a" para la raíz y la letra "b" para la punta.

En países donde hay una población mixta, esto se hace difícil, porque todo el cabello no puede montarse sobre una hoja de papel, ya que el de mulatos raramente lo permitiría, cabello de tal tipo se preservan en papel blanco o en pequeñas bolsas de papel o polietileno.

12. EXAMEN DEL CABELLO EN CRIMINALÍSTICA

Previo a la recogida y posterior envío para su estudio en el laboratorio es preciso su estudio "*in situ*".

El medio ideal para fijar el estado en que se encuentra y hacer correctamente su estudio es la fotografía. Es necesaria la fotografía de ese pequeño detalle que es el pelo, utilizando si es preciso medios de ampliación (fotografía microscópica).

Una vez verificado el estudio "*in situ*", se prosigue la recogida de muestras para su ulterior estudio en el laboratorio. Puede afirmarse que de la técnica empleada en esta operación dictaminará, en gran parte, el éxito o el fracaso de las posteriores investigaciones en el laboratorio.

Si por circunstancias especiales no es posible trasladar los pelos al laboratorio junto con el soporte, cuando están adheridos al mismo, no queda otro recurso que separarlos con sumo cuidado; pero siempre el criterio que debe imperar en esta operación es que todo elemento ambiental del pelo debe ir íntegramente a la mesa de trabajo, pues a veces una mínima partícula de sangre o de cualquier otra sustancia es decisiva para llegar a la completa individualización.

Posteriormente se prosigue con una pauta analítica, es decir en el laboratorio, con un examen microscópico complementario al realizado "*in situ*" que contiene el examen micrográfico y posteriormente las técnicas adecuadas del laboratorio, entre las que podemos utilizar actualmente las derivadas del DNA.

Se recomienda guardar el pelo en frascos con tapa de vidrio esmerilado, para no altera su olor característico. Lo mejor es examinar el pelo al encontrarlo. Se debe tomar el espécimen con pinzas y colocarlo sobre un porta objetos, cubrirlo con un cubre objeto y examinarlo bajo el microscopio. Luego sin haber hecho una limpieza del ejemplar, agregar agua destilada y examinarlo cuidadosamente. Este procedimiento permite a menudo descubrir manchas de sangre, esperma, pus etc. Después de haber verificado esta observación preliminar, se procede a limpiar el pelo.

La metodología general que se emplea para el examen de este indicio es:

- Toma de muestra. Lo ideal es remitir la muestra libre de tintes, contaminantes, se recomienda escoger zonas recientes, no teñidas y alrededor de 200 mg de muestra.
- Lavado. Se emplea para descartar contaminación externa y el exceso de grasa. Para lavar los pelos se emplea solución jabonosa o carbonato de potasio 10 % indistintamente, luego se deshidrata con alcohol, posteriormente es tratado con xilol y se observa mediante el microscopio en medio acuoso o glicerinado, puede emplearse bálsamo de Canadá. Si fuese muy oscuro, puede emplearse

una de las siguientes soluciones: agua oxigenada, perhidrol caliente, ácido acético, solución de hipoclorito de sodio, solución alcohólica de cloro o ácido nítrico. Se obtiene buenos resultados con agua oxigenada de 100 vol. Solución de hidróxido de sodio de acción combinada. En general la decoloración del pelo se cumple en aproximadamente 15 minutos, no alterando la estructura de los ejemplares.

- Digestión: Se emplea para degradar el cabello sin que se metabolicen las posibles drogas encontradas en el. Puede ser alcalina, ácida o enzimática.
- Extracción. Aísla las posibles drogas de los demás componentes que fueron degradados.

Cuantificación: La forma mas común de cuantificar es mediante Cromatógrafo de Gases acoplado a Espectro de Masas.^{8,9,10,}

13. ANÁLISIS DEL CABELLO POR REACTIVACIÓN NEUTRÓNICA

Este tipo de análisis se basa en el principio por el cual, en los materiales que son irradiados en un reactor nuclear u otra fuente de neutrones, algunos de los átomos de la sustancia son convertidos en isótopos radioactivos:

La interacción de estos elementos se debe a su energía, el decaimiento presentado es típico y específico, y por tanto es característico de ellos, permitiendo identificarlos y cuantificarlos.

Las principales ventajas de dichos análisis son: Su especificidad; su sensibilidad y su capacidad no destructiva del espécimen.

La posibilidad de establecer con cierto grado de certeza la identidad o no de 2 muestras, se basa en consideraciones puramente estadísticas que según A. Travesi depende de los siguientes factores:

1 –Nº de elementos en razón de trazas, que sea posible analizar.

2 –Precisión de análisis para cada uno de dichos elementos.

3 –La magnitud de la variación de la concentración de dichos elementos entre individuos deferentes

4 – La reproducibilidad de la concentración de estos elementos en diferentes muestras de la misma naturaleza tomadas de un mismo individuo.

14. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La criminalística como disciplina aplicada retoma todo aquel material sensible para ser examinado, por ello el pelo como indicio relacionado con un presunto hecho delictuoso, cobra gran importancia al ser analizado para señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo.

El estudio de pelo permite identificar y diferenciar si se trata de fibras (sintéticas, naturales, vegetales) o pelo (de animal o humano), esto de acuerdo a sus características físicas, tanto microscópicas como macroscópicas.

Dicho análisis juega un papel importante en la resolución de delitos que atentan contra la vida e integridad de terceros. Asimismo, el pelo como tal en muchos otros casos puede aportar mas información de la aquí revisada, ya que para los fines de esta revisión bibliográfica, solo se enfoca el pelo como material de identificación.

Una vez analizado se puede dar un Diagnostico Especifico, determinar el cuerpo y el lugar del cual procede, si este es cortado, arrancado o caído, la edad del sujeto, el sexo, la raza, el grupo sanguíneo, la presencia de determinadas sustancias en el sujeto del cual procede, entre algunos otros detalles específicos.

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.

Las técnicas como tal en el análisis del pelo poseen una gran especificidad, a lo cual se le puede atribuir la importancia de este como indicio, porque difícilmente queda lugar a duda.

Retomemos que la toma de muestra es fundamental para dar validez a la información de los análisis que se realicen. Sin perder de vista que para resolver un caso el estudio forense debe ser completo para cada uno de los elementos hallados, ninguno más o menos importante que otro.

15. CONCLUSIÓN

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.

El pelo como hallazgo en las investigaciones policiales y/o forenses, ya sea en el lugar del suceso, ya sea en el presunto agresor, o en la víctima, en prendas u objetos más o menos directamente relacionados con el hecho, da dos vías al trabajo por una parte, la de orden identificativo; y la otra, no menos importante que se refiere a la reconstrucción de los hechos.

Así pues, no se ha de mirar el pelo como un simple elemento susceptible de ser analizado con fines identificativos, a pesar de que éstos son muy importantes y a veces, decisivos en la investigación; el pelo en la investigación criminal es algo más que un factor histológico o anatómico, es una evidencia, una huella del crimen y, como tal, debe estudiarse también para la reconstrucción de los hechos.

El pelo encontrado, requiere siempre, sin excepción, un estudio de su topografía, disposición, forma y ambiente en que se encuentra, circunstancias que hábilmente estudiadas, pueden hacer innecesarias toda una serie de investigaciones técnicas.

Por ello el estudio forense del pelo es una potente herramienta que colabora en el esclarecimiento de un delito y por tanto en la búsqueda de la procuración de justicia, y esto lo hace de una manera precisa y específica.

16. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcocer Pozo, Rodríguez Alva. Medicina Legal: Conceptos Básicos, Limusa, 1993.
2. Rodríguez M. Alva. Compendio de Medicina Forense. Méndez Editores, 1999.
3. Ambriz Franco. Hematología Forense y Otras Técnicas Serológicas. Editorial Porrúa, 1991.
4. Vélez A. Ángel. Criminalística General, Editorial TEMIS, 2002.
5. Knighth Bernard. Medicina Forense de Simpson, Manual Moderno, 1999. 2ª Edición.
6. Ramírez Correa. Identificación Forense. Editorial Trillas, 1990.
7. Ramírez Correa. Identificación Forense. Editorial Trillas, 1990.
8. Fernández de Simón Lourdes. La Recogida y Envío de Muestras al Laboratorio con Fines de Identificación Forense. Madrid España, 1999
9. González Grandini. Medicina Forense; Mac Graw Hill, 2004.
10. Stark Margaret M. Clinical Forensic Medicine; Humana Press Inc, 2000.
11. Martínez Murillo S. Medicina Legal, Méndez Editores 16ª Edición,
12. Montiel Sosa. Criminalística, Tomo I, Editorial Limusa, 1997.
13. Moreno González. La Criminalística y la Criminología Auxiliar de la Justicia, consultado en línea:

<http://www.cfnavarra.es/ASISTENCIAVICTIMAS/RECURSOS/Lecturas/PSICOLOGIAYCRIMINOLOGIA3.pdf> (10-Mayo-2007).

14. Moreno González Rafael. introducción a la Criminalística Editorial. Porrúa, 1997: 34.
15. Ruiz Prieto. El Estudio de las Agresiones Sexuales en el Laboratorio de Biología. Sevilla España.
16. Quiroz Cuarón A. Medicina Forense, Porrúa, México 2002.
17. Ramírez Zúñiga J. Nahily. Ciencias Penales. consultado en línea: <http://www.monografias.com/trabajos13/cienpena/cienpena.shtml> (05-Junio-2007).
18. Soderman Y O'Connell, Métodos Modernos de la Investigación Criminal, Editorial Limusa, 1992.
19. Tapia González R. Criminalística: Crimines y Delitos. Editorial ETAC. México. consultado en línea: http://criminalistica_3.html (12-Julio-2007).
20. Vargas Alvarado. Medicina Legal; Editorial Trillas, 1996.
21. Nieto Alonso Julio. Apuntes de Criminalística. Práctica Jurídica. Tecos 1998.
22. Gisbert Calabuig. Medicina Legal y Toxicología.. 6ª edición. Masson, 2004.
23. De Antón Y Barbera. Policía Científica. 4ª edición. Ciencia Policial. Valencia 2004.
24. Jason C. Kolowski et-al. A Comparison Study of Hair Examination Methodologies J Forensic Sci, Nov. 2004, Vol. 49, No. 6. Consultado en línea: Available online at: www.astm.org (21-Septiembre-2007).