



**INSTITUTO DE CIENCIAS
CRIMINALISTICAS Y CRIMINOLOGICAS**

MONOGRAFIA FINAL

TITULO: Estudio Pericial Del Pelo

AUTOR: Rebossio, Diego Antonio

***E**n memoria de mi
abuela Isabel Vera,
quien no tuvo tiempo
suficiente para estar a mi
lado en este momento.*

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por darme la vida y la oportunidad de formarme.

A mis hermanas por apoyarme siempre incondicionalmente

A mis sobrinos razón de mi existencia.

A mis amigos y hermanos, que siempre estuvieron en las buenas y en las malas.

A Sergio y Héctor, compañeros, socios, amigos y guías profesionales.

A las Familias Vera y Aguilera por tratarme como uno mas.

A la Familia Borda, quienes me adoptaron.

A Bibiana Borda, madre por elección.

A mis compañeros de facultad, con quienes recorrí este camino.

A todos aquellos docentes que formaron mi carácter, conducta y dejaron algo en mí.

INDICE TEMATICO:

INTRODUCCION.	4
UN POCO DE HISTORIA	6
DEFINICIONES	7
ESTRUCTURA QUÍMICA DEL PELO	8
MORFOLOGÍA	10
I. Raíz	
II. Tallo	
III. Cutícula	
IV. Córtex	
V. Medula	
TIPOS DE PELOS.	12
I. Lanugo	
II. Bello	
III. Intermedio	
IV. Terminal	
CICLO DE VIDA.	13
I. Fase de Crecimiento o Anágena	
II. Fase de Transición o Catágeno.	
III. Fase de reposo o Telógeno.	
ANALISIS PERICIAL DEL PELO.	14
I. Levantamiento y Tratamiento de la muestra.	
II. Limpieza y eliminación de partículas extrañas.	
III. Observación microscópica.	
a) Cutícula	

b) Corteza o Córtez

c) Medula

IV. Origen Racial.

a) Raza Blanca

b) Raza mongoloide, indios americanos, chinos y otros asiáticos.

c) Raza Negra

V. Región del Cuerpo

VI. Determinación del Sexo

VII. Pelo Caído arrancado o cortado

VIII. Determinación del grupo sanguíneo.

IX. Teñido o decolorado del pelo.

X. Evolución del pelo con la edad.

ENFERMEDADES ----- 40

I. Anomalías debido a enfermedades nodulares del pelo.

II. Anomalías que afecten los pigmentos del cuerpo.

**ANÁLISIS DEL CABELLO POR
REACTIVACIÓN NEUTRONICA ----- 47**

CONCLUSIONES ----- 50

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA ----- 52

ANEXO FOTOGRAFICO.

INTRODUCCION

La Criminalística, es una ciencia multidisciplinaria, que mediante el cúmulo de conocimientos sistemáticamente ordenados, verificables, y experimentables, con el fin de determinar, estudiar y establecer, el como, cuando, quien o quienes del accionar delictivo.

Esta ciencia que con el tiempo ha tomado un auge en el ámbito de la justicia, suministrando de forma objetiva, datos útiles, con el objeto de descubrir la verdad.- Dentro de la Criminalística, e íntimamente ligada a la química legal, podemos nombrar el estudio de los pelos encontrados en el lugar del hecho, indicio de tanta importancia, y que un buen investigador y criminalista no puede dejar pasar por alto, ya que se colocaría a una persona en el escenario del hecho, o con la víctima.

Basado en la transferencia por contacto, enunciada en 1928 por el celebre Edmond Locard, “Cuando dos elementos entran en contacto, siempre hay una transferencia de material de uno hacia otro”, se empezó a dar suma importancia a este tipo de indicios, con fines identificativos a las personas, pudiendo determinarse especie, raza, tipo, región del cuerpo, etc.-

Por lo antes expuesto, este alumno se propuso investigar mas a fondo el tema, recolectando toda la información posible, a través de un buceo bibliográfico del material respectivo, para poder volcarlo de una manera sencilla, ordenada y estructurada, al lector que se interese en el tema.-

Durante el siguiente trabajo, que tiene como objeto alcanzar el titulo de grado otorgado por el Instituto de Ciencias Criminalísticas y Criminología de la Universidad Nacional del Nordeste, se irán desmenuzando a través de los siguientes capítulos, las características del pelo hallado en lugar del hecho, partiendo desde datos básicos introductorios, como las definiciones del pelo, estructura química del mismo, morfología, entre otras cosas, dándole mera importancia al tratamiento de la muestra hallada en el lugar del hecho, embalaje, y el traslado al laboratorio, para que este llegue de una manera invariable.-

Una vez arribado al laboratorio se hará hincapié en el análisis pericial de la muestra, dándole al lector una visión de las características mas importantes a visualizar al microscopio, para de esta manera poder lograr los fines identificativos que se emprendieron en un primer momento.-

Una vez terminada la labor, el lector contara con una material sumamente ilustrativo, explicativo, y de una información realmente útil, para la práctica de campo.

Sin más preámbulos nos volcamos al trabajo.-

EL AUTOR

UN POCO DE HISTORIA:

Uno de los casos y tal vez el mas espectacular de los últimos años, ocurrió en la década del 60, cuando se utilizo el análisis por activación neutrónica para intentar averiguar si Napoleón había o no muerto por causas naturales.

Ber Weider y David Hapgood, narraron lo actuado por el Sueco Sten Forshufvud, odontólogo de profesión y un entusiasta en el estudio de la toxicología, con respecto al estudio de los pelos de Napoleón, el texto puede resumirse así:

Napoleón, a raíz de la derrota que sufrió en la batalla de Waterloo, fue condenado al destierro en la Isla de Santa Elena, donde llego el 17 de octubre del año 1815.-

De esa fecha, hasta su muerte fue envenenado lentamente con arsénico, que uno de sus allegados disolvía en los toneles de vino para su consumo personal.-

Se llego a la conclusión, luego de que Sten Forshufvud hizo analizar los cabellos por el laboratorio Harwell de Londres, cortados de la cabeza de Napoleón el 6 de mayo de 1821, día siguiente a su muerte.

Un cabello crece alrededor de 2,5 cm. cada dos meses. Como los cabellos fueron cortados a ras de piel y tenían 7,5 cm. habían crecido durante los seis últimos meses de la vida de Napoleón.

Analizando los cabellos por secciones, se pudo determinar con precisión los días en los que fueron administradas fuertes dosis de arsénico. Los análisis mostraban los altos y bajos en la densidad de arsénico. El punto más bajo era de 2,8 partes por millón y el más alto de 51,2 partes por millón. En cada sección analizada, la tasa variaba en dientes de sierra. Eso demuestra que Napoleón, algunos días, absorbía altas dosis de arsénico.

Para verificar la exactitud de los resultados obtenidos en Harwell, se enviaron dos cabellos de Napoleón al director del laboratorio del FBI, solicitándole la realización de un análisis. Quienes respondieron de forma clara que la cantidad de arsénico en los cabellos de Napoleón es "típica del envenenamiento mediante arsénico".

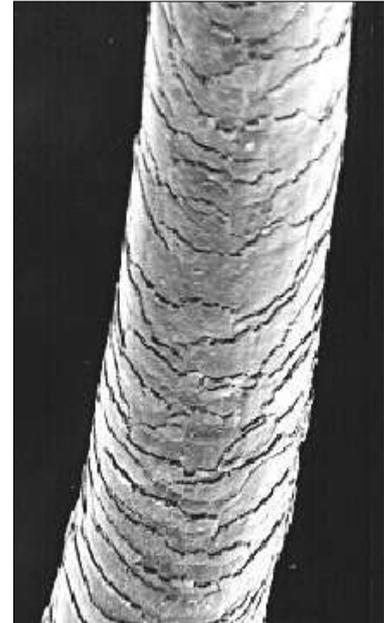
Algunos han intentado explicar la presencia excesiva de arsénico en los cabellos de Napoleón atribuyéndola a diversas causas, como el papel pintado de las paredes de Longwood, el agua que bebía Napoleón, los medicamentos que tomaba o la crema capilar que utilizaba. Independientemente del hecho de que tales causas no podrían

justificar en ningún caso las enormes densidades encontradas, tampoco podrían justificar las importantes diferencias registradas de entre unas secciones y otras. Estas suposiciones no tienen ningún valor y fueron descartadas.-

DEFINICIONES:

Son Filamentos conificados que se desarrollan en la epidermis.

El pelo es una producción de la piel en forma de filamento que se encuentra en casi toda la superficie del cuerpo 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, su longitud varía entre varios milímetros, hasta de un metro, y el espesor, entre 0,05 mm. y 0,6 mm. y recibe diferentes nombres según su forma y su localización: cabello, pestaña, vello, etc.



Macrofotografía de pelo X 500

El diccionario de la Real Academia Española define el pelo como un forúnculo que nace de los poros de la piel.

El pelo es una propiedad exclusiva de los mamíferos, su función es proteger a la piel de los agentes externos, adquiere en el ser humano un importante valor estético, y en el campo pericial, como veremos mas adelante, un importante valor de identificación.-

Cada pelo se forma por una invaginación tubular de la piel, 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 continúa 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.

ESTRUCTURA QUÍMICA DEL PELO

El pelo esta constituido por:

Proteínas 28%; lípidos 2%, y en pequeñas proporciones, sales minerales y sustancias hidrofílicas y, aproximadamente, 70 % de agua, (pentósas, acido úrico, glutámico, fenoles, vaina y leucina).

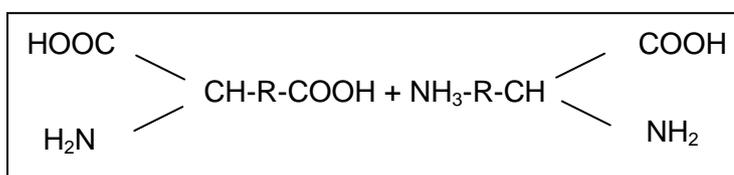
La sustancia fundamental de los pelos esta representada por proteínas simples, del grupo de las escleroproteínas (sustancia de sostén), químicamente semejantes a las queratinas epidérmicas, denominadas euqueratinas.-

Las queratinas de los cabellos difieren de las de la piel por su mayor contenido de azufre. Las queratinas son proteínas fibrosas, vale decir que se disponen en su estructura microscópica en filamentos orientados siguiendo el eje del cabello.-

La queratina esta formada por macromoléculas constituidas a su vez, por las largas cadenas de aminoácidos que se unen entre si, mediante los siguientes puentes:

a) Puentes amídicos: son los que se forman entre los diversos aminoácidos para constituir la cadena principal, al reaccionar los grupos NH_2 con los COOH . Estos enlaces son muy sólidos y solo se rompen mediante soluciones concentradas de ácidos y bases fuertes, o mediante enzimas especiales, las queratinazas.-

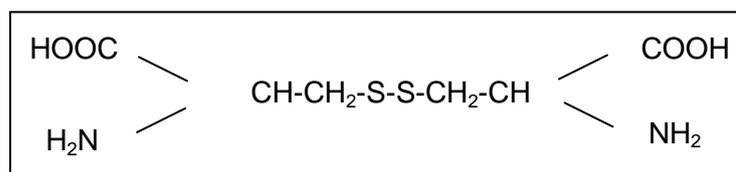
b) Puentes Salinos: se forman entre las cadenas laterales al unirse aminoácidos de tipo ácido con otros de tipo básico.-



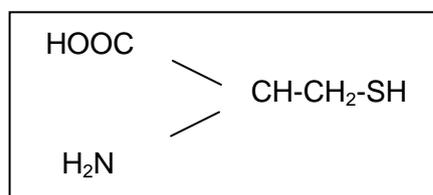
Estos puentes son los responsables principales de la unión lateral entre las cadenas de polipéptidos que forman la queratina. Son extremadamente fuertes en el punto isoeléctrico, que para la queratina está a un pH de 4,1. Al alejarse de ese valor se debilitan y rompen, con lo que la queratina se hincha. De ello se hace uso por ejemplo en los jabones de afeitar.-

c) Puentes de hidrógeno: en la constitución química de la queratina, juega este tipo de enlace un importante papel. Se origina por la atracción de que es objeto el átomo de *H*, que oscila entre los átomos de *N* y *C* de los grupos amino y carboxílico de los polipéptidos de la queratina. Por la existencia de estos puentes la queratina toma una forma contraída. Son de naturaleza muy lábil y se rompen simplemente por la presencia de agua o de soluciones alcalinas débiles dando lugar a la forma alargada de la queratina. Esta es la explicación del alargamiento de un pelo cuando esta en un ambiente húmedo.-

d) Puentes de disulfuro: La queratina se distingue por su alto contenido en cistina:



Por reducción de este aminoácido, se forman dos moléculas de cisteína:



Al unirse dos cadenas laterales de cisteína, se forma el llamado puente de disulfuro, formándose una molécula de cistina. Estos puentes son sólidos y se rompen mediante hidrólisis con ácidos o bases fuertes, especialmente si concurre la presencia de ciertos reductores como sulfitos, sulfuros, tioglicolatos, etc. Al comparar los aminogramas de la queratina y del colágeno, se puede observar la mayor cantidad de aminoácidos polares y azufrados en la primera, hecho que propicia la formación de las cadenas laterales descritas; consecuencia de ello, es la gran estabilidad química de la queratina, en comparación con la del colágeno.

MORFOLOGÍA:

El cabello es un material increíble que, aunque está biológicamente muerto, tiene vida propia. Para entenderlo, hay que conocer su compleja estructura. El pelo se aloja en una depresión de la piel llamada folículo piloso, y se divide en dos partes: raíz y tallo.

- **Raíz:** En la raíz se produce una gran actividad metabólica y mitótica. La raíz termina en un bulbo en cuyo hueco central se alberga la papila dérmica que es la que alimenta el pelo. Cuando la circulación sanguínea es activa el crecimiento del pelo es rápido, siendo lento en el caso contrario.

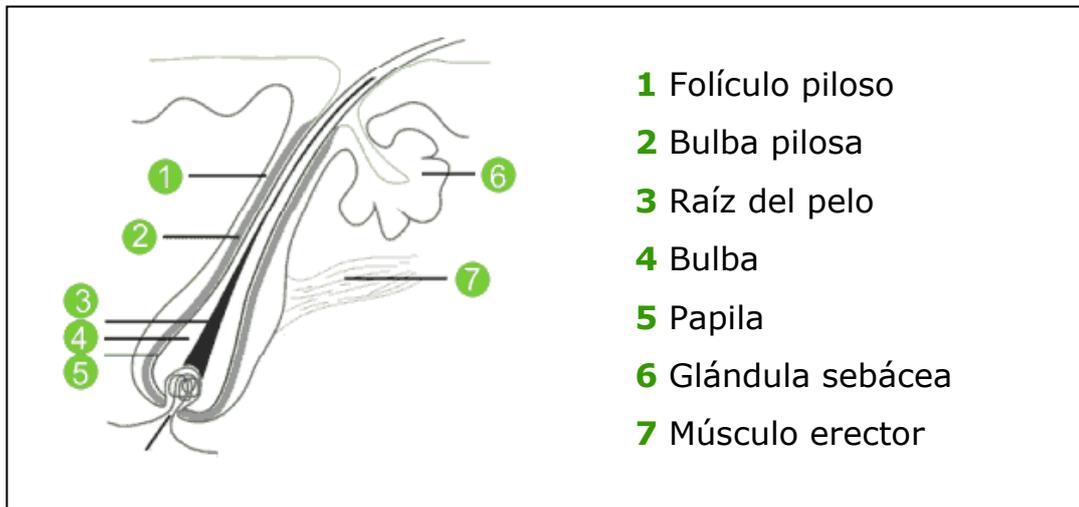
- **Tallo:** Es la parte principal del cabello y está formado por tres partes concéntricas: cutícula, córtex y médula. El diámetro del tallo es de 70 a 100 micras, y la carga de ruptura del cabello es de aproximadamente de 40 a 60 gramos.

- **Cutícula:** Ocupa el 9% de la superficie total del cabello y es una capa protectora resistente a las fuerzas de orden físico y químico que podrían dañar con rapidez las fibras del cabello al emerger de la piel. Su integridad proporciona brillo al cabello y facilidad de deslizamiento cuando se cepilla.

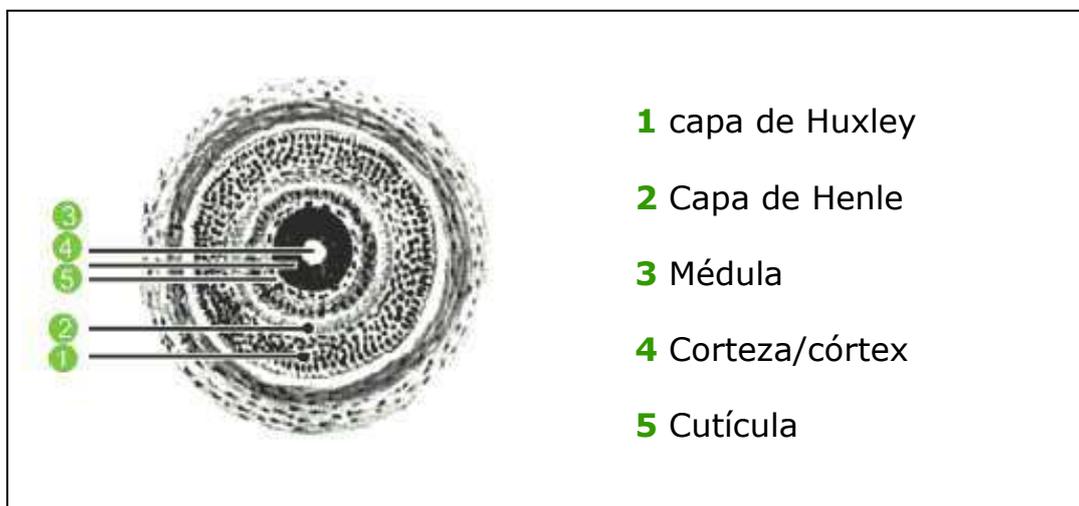
- **Córtex:** Constituye la capa media del tallo piloso, ocupa un 70% de la superficie total del cabello, y es el responsable de las propiedades mecánicas del cabello.

- **Médula:** Representa el 21% de la superficie del cabello. Se encuentra ubicada en la parte central y está compuesta por células córneas redondeadas, sin núcleo y poco pigmentadas.

ESTRUCTURA DEL CABELLO



CORTE TRANSVERSAL DEL CABELLO



TIPOS DE PELO:

En los humanos, generalmente se habla de cuatro tipos de pelo, caracterizados principalmente por su textura y su longitud.

- **El lanugo:** es fino, suave y poco pigmentado, y carece de médula central. Existen dos capas de lanugo, una que cubre al feto y se cae justo antes del nacimiento, y otra que crece después del nacimiento y se cae durante el tercer o cuarto mes de vida.
- **El vello:** alcanza generalmente una longitud de menos de un centímetro. Crece en los niños pequeños tras la caída del lanugo y se trata de un cabello fino, poco pigmentado y medulado. El vello sigue creciendo durante toda la vida y generalmente, entre el 6 y el 25 % del cabello del cuero cabelludo es de este tipo.
- **El intermedio:** tiene aproximadamente un centímetro de longitud y se forma en el cuero cabelludo de los niños entre los 3 y los 7 meses de edad. Puede durar hasta 2 años.
- **El Terminal:** crece mucho más de un centímetro y es más denso y más grueso que los otros tipos de cabello. Crece en el cuero cabelludo, las cejas y las pestañas antes de la pubertad. El cabello sexual secundario, como el pelo púbico o el pelo de la barba en los varones, también es cabello terminal.

CICLO DE VIDA:

El crecimiento del cabello humano supone una actividad constante: los cabellos se encuentran en distintas fases de crecimiento y descanso, ya que cada pelo tiene su propio ciclo independiente de los que le rodean. Cada día crecen nuevos pelos en la cabeza mientras otros caen, de acuerdo con un ciclo que se renueva ininterrumpidamente.

Cada ciclo está formado por diferentes fases: crecimiento, regresión y descanso. Durante un ciclo capilar normal, el cabello crece, descansa y cae, con el fin de dejar sitio a un nuevo cabello. Se considera normal la pérdida diaria de entre 50 y 100

cabellos como media; una caída superior podría suponer una perturbación en el ciclo.

La duración del ciclo capilar varía en función de la edad y de la región del cuerpo, así como la longitud y el grosor del cabello/vello respectivo.

Los folículos pueden encontrarse en fase de crecimiento o "anágeno"; en fase de transición o "catágeno"; o en fase de reposo o "telógeno".

En los humanos, el ciclo de crecimiento no está sincronizado, por lo que todos los días se caen algunos cabellos y otros comienzan a crecer.

- **Fase De Crecimiento o Anágeno**

El anágeno es la fase de crecimiento del folículo piloso. Aproximadamente el 80% del cabello en el cuero cabelludo está en esta fase en cualquier momento. Estos folículos son metabólicamente muy activos y, como resultado, muy sensibles a los cambios nutricionales y a los daños químicos: por ejemplo, durante la quimioterapia para el tratamiento del cáncer, muchos pacientes pierden la mayor parte del cabello.

Crecimiento Del Folículo Piloso

El pelo del cuero cabelludo tiene una fase de anágeno relativamente larga, que puede durar entre 2 y 5 años. Los ciclos del cabello en cualquier otra parte del cuerpo son generalmente más cortos y la fase de anágeno dura sólo meses, en lugar de años.

Existe una relación directa entre la longitud del cabello y la duración de la fase de anágeno. Es decir, cuanto más dure la fase de anágeno, más crece el cabello. Un ejemplo exagerado de esto es lo que ocurre en las ovejas de raza merina, en las que se piensa que la fase de anágeno dura toda la vida y el cabello nunca se cae y crece continuamente. Evidentemente, la velocidad de crecimiento es también un factor importante. Normalmente, es de unos 0.35 mm. por día.

- **Fase De Transición o Catágeno**

Esta es la fase más corta del ciclo capilar, y su duración media es de 14 días. El número de folículos pilosos que están en esta fase en un momento determinado es muy pequeño. Durante esta fase, se detiene la mitosis en la matriz germinal y la parte más profunda del folículo se acorta y se encoge. La cubierta de la raíz interna se desintegra y desaparece, y las células de la cubierta exterior de la raíz forman un

saco que envuelve la matriz germinal. Las células de la papila dérmica se desplazan hacia arriba tras el acortamiento folicular.

- **Fase De Reposo o Telógeno**

El telógeno es la fase de reposo del ciclo capilar y menos del 20 % del cabello está en esta fase al mismo tiempo. El telógeno dura aproximadamente 3 meses. Al llegar a la fase de transición al telógeno, el cabello deja de crecer para siempre.

El cabello telogénico tiene un extremo con forma de "garrote" dentro del folículo y generalmente se cae durante el telógeno o durante el siguiente ciclo de anágeno.

ANÁLISIS PERICIAL DEL PELO:

a).-Levantamiento y tratamiento de la muestra:

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.

Los pelos relacionados con el hecho delictivo deben ser levantados con una lógica de clasificación, que permita posteriormente relacionarlos con las etapas del hecho o circunstancias del mismo.

Al levantar pelos del escenario de un hecho –Ej.- un homicidio, se deberá señalar en el croquis planimétrico que ilustra la causa, los lugares de donde fueron levantados los elementos pilosos hallados, ensobrándoselos separadamente, enumerándolos, a fin de intentar aprovecharlos luego para reconstruir los movimientos de los delincuentes.

Con respecto a la toma de pelos testigos de la cabeza de víctimas o sospechosos, es necesario tener en cuenta que ninguna cabeza tiene todos los pelos idénticos, sino que por el contrario, existe gran variabilidad de características microscópicas entre un sector y otro de la cabeza de una misma persona. Por ello, no es útil tomar solo un mechón de pelos de un solo lugar para ofrecer como prueba indubitada para

el cotejo, por lo que en la bibliografía consultada¹, se aconseja tener la siguiente metodología: tomar dos o tres pelos de la frente, otro de la sien, de la nuca y de cada sector de la cabeza donde se observen diferencias de coloración, espesor, salud, etc.

En el caso de vello pubiano, dado que el mismo se desprende con facilidad, facilitando que se depositen pelos de uno sobre el pubis del otro, se aconseja realizar una doble toma de muestra: la primera peinando el vello al fin de recoger lo que se encuentre desprendido y ensobrarlo por separado como “vello obtenido por peinado”; y la segunda cortando el pelo adherido, ensobrándolo como pelo testigo.- Una vez arribado el material al laboratorio, la mejor técnica de montaje para su observación microscópica es aquella que no cubra con ningún material la superficie del pelo a observar, estirándolo bien sobre un soporte de vidrio y pegarlo en ambos extremos con una cinta adhesiva, que lo tome aproximadamente a un centímetro de sus extremos, a fin de que queden las puntas libres para observar bulbos o extremos distales que pueden aportar datos de interés.-

b) Limpieza y eliminación de partículas extrañas:

En el caso de que el pelo presente suciedades en la superficie, que en algunos casos puede ser de ayuda, ya que, existen algunos tipos de suciedades que son características y que nos pueden dar orientación en el estudio, es conveniente lavar el pelo.

Para lavar los pelos se emplea solución jabonosa, éter o carbonato de potasio a 10%, indistintamente; luego se deshidrata con alcohol absoluto; se lo pasa por xilol y se observan con el microscopio en medio acuoso o glicerinado; o bálsamo de Canadá, *(Se llama bálsamo del Canadá a una resina fluida obtenida de una especie de abeto del Canadá que se emplea para unir los elementos ópticos de los objetivos. Tiene un índice de refracción casi idéntico al del vidrio, por lo que resulta prácticamente invisible).*

Si fuesen muy oscuros, antes de la observación microscópica, deben ser decolorados, para lo cual pueden emplearse una de las siguientes soluciones: agua oxigenada, perhidrol caliente, ácido acético, solución hipoclorito de sodio, solución alcohólica de cloro o ácido nítrico. Se obtiene buen resultado con agua oxigenada

¹ Manual de Química Forense.. Patricia de Caro. Pag. 125. Ediciones La Rocca. 1° ed. Buenos Aires 2004.

de 100 vol., y solución de hidróxido de sodio en acción combinada. En general, la decoloración del pelo se cumple en, aproximadamente, 15 minutos, no adulterándose la estructura ni el diámetro de los ejemplares.

c) Observación Microscópica:

Una vez realizados todos los pasos anteriores se esta en condiciones de observar la muestra.

Se recomienda que la observación se realice en un microscopio comparador, ya que las muestras en el mejor de los casos deben ser abundantes como se haya explicado en el apartado anterior, y el observador en la mayoría de los casos no retendrá en la memoria las características en la mente. Por otro lado, ya se dijo que existen numerables variabilidad de características microscópicas en el pelo de una misma persona, por lo que el cotejo se debe realizar pelo a pelo, debiendo ser observados al mismo tiempo en un comparador, a fin de cotejar efectivamente por la vista y no por la memoria.-

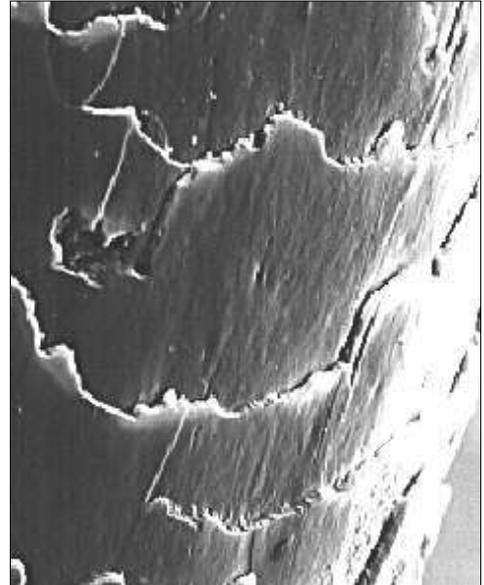
La técnica de iluminación debe ser la de luz blanca transmitida y nunca de luz incidente, ya que el pelo tiene un espesor y coloración que requiere ser atravesado por la luz para observar todas sus características. Tampoco se deben usar filtros polarizadores ni luces monocromáticas de ningún tipo, por cuanto uno de los elementos mas importantes a cotejar es el color de los gránulos de pigmentos, como se explicara mas adelante, el que no debe ser modificado por las técnicas de iluminación.-

Como ya se expuso anteriormente, la estructura del pelo esta compuesto por tres planos: *Cutícula, corteza y medula*, partes que, observadas al microscopio son de gran importancia pericial y que con una correcta interpretación se convierten en elementos diferenciales que permitirán afirmar en un cotejo si pertenecen a determinada persona o animal.-

1) Cutícula: Los métodos para el estudio de la cutícula, son variados, puede observarse agregando una gota de agua, también previa decoloración, se puede teñir con azul de metileno u 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 plexiglás en cloroformo.

Cuando el medio se ha endurecido, el pelo se saca y permanece una clara y distintiva impronta de la cutícula del pelo, ideal para el examen con un microscopio compuesto.

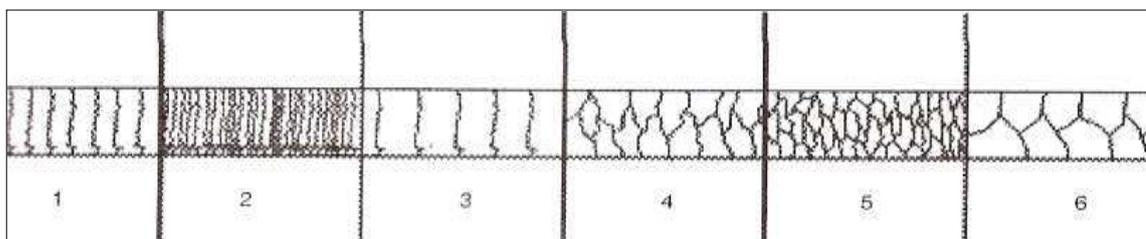
Como ya se ha definido, el pelo se halla envuelto por una fina cutícula queratínica en conformación de escamas encimadas cuyos extremos se orientan hacia la punta del pelo. El grado de encimamiento de los mismos, del cual depende la fracción de escama que queda al descubierto, se denomina índice escamótico, el que puede ser medido como el número de escamas visibles por unidad de longitud. Si se cuenta con un micrómetro objetivo, este índice se puede expresar en forma numérica; de lo contrario se lo podrá designar como alto, medio o bajo.



Pelo humano macrofotografía X 500

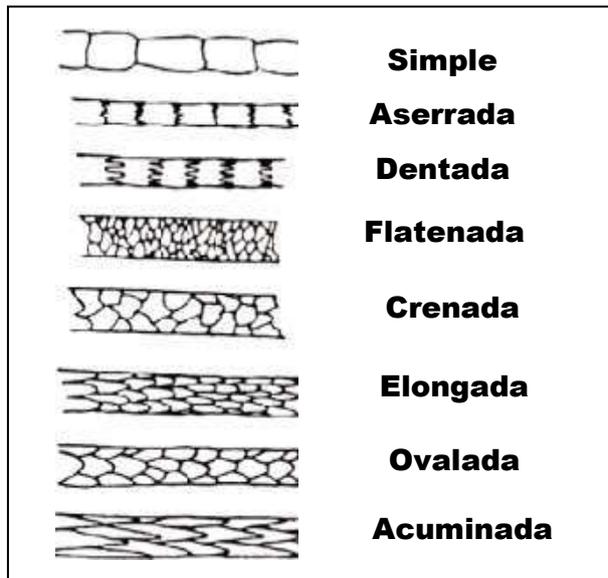
En los animales existe una cierta variabilidad en la forma de las escamas, que permiten definir de qué especie animal se trata. Mientras que en el ser humano, existen solo dos posibilidades en la forma de la cutícula, que de acuerdo con la observación en el microscopio, se denominan cutícula achatada o cutícula crenada. En ambos casos se trata de una parte suave, poco saliente y con las escamas muy imbrincadas.

Modelos de Cutículas Humanas

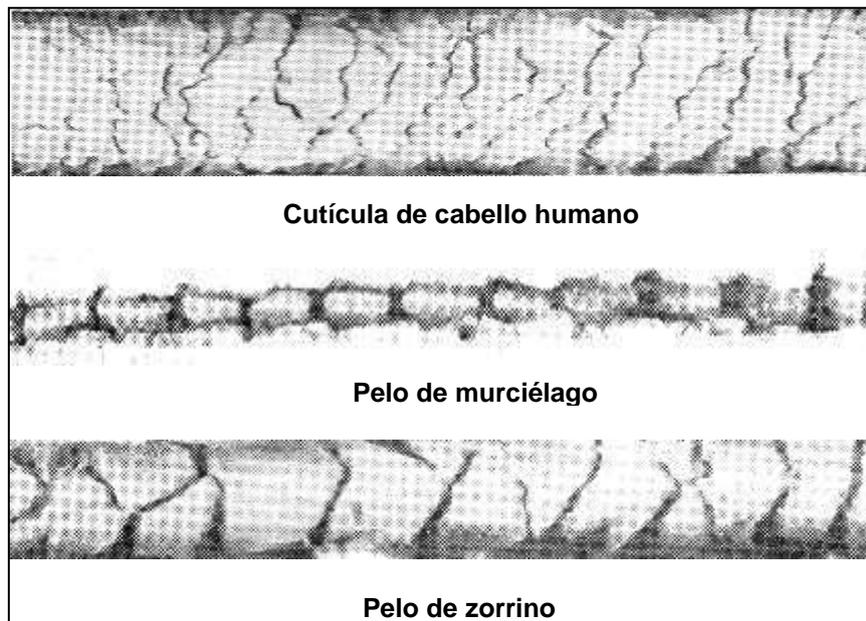


- 1) Cutícula Achatada índice escamótico medio.
- 2) Cutícula Achatada índice escamótico alto.
- 3) Cutícula Achatada índice escamótico bajo.
- 4) Cutícula Crenada índice escamótico medio.
- 5) Cutícula Crenada índice escamótico alto.
- 6) Cutícula Crenada, índice escamótico bajo.

Dada la escasa variabilidad de formas de la cutícula en el pelo humano, por si solo este componente aporta muy poca información al momento de concluir un cotejo. En caso de observarse uno de los tipos en el pelo dubitado y otro en el indubitado, es suficiente para descartar la pertenencia; la presencia de igualdad, solo constituye un elemento mas a sumar en el cotejo. El grado de descubrimiento de las escamas o índice escamótico es otro elemento a tener en cuenta.



Representación de los diferentes tipos de escamas



Distintos tipos de cutículas de pelos de origen humano y animal

2) Corteza o Córtez: El cuerpo del pelo, constituido por un caño medular en el centro y cubierto por las escamas antes descritas, constituye la corteza del mismo. Se distinguen en el córtex dos estructuras principales: una semicristalina formada por cadenas polipépticas en la dirección del tallo piloso. Estas cadenas polipeptídicas se denominan microfibrillas; forman grupos de siete, en proyección helicoidal. Rodeando a las microfibrillas, se encuentra una estructura amorfa de alto contenido en azufre y prolina llamada matriz.

La melanina es el pigmento que le da el color al pelo, es producido por un grupo de células especiales llamadas los melanocitos.

Estas células existen cerca del bulbo del pelo, recogen y forman paquetes de melanosomas llamados complejos de una proteína del pigmento. El tamaño, el tipo y la distribución de los melanosomas determinarán el color natural del pelo. El tipo de melanina que el pelo de una persona tiene, se hereda. El pelo consigue su color a partir de dos tipos de melanina que crean la variedad de colores del pelo que vemos, esta melanina se la puede encontrar en la corteza del pelo.-

La corteza posee una coloración uniforme de fondo, la cual varía desde los amarillo claro al intenso, pardos claros a oscuros negros; por encima de esta coloración existen implantados gránulos pigmentados que originan el color de los cabellos estos pueden ser pardos o negros y ser de formas redondeadas, alargadas, muy densos en toda la corteza y difusos, finos y gruesos, el color y la distribución de estos gránulos dan al criminalista importantes puntos de comparación entre cabellos humanos.-

Para la observación microscópica se utiliza bálsamo de Canadá, para poder lograr una correcta penetración de la luz, merece destacarse, que no siempre los gránulos pigmentados se presentan como uno podría esperar, ya que se han presentado casos de personas rubias a la vista, cuya coloración de fondo de su corteza resulta de color amarillo claro con gránulos de pigmentos negros, lo cual no impide que la persona en cuestión se ve como rubia.

Existen personas morenas, que poseen una coloración de fondo negra intensa, que no permite la visualización de ninguna granulación. Este tipo de pelos es muy difícil de cotejar, ya que tampoco permite observar la medula ni la cutícula, para el cotejo de los mismos es necesario una decoloración, mediante agua oxigenada 100 volúmenes o hipocloritos, otros autores emplean como medio de tinción soluciones

muy diluidas de colorantes de anilina, tales como violeta de genciana, fucsina, y violeta de metilo. Al microscopio se ven los bordes de las escamas de la cutícula teñidas del color correspondiente, quedando el resto incoloro.-

En las canas no existe el color de fondo ni la granulación, razón por la cual resulta casi imposible de cotejar y de asignar a una determinada persona, son todas incoloras y con medula continua y muy densa. El número de los gránulos del pigmento comienza naturalmente a disminuir con la edad de una persona. Una persona comienza generalmente a ponerse canoso entre veintiocho y cuarenta años de edad. La razón de esto, es que los melanocitos comienzan a retrasar y a producir menos melanina. Ésta es parte del proceso natural del envejecimiento en seres humanos. Debe ser observado sin embargo, en algunas enfermedades serias o las condiciones emocionales pueden acelerar el proceso de encanecimiento.



Fotomicrografía de la distribución del pigmento en pelo humano.



Fotomicrografía de la distribución del pigmento en pelo animal.



Distribución de los gránulos pigmentados en pelo de perro



Distribución de los gránulos pigmentados en pelo humano

3) Médula: Por el centro del pelo corre el canal medular. La medula, se observa siempre de color negro, puede presentar diferente densidad, observándose en oportunidades de un negro intenso, sin huecos de luz, y otras veces como nubes o punteados, pudiendo ser continuo, discontinuo o medio.-



Es importante destacar que la presencia y la apariencia de la medula varía de un individuo a otro y aun entre cabellos del mismo individuo, ya que en la misma cabeza se pueden observar pelos sin medula (amedulares), como por ejemplo en el lanugo y pelos fetales, pelos con medula continua, sin interrupciones de un extremo

al otro del pelo, o bien medula fragmentada, pero presente a todo lo largo del pelo, o trozos de pelo con medula continua.-

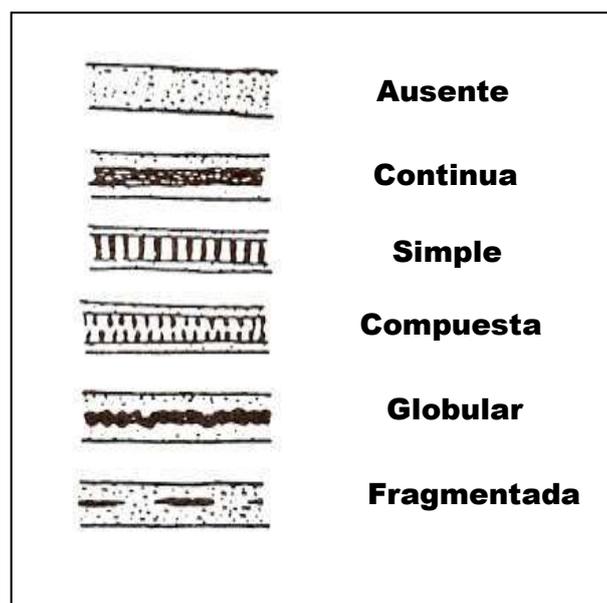
En los animales, la medula ocupa siempre más de la mitad del espesor del pelo, por lo que se define un parámetro denominado, índice medular.

El índice medular expresa el diámetro de la medula relativo al diámetro del pelo, y se expresa normalmente por medio de una fracción. Para los humanos el índice por lo común, tienen un valor menor a un tercio ($1/3$). Para la mayoría de los animales el valor es de un medio ($1/2$) o mayor, por lo tanto en los animales es menor que 1 y mayor que 0,5 y no mayor de 0,35 para el pelo humano.-

Por todo lo antes expuesto es importante destacar que la medula es uno de los elementos, que aporta menor información al momento de realizar un cotejo, y ni siquiera es posible expresar un índice medular como típico de una cabeza.-

El mayor valor de la medula lo constituye el hecho de poder diferenciar pelo animales de pelos humanos, y en el primer caso determinar de que especie animal se trata, pero en las personas solo ayuda a determinar si el pelo es de la cabeza, del pubis, o de otro sector, por la variabilidad del espesor medular. Lo que se debe comparar es la densidad.

A continuación se expone una representación esquemática de los diferentes tipos de medulas presentes en el pelo.-



Las siguientes imágenes, exponen los diferentes tipos de medulas, con fines identificables.-



Fotografía de medula continúa



Fotografía de medula continúa opaca



Fotografía de medula fragmentada



Fotografía de medula globular

d) Origen Racial:

Los pelos humanos se pueden identificar generalmente por origen racial, área del cuerpo y otras características de la comparación.-

A fin de establecer la raza del individuo al cual pertenece el pelo, es necesario efectuar en estudio mediante un corte transversal del mismo, para lo cual se debe realizar una inclusión del pelo en parafina o resina poliéster y luego efectuar cortes transversales con la ayuda de un micrótomo.

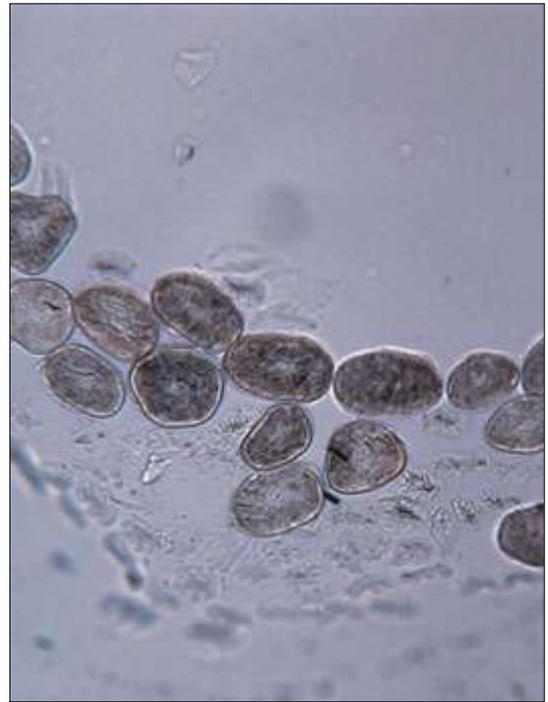
Esta observación da lugar a la observación del tallo del pelo, lo que varía considerablemente con la raza, así como las variaciones en el espesor a lo largo de toda la longitud. Es importante así mismo, observar otras características que nos pueda brindar el pelo, ondulamiento, longitud, forma, distribución del pigmento, la presencia de medula que reviste suma importancia ya que es el mejor elemento diferencial, etc. Cabe destacar que no en la mayoría de los casos se verán con igual definición las características en el corte transversal, ya que existen casos de mezclas raciales que hacen difícil la conclusión definitiva de un determinado pelo.-

Microscópicamente entonces, se puede distinguir entre raza blanca o caucásica, raza negra y raza mongoloide y de los indios americanos, chinos y otros asiáticos.

1) 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.

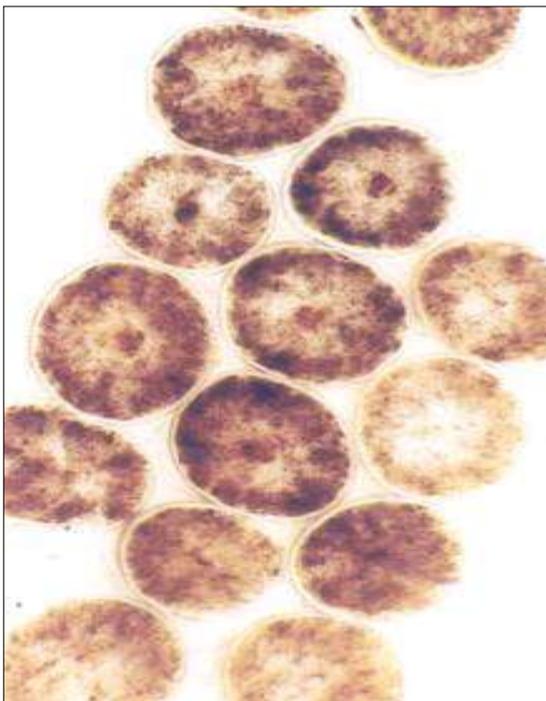


Fotografía de pelo principal caucásico



Corte transversal de pelo caucásico

2) Raza Mongoloide, 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.



Corte transversal pelo mongoloide

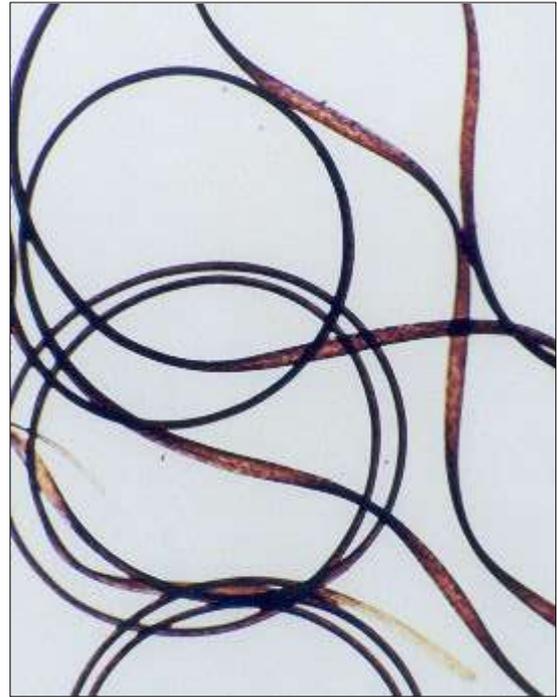


Fotografía de pelo mongoloide

3) 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.



Corte transversal pelo negroide



Fotografía de pelo negroide

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 plantina 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.

$$\text{Índice} = \frac{\text{Diámetro menor}}{\text{Diámetro mayor}} \times 100$$

Las secciones transversales se calculan mediante el uso de la formula para el área de un elipse.

$$\text{Área} = \frac{\text{Diámetro mayor} \times \text{Diámetro menor}}{4} \quad \times \Pi$$

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.

e) Región del Cuerpo:

Ciertas características de pelos individuales identifican la región del cuerpo donde se originó. El área del cuerpo de donde proviene se puede saber con exactitud considerable; sin embargo, las variaciones pueden hacer esta determinación difícil. Los pelos que caen en esta categoría incluyen los que sean no maduros, transitorios, y fragmentarios.

Para establecer de qué región del cuerpo proviene un pelo, se debe observar el largo, el diámetro, la forma de la punta y la sección transversal.

- Los pelos de las cejas, pestañas, nariz y orejas, son siempre más gruesos, cortos y con extremos en punta afilada.
- Los axilares y púbicos son generalmente rizados, con espesor desigual y con medula más gruesa y generalmente continua cuando esta presente.
- Los pelos de la cabeza jamás presentan, extremos distal afilado, ya que el mismo es sometido a cortes frecuentes, médula ausente a continua y relativamente al estrecho cuando está comparado a la estructura de pelos de otras áreas del cuerpo y su estructura es suave y flexible.
- Los pelos de la barba son, generalmente, mas bloqueados que los del cráneo, mostrando el efecto del afeitado con la tendencia a rematar en punta.-
- Los pelos del tronco y extremidades varían en espesor y tienen menos pigmentos que otros.

La mera presencia de ciertas sustancias indica la región de la cual proviene el pelo. Un pelo recubierto de sustancias grasosas proviene sin duda de la axila; uno rizado con cristales y secreción vaginal proviene únicamente de la región genital de una mujer, etc.

A continuación se expone una tabla con los diferentes diámetros promedio del pelo según sea la zona del cuerpo de la cual proviene.-

BIGOTES	115 micrones
MEJILLAS	104 micrones
MENTÓN	125 micrones
FRENTE	69 micrones
SIENES	66 micrones
NUCA	56 micrones
PATILLAS	75 Micrones
PUBIS	121 micrones
AXILAS	100 Micrones

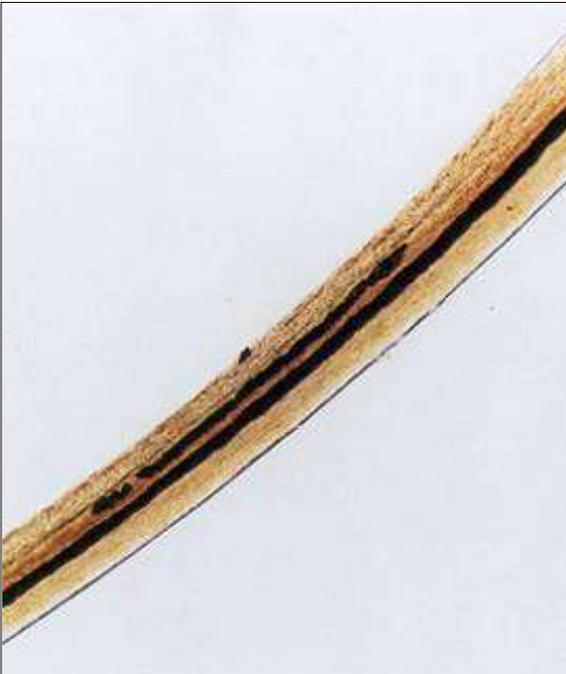
Las siguientes fotografías ilustran los diferentes tipos de pelos y la región del cuerpo de la cual provienen.-



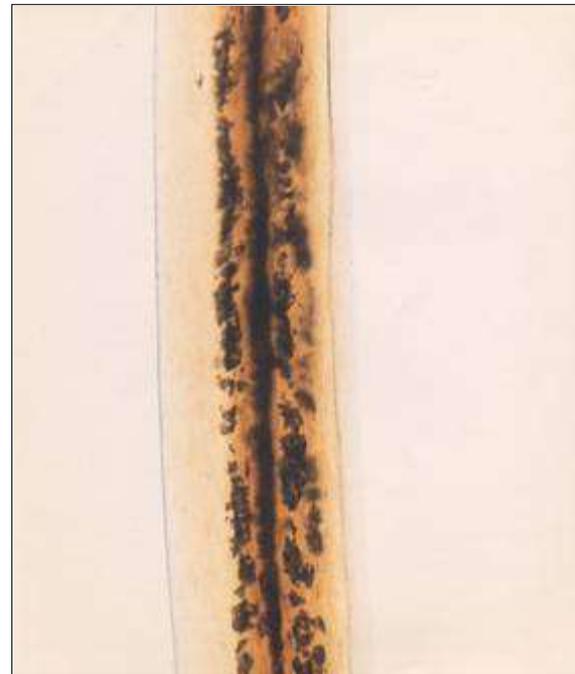
Fotografía de pelo púbico ondulado



Fotografía de pelo púbico (medula)



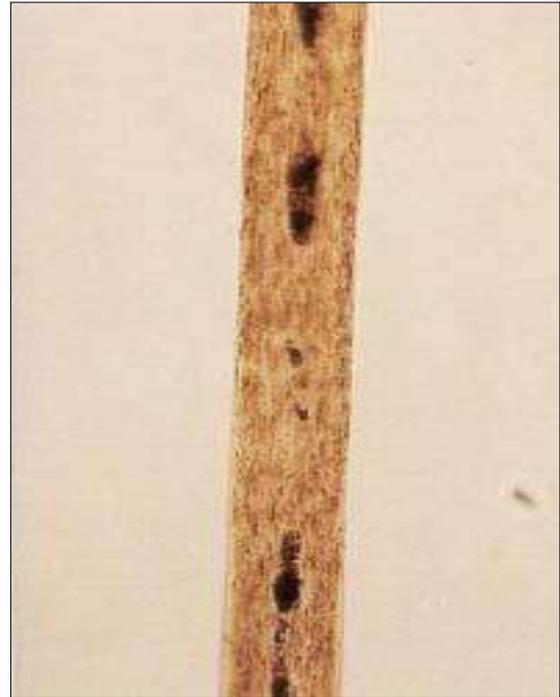
Se observa pelo de barba (doblado)



Fotografía de pelo de barba muestra su forma



Fotografía de pelo de extremidad se observa su parte distal



Se observa la medula de un pelo de extremidad

f) Determinación del sexo:

Los métodos de determinación de sexo, están basados en la tinción diferencial de los cromosomas sexuales. Estos se hallan en la 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 interface 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 lo denomina Corpúsculo de Barr.

En mujeres con cromosomas XXX, algunos de los núcleos mostrarán dos corpúsculos de Barr, y en caso de los hombres, con cromosomas XXY, tendrán un solo corpúsculo de Barr.

El hombre normal tiene un cromosomas X y otro Y.

Los cromosomas Y poseen una afinidad para fluorecer 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 orceína, en medio acético.

Ensayos:

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 periódicas filtraciones.

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 internacionales.

En el caso de aparecer un cromosoma Y (masculino) hallado de un cromosoma X (femenino) se observa una mancha verde fluorescente cercana a la periferia de núcleos de las células.

Posteriormente se publicaron nuevas técnicas para detectar el cromosoma Y basados en la tinción de los mismos, utilizando la solución colorante fluorescente de clorhidrato de quinacrina.

El siguiente método esta diseñado para la determinación de sexo en manchas secas, y adaptado para la vaina de raíz del pelo.

Reactivos:

Buffer Mclaive Ph 4.6; Acido cítrico; Agua destilada; fosfato de sodio; Conservar a 4°C.

2 Solución de tinción clorhidrato de quinacrina al 1 % bufferizada.

Interpretación de los resultados:

El pelo en estudio que da un índice mayor al 30 % de células con cromosomas Y, puede ser considerado de sexo masculino.

Si no se presentan manchas Y, puede ser debido a;

- 1) Sexo femenino;
- 2) Una muestra vieja de células masculinas
- 3) Por efecto del sustrato.



Representación esquemática de una fotomicrografía (1000 x) donde se observa un frotis de raíz de pelo mostrando dos células con sus respectivos núcleos, conteniendo cada uno de ellos corpúsculos de Barr.

g) Pelo caído, arrancado o cortado:

El cabello recién cortado, muestra el extremo seccionados más o menos con bordes limpios, netos, formados ángulos agudos, según el filo del instrumento cortante.

Pasado los 3 días, la punta del pelo cortado empieza a redondearse convexamente, debido al crecimiento y a las distintas sustancias.

Mientras que el pelo arrancado presenta su borde cuadrado, con una estructura poca uniforme, notándose claramente una desigualdad en su estructura Terminal.-



Fotografía de pelo cortado



Fotografía de pelo arrancado



Fotografía de pelo cortado en ángulo elemento cortante

Como hemos dicho anteriormente el pelo tiene tres periodos bien diferenciados en su ciclo de vida; uno de crecimiento o anágeno, uno catágeno o de transición y uno telógeno o de reposo, según las características en que se encuentre el bulbo sabremos en cual de las etapas se encontraba el pelo al momento de ser caído o arrancado, además de otras particularidades que pueda presentar.-

El cabello que cae espontáneamente muestra un bulbo lleno, repleto, bien formado, lo que significa que ha llegado a su completo crecimiento, el pigmento es disperso o ausente.

En cambio los que tienen un bulbo hueco o excavado, por no haber llegado a su completo desarrollo, indican que fueron arrancados, su raíz será suave, tiene una apariencia distorsionada y el pigmento con frecuencia esta presente.-

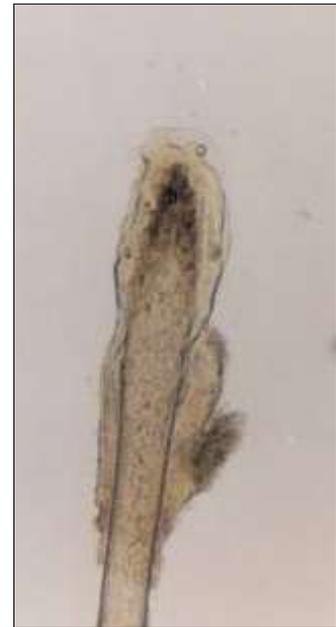
Cuando el hecho a sido muy violento se pueden encontrar que en la raíz hay partículas o células de piel adyacentes colgada a la misma.



Raíz de pelo telogénico, caído bulbo lleno



Raíz de pelo en fase anágena "crecimiento"



Raíz de pelo arrancado bulbo medio vacío

El pelo es prácticamente indestructible, a menos que se queme o se trate con ácidos. Es muy importante conocer la temperatura a la cual se quema el pelo, se determino que a 100°C, el cabello se acorta y pierde peso; a 150°C, presenta burbujas gaseosas en su médula, y, a 300°C, se carboniza. Estos datos son útiles para determinar a que temperatura ha sido expuesto el cuerpo de la víctima. El calor produce alteraciones microanatómicas del pelo, indicando éstas si el cabello fue sometido a la llama o al calor radiante.



Bulbo de pelo sometido al calor

Los pelos comienzan a sufrir alteraciones en su microestructura hacia los 140 – 150°C, a esta temperatura las burbujas aéreas, en la sustancia medular, aumentan de tamaño y estallan, sintiendo la resistencia de la cutícula. Para otros autores este fenómeno tiene lugar a los 200°C. A los 260°C comienza la carbonización, la cual es completa a los 300 – 400°C.-

h) Determinación del grupo sanguíneo:

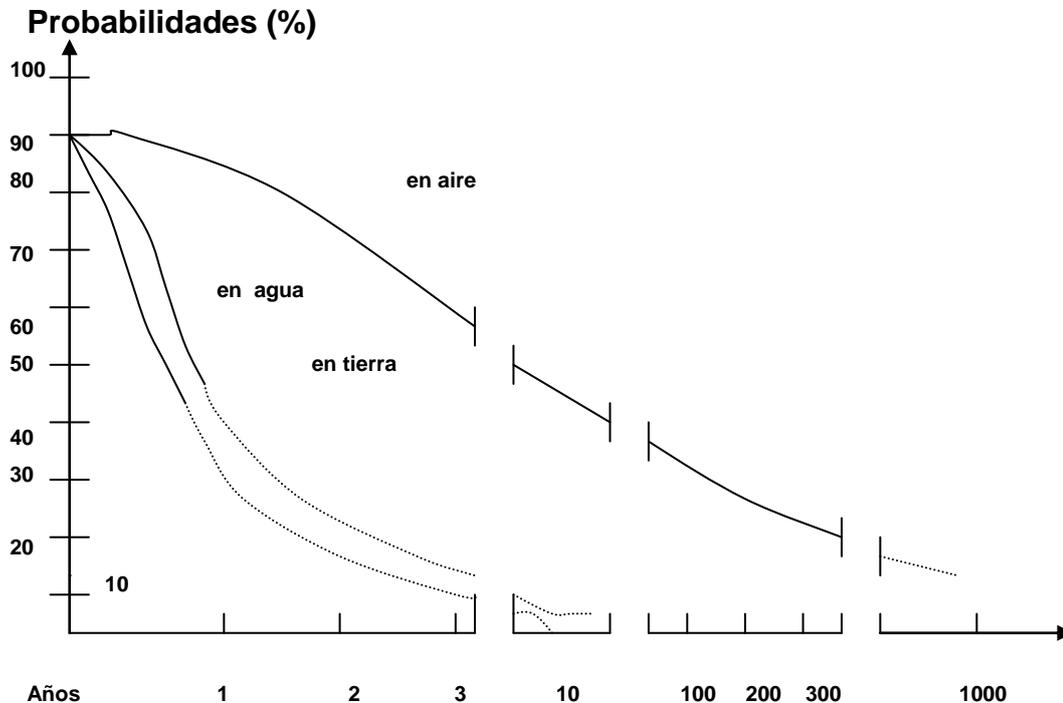
Las técnicas que arrojan resultados confiables en la búsqueda de aglutinógenos responsables del grupo son las siguientes:

Absorción elución:

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. Durante 10 minutos y se completa la etapa de elución con la ayuda de vibraciones ultrasónicas. Finalmente se centrifuga a 120 G. Durante 2 minutos y se observa la aglutinación formada.

PROBABILIDADES EN LA IDENTIFICACION DEL GRUPO SANGUINEO ABO
EN MUESTRAS DE CABELLOS BAJO DIFERENTES CONDICIONES



El gráfico muestra las probabilidades de identificación de grupo sanguíneo en muestras de cabello bajo diferentes condiciones. Puede observarse que, en cabellos que han permanecido al aire durante más de un año, existe la probabilidad del 90% de identificar su grupo sanguíneo. Esta probabilidad decrece a valores del 50% en un tiempo de 10 años bajo las mismas condiciones. En cambio, cabellos sumergidos en el agua o en la tierra tienen una probabilidad menor de arrojar valores correctos de identificación de grupo en cortos periodos de tiempo; ya que al año por ejemplo la probabilidad es del 50%.-

Anticuerpo radioactivo marcado:

El método de determinación usando 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 los coloca en contacto con tres trocitos de cabello previamente aplastados con una prensa. Cada anticuerpo, con su trocito de pelo, se incuba durante un tiempo determinado y luego, cada trocito, es expuesto a un film de película

radiográfica. Cuando se revela el film, el trocito de 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.

i) Teñido o decolorado del pelo:

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. 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 auxiliar de valor 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 lo 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.

Debemos recordar que los pelos crecen 0,35 mm. por día, teniendo en cuenta este dato mediante la medición desde donde empieza la coloración a la raíz, podemos saber aproximadamente la fecha desde el teñido del pelo.-

j) Evolución del pelo con la edad:

Según la edad que tenga la persona se podrán apreciar características en su pelo que son de utilidad con fines identificativos.

En el feto, el vello muestra ausencia de canal medular y pigmentos, con un espesor que no supera los 20 a 50 micrones.

En el recién nacido el pelo carece de medula y su longitud es de 20 a 25mm. su diámetro va aumentando gradualmente en los primeros meses de vida. Este pelo se va perdiendo en los seis primeros meses de vida, siendo reemplazado por el pelo infantil, este puede adquirir un diámetro promedio de 55 micrones, alcanzando hasta 70 micrones en el decimoquinto año de vida y llegando hasta 100 micrones en la edad adulta. En el anciano disminuye su espesor, ya que la mayoría de los pelos están en una etapa de reposo y la irrigación disminuye notablemente.-

En la pubertad aparece el vello pubiano, axilar y mentoniano, los que generalmente son ondulados o crespos, con un diámetro apreciable, siendo el más delgado el axilar.-

ESTERLEN asigna los siguientes valores al diámetro medio según sus edades:

EDADES	DIAMETRO
12 días	24 micrómetros
6 días	37 micrómetros
18 días	38 micrómetros
25 días	55 micrómetros
15 años	50 – 70 micrómetros
Adulto (mujer)	80 – 90 micrómetros
Adulto (hombre)	80 – 100 micrómetros

ENFERMEDADES DEL PELO

El hallazgo de una enfermedad en el pelo, resulta de relevante importancia a la hora de realizar un cotejo, ya que la misma enfermedad en el pelo dubitado y el testigo aproxima a la posibilidad de pertenencia, sobre todo si la enfermedad es rara, o de origen genético.

a) Anomalías debido a enfermedades nodulares del pelo.

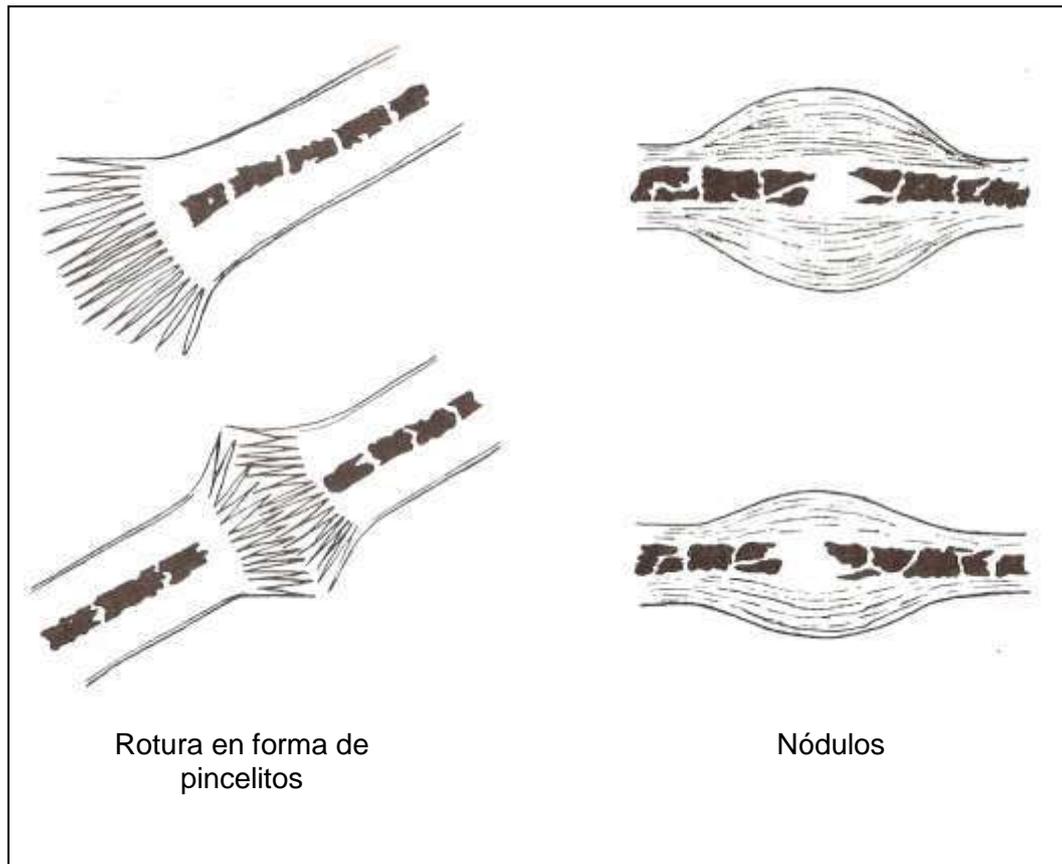
Las enfermedades nodulares son el resultado de una atrofia que se produce espontáneamente, o que es provocada por la acumulación de parásitos que rodean y comprimen el tallo del pelo. Este sufre diferentes cambios morfológicos, según la naturaleza de la enfermedad de que esta afectado.

A continuación se citan alguna de las enfermedades nodulares mas conocidas:

1) Tricorrexis Nudosa (Trichorrehexis nodosa).

Se traduce en la aparición de hinchazones nodulares a lo largo del tallo, lo que resulta una tendencia a romperse, en el lugar de la hinchazón. Se encuentran varios nódulos blancos y grisáceos sobre el tercio final del pelo. Este se vuelve muy seco y frágil y se rompe a nivel de un nódulo, las extremidades rotas toman la apariencia de un pincelito puntiagudo. Si la rotura no atraviesa completamente el nódulo, es como si dos pincelitos estuvieran en contacto; por esta enfermedad el pelo cae limpiamente cuando la rotura se produce a la altura de los nódulos.-

Algunos autores atribuyen esta enfermedad a un defecto bioquímico del metabolismo del ácido argininosuccínico, y adoptado de que en trauma puede contribuir a la formación de una tricorrexis nudosa. Este es el resultado de un desequilibrio metabólico, y la rotura del cabello de debe al trauma del lavado, del peinado, del marcado de ondas, etc.



2) tricoptilosis.

El pelo presenta una hinchazón longitudinal debida a la sequedad anormal que lo hace ramificar en su extremidad distal.

Esta afección se presenta frecuentemente como consecuencia de una enfermedad larga y grave, es muy frecuente en las cabezas llenas de parásitos, y en los cabellos que han sido sometidos a teñido o permanente.-

3) Triconudosis.

Estos cabellos se enredan y hacen nudos, afecta a los cabellos que tienen una tendencia natural a ser secos y rizados.-

Se debe a fuerzas físicas y mecánicas, producidas por la acción del peine, del cepillado o de los dedos que algunas personas se pasan por los cabellos.-

4) Cabellos de Baynet.

Es posible encontrar cierto número de cabellos de este tipo en casi todos los individuos en el momento que empiezan a caérseles.-

Esta enfermedad se caracteriza por un ensanchamiento del pelo en forma de huso de 2 a 3 mm de largo, muy cerca de la extremidad. La parte afectada es más oscura que el resto de la cabellera.

5) Monilethrix:

Este género de atrofiadas tiene como resultado, hinchazones fusiformes que alteran con partes atrofiadas y estranguladas, lo que da al pelo un aspecto de rosario.

Presentan nudos elípticos separados por espacios breves y apretados. Se ve afectado el pelo entero, desde la raíz hasta la punta, los nudos son el doble de largos que los espacios internodales, la longitud de un nudo mas un espacio es aproximadamente de 0,7 mm.-

En los cabellos claros o rubios, a causa de la ausencia de pigmentos y del aire que contienen, parecen más claros que los espacios contiguos, los cuales, por su parte, no contienen aire. Con los cabellos oscuros ocurre lo contrario.-

Esta enfermedad se debe a un defecto congénito, es siempre hereditario, parece ser un error innato del metabolismo.-

6) Anomalías en caso de alopecia:

En este caso se produce una caída parcial, o generalizada de pelos. Cabe distinguir 3 formas de cabellos atrofiados a muertos:

a) Cabellos caducos:

La raíz de un cabello que padece esta afección esta intacta cuando es arrancado y el cabello tiene siempre una longitud normal. La raíz y la parte del tallo situada inmediatamente a continuación están netamente atrofiadas.

Estos cabellos son en todos comparables a los que caen a causa de alopecia prematura (seborreica) o después de una fuerte fiebre o como consecuencia de una enfermedad debilitante.-

b) Cabellos en signos de admiración:

En un punto del cabello afectado por este tipo de atrofia, se forma un nudo o ensanchamiento debido a la disociación de las células corticales en este lugar. De ahí se sigue una pérdida de la cohesión celular y el cabello se raja longitudinal y transversalmente, termina por romperse en los lugares que ha perdido fuerza.

Así, el cabello afectado por este tipo de anomalías tiene características que indican una perturbación de la función pigmentaria, una tendencia a hincharse, a disociarse y por ultimo a quebrarse en uno o varios puntos.

c) Cabellos cadáveres:

En este caso, las raíces y los bulbos de los cabellos se hacen delgados como hilos y suelen curvarse en su extremidad inferior. Algunos pueden padecer trixorrexis en su parte superior, cerca del bulbo es común observar una banda de color negra.-



Microfotografía de Pelo Postmortem

b) Anomalías que toman la forma de una distrofia generalizada que afecta a todas las pigmentaciones del cuerpo:**1) Cabellos en torsión:**

La torsión tiene lugar en el sentido del eje longitudinal del cabello y se observa a intervalos regulares, lo que produce una alternancia de partes ahusadas oscuras y

de partes ahusadas claras, que presenta alguna analogía con lo que se ve en el monilethrix. Los cabellos presentan una torsión sobre si mismos de 180 grados, en la mayoría de los casos. El cuero cabelludo, las pestañas, y las cejas son los principales lugares afectados.-

2) Cabellos anillados:

El cabello que padece esta afección presenta zonas claras y oscuras. Parece entonces formado de bandas estrechas alternadas, casi anillos, unas pigmentadas y otras blancas. La anchura de estas bandas varía según los casos. Las partes anilladas deben su origen a una modificación del envoltorio cortical y no a una modificación o a una hinchazón de la medula.

3) La piedra:

Osorio fue el primero en descubrir esta enfermedad, que bautizo así a causa de las concreciones parasitarias que tiene el aspecto de una piedra. Esta enfermedad consiste en la formación en el pelo de nódulos minúsculos, negros o castaño claro, con la dureza de una piedra. Pueden encontrarse todo a lo largo del cabello y se sitúan a menudo a un centímetro del folículo. La raíz no se ve nunca afectada.

4) Tricornicosis nudosa:

Esta enfermedad se encuentra a menudo en los individuos que sudan mucho padeciéndola más a menudo los rubios que los morenos.

Al examinar los pelos, en particular los de las axilas, se ve que son más gruesos que los normales. Se citan casos en los que los pelos de las axilas se han vuelto negros. Afeitados estos pelos, pueden verse las concreciones de parásitos en torno a la totalidad o a una parte del tallo, incluso hasta la abertura del folículo. En los otros pelos solos el ultimo tercio esta cubierto de varios nódulos bien separados uno del otro. Las concreciones se adhieren fuertemente al pelo, en particular cuando están secas. Llegan a dar al pelo 2 o 3 veces su grosor normal. El tercio central del pelo es la parte más afectada.

5) Tricofitosis:

Es una enfermedad polimorfa, causada por una serie de parásitos critogámicos de la misma familia, llamados los tricoptitos. Estos parásitos, se componen de elementos cortos, de forma casi cúbica y unidos en micelios, Según el aspecto de los parásitos en los pelos y alrededor, se distinguen los siguientes grupos más importantes:

6) Tricofito endotrix:

Constituye un grupo que comprende los parásitos que se encuentran únicamente en las sustancias de los pelos a saber:

a) Tricofito acuminado.

En los casos de infecciones muy avanzadas los pelos parecen estar llenos por completo de una masa de esporas unidas en cadenas y paralelas al eje longitudinal. En ciertos lugares hay tal cantidad de esporas acumuladas en el pelo que la cutícula se levantan y el pelo esta literalmente a punto de estallar.

b) Tricofito crateriforme.

En este caso las esporas tienden a ser mas redondas que las que se encuentran enteramente fuera del pelo.

c) Tricofito neo – endotrix.

Se encuentra en este grupo de parásitos algunos micelios en la superficie del pelo pero el grupo más importante se halla en el interior del propio pelo.

d) Tricofito ectotrix:

Este grupo comprende los parásitos que proliferan en la superficie del pelo, así como los que alcanzan su sustancia. El grupo se sub divide en microsporones y megalosporones.

e) Achorion (favo)

Es el último grupo de parásitos de la familia de los criptogámicos que invaden los pelos.

El pelo afectado por favus, presenta las características siguientes;

Burbujas de aire de dimensiones variables en la superficie del pelo que contiene los micelios:

Surcos longitudinales en la sustancia del pelo, en particular en la parte aérea y escasez de los elementos miceliales y de las esporas. Unos y otras son de

dimensiones muy variables en un mismo pelo. Los pelos afectados son un poco más frágiles que los pelos normales. Los pelos enfermos de favo contienen sino relativamente pocos micelios. En la parte aérea del pelo se encuentran a veces surcos huecos y ligeramente ondulados. Estos surcos se llenan de micelios y de esporas muertas.

7) Pediculosis capitis:

Se trata de una enfermedad contagiosa de los cabellos, que consiste en una infección debida al insecto denominado Pediculosis capitis. Este pone gran cantidad de huevos de forma ovalada que se adhiere fuertemente a los cabellos por medio de secreciones quitinosas. Los huevos se fijan al cabello justo por encima del nivel del cuero cabelludo, mientras el parasito se alimenta.-



Microfotografía de huevo de Piojo

8) El estrechamiento repentino:

Según Niyogí esta anomalía puede deberse a alguna enfermedad desconocida. En este caso el diámetro del pelo disminuye bruscamente.

9) Otras anomalías:

Existen otras anomalías del tallo: la medula doble, índices medulares anormalmente elevados, raíces deformadas y escamas salientes en el margen cuticular.-



Microfotográfica de pelo con doble medula

ANÁLISIS DEL CABELLO POR REACTIVACIÓN NEUTRONICA:

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 reacción proveniente por estos elementos proviene de su energía y su decaimiento típico es específico y característico permitiendo identificarlos y cuantificarlos.

Las principales ventajas de dichos análisis son: Su especificidad; su sensibilidad y su capacidad no destructiva para con el 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 – N° 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.

Desde 1962 el análisis de reactivación neutrónica ha sido aplicado con éxito al problema de individualización del cabello humano.

Jervis, Perkons y sus colaboradores demostraron:

a) Que el cabello humano hay siempre presentes de 3 a 10 elementos – trazas, que pueden identificarse y medirse fácilmente empleando activación neutrónica, estos elementos son: sodio, cinc, bromo, cromo, galio, antimonio, arsénico, lantano y samario.-

b) Que la concentración de estos elementos varía considerablemente en los cabellos de distintos individuos.

De esta manera mediante un estudio, tomando pelos de diferentes grupos étnicos, y de distintas partes del cuerpo, lograron llegar a una identificación, mediante la comparación de elementos trazas en cada uno de ellos.

Así mismo lograron aprobación en juzgados, marcando una jurisprudencia con respecto a este tipo de estudio, y la identificación de personas.

La ventaja de este análisis, radica en la sencillez del mismo, la poca muestra necesaria para la practica y la gran especificidad del mismo, siendo un método puramente estadístico, ya que se deduce que la probabilidad de una coincidencia accidental de dos cabellos en las concentraciones de elementos trazas es de 1 en 10^n .

Sin embargo, a pesar de que este método de investigación individual es de gran valor, hay que tener en cuenta varias consideraciones, con el fin de realizar una sistematización del método, para que este sea aplicable y tenga la misma simplicidad que el método dactiloscópico, con el mismo grado de certeza.

En primer lugar, es de gran importancia considerar los siguientes puntos:

a) Las variaciones de la concentración del contenido de elementos trazas en el cabello de un individuo reflejan diferentes circunstancias del mismo: alimentación, metabolismo, sexo, raza, etc.

b) La composición de muestra de cabello de un mismo individuo permanece sensiblemente constante en muestras tomadas en diferentes partes del cuerpo y durante cortos intervalos de tiempo.-

se tiene en cuenta el tema de la alimentación y la toma de muestra, ya que en el sujeto existen pelos que se encuentran en una etapa de reposo, la llamada etapa de telogénica, donde el pelo ya ha superado su expectativa de vida y está listo para caerse, razón por la cual recibe poco flujo sanguíneo, y de esta manera pocas características de la sangre se verán en el ante un examen, también debemos tener en cuenta que no todos los pelos del cuerpo, están en la misma etapa de crecimiento, entonces, en una comparación de pelos del mismo individuo de distinta región, se podrán apreciar distintas características. Por esto se debe tener en cuenta el tipo de pelo que utilizamos para este estudio, siendo los más propios para el mismo los que se encuentran en una etapa de crecimiento o transición (anágeno y catágeno).-

A MANERA DE CONCLUSION:

Como ya sabemos la evolución del conocimiento de la ciencia, es sin duda uno de los campos que no tienen descanso, y poder alcanzar el conocimiento y estar a la vanguardia de los adelantos, depende fundamentalmente de las ganas del experto en tratar de superarse y conocer un poco mas, es por esto que mediante esta obra, el criminalista, estará en paso mas adelante en esa empresa harta difícil pero no imposible.-

Una vez concluido el trabajo, se cree haber cumplido con el objetivo, de dar al lector una obra donde se encuentre volcada la información, sistematizada, sencilla y organizada, sobre las cuestiones a tener en cuenta ante un posible cotejo de pelos.-

Luego de haber expuesto los elementos más importantes que componen al pelo, y las diferencias entre ellos, así como las clasificaciones a tener en cuenta, podemos citar varias particularidades mas allá de las propias a las que pueda arribar el lector.

Sin lugar a duda, lo que ha quedado claro es que la comparación y observación de los pelos se deberá hacer con un microscopio, y de ser comparador en hora buena, también se dejaron al descubierto las múltiples características en un mismo pelo a la hora de ser identificados, razón esta entendible ya que se trata de una muestra biológica, variable en su estructura a lo largo del tiempo, desventaja que puede ser rodeada con una correcta y rápida manipulación de la muestra para no alterar las características, luego observables. Características que se deberán tener en cuenta en conjunto, ya que la sola presencia de una de ellas no da certeza al experto para poder dar una conclusión contundente, entendiendo que el estudio se compone de partes que se convierten en un todo.-

Se podrá decir, que un pelo se corresponde con otro, cuando a la observación se relacionen en cuanto a, índice escamótico, coloración de fondo, misma granulación de los pigmentos, en cuanto al color, densidad y distribución, y las características propias de la medula.-

Teniendo siempre presente, que el análisis de pelos, constituye solo un análisis orientativo, o sea que se le debe asignar el valor de indicio y no de prueba, ya que

no existe afinidad de personas con pelos idénticos. Por lo tanto el cotejo solo arroja certeza cuando resulta negativo, y probabilidad cuando resulta positivo.-

Máxime debemos tener en cuenta, que las nuevas metodologías, se acercan cada vez mas a la certeza, esperando que en un futuro no muy lejano y con el avance de la tecnología que así mismo es un avance de la ciencia Criminalística, se podrá llegar a un estudio sistematizado y ordenado, donde se pueda establecer con una certeza absoluta la identidad de las personas mediante el estudio de los pelos, sabiendo que hoy en día la única metodología de identificación segura mediante pelos, es el A.D.N., en el caso de poder hallar la raíz en el mismo, teniendo en cuenta que en el mejor de los casos se deberá dejar un archivo con estas características para que en el futuro se pueda identificar con mayor celeridad las muestras.-

EL AUTOR

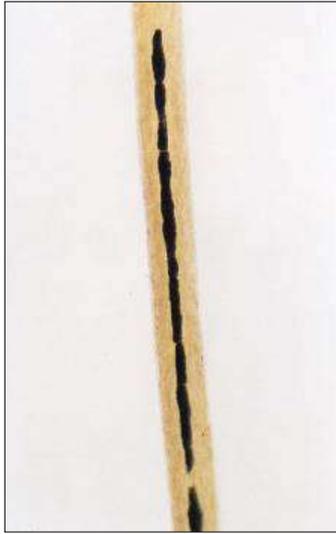
BIBLIOGRAFIA

- Técnica policial. Barberá, Francisco A. y Turegano, Juan V., Editorial T. Blanch, Valencia 1991.
- Métodos Modernos de la Investigación Criminal, Soderman Y O'Connell, Editorial LIMUSA Bogotá 1992.
- Hematología Forense y otras Técnicas Serológicas. Franco de Ambriz, Editorial PORRUA México 1991.
- Investigación de la Muerte, Echazu, Dardo. Editorial Policial Edición segunda Bs. As. 1983.
- Manual de Criminalística. Albarracín Roberto. Editorial Policial. Buenos Aires Argentina.-
- Manual de Química Forense. Caro Patricia M. Ediciones La Rocca. Buenos Aires 2004.
- Tratado de Criminalística tomo II. Editorial Policial Buenos Aires 1987.-
- Manual de Criminalística. Guzmán Carlos. Ediciones La Rocca. Buenos Aires 2003

ANEXO FOTOGRAFICO

APARTADO ILUSTRATIVO Nº I:

Cinco fotografías de un mismo pelo humano, tomadas de próximo a distal donde se evidencian las variaciones de las características en la misma muestra.-



Fotografía N° 1



Fotografía N° 2



Fotografía N° 3



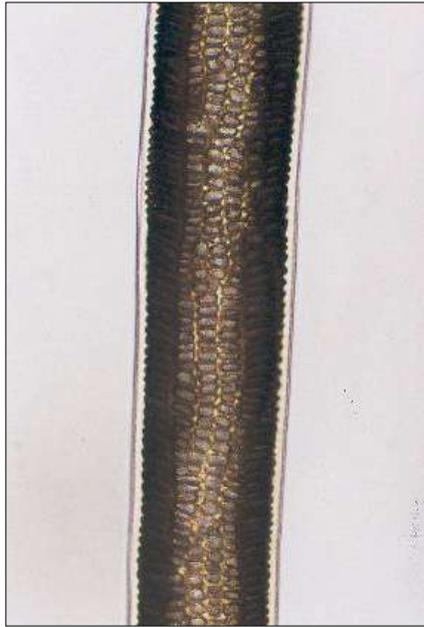
Fotografía N° 4



Fotografía N° 5

APARTADO ILUSTRATIVO Nº II:

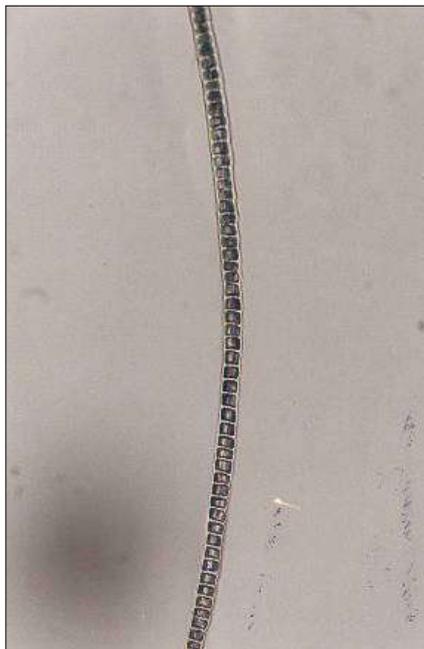
Cuatro fotografías de diferentes pelos animales, donde se pueden apreciar los elementos variables en este tipo de muestra, que difieren contundentemente con respecto a las muestras de pelo humano.-



Medula Animal
Compuesta



Microfotografía de
pelo de ciervo



Medula Animal Simple



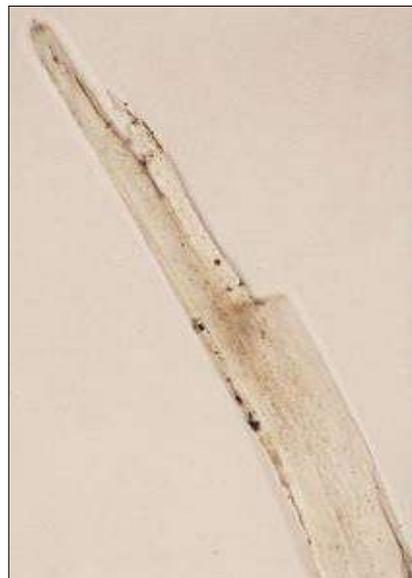
Medula Animal mixta

APARTADO ILUSTRATIVO Nº III:

Cuatro fotografías de bordes de pelos pertenecientes a una extremidad, donde se pueden evidenciar las diferentes formas.-



Borde de Pelo
Cortado



Borde de pelo roto por
acción mecánica



Borde de pelo
Redondeado



Borde de pelo
Desgastado