

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

La pigmentación y tinción del pelo

Trabajo monográfico de actualización

**Que para obtener el título de:
Química Farmacéutica Bióloga**

Presenta

Carolina Denise Badía Vargas



México, D.F.

2009



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.

Jurado Asignado:

Presidente: María del Socorro Alpizar Ramos

Vocal: Joaquín González Robledo

Secretario: María Josefa Bernad Bernad

1er. Suplente: María Eugenia Ivette Gómez Sánchez

2do. Suplente: Iván Alejandro Franco Morales

Sitio donde se desarrolló el tema: Laboratorio de Tecnología Farmacéutica.

Facultad de Química, UNAM

Asesor del tema: M.F. María del Socorro Alpizar Ramos

Sustentante: Carolina Denise Badía Vargas:

Abreviaturas

VRI	Vaina Radicular Interna
VRE	Vaina Radicular Externa
TC	Vaina de Tejido Conjuntivo o Vaina Radicular Fibrosa
MV	Membrana Vítrea
RER	Retículo Endoplásmico Rugoso
Tyr	Tirosina
TYRP	Tirosinasa
DOPA	Dihidroxifenilalanina
DHI	5,6-dihidroxiindol
DHICA.	5,6-dihidroxiindol-2-ácido carboxílico
ACTH	Hormona estimulante de la corteza suprarrenal (adrenocorticotropina)
MSH - α	Hormona estimulante de melanocitos alfa
MC	Melanocortinas
MC1R.	Receptor de la melanocortina 1
ASIP	Proteína señalizadora agouti
SFC.	Factor de células madre
ckit.	Receptor de SFC
Rp	Reflejo principal
Rs	Reflejo secundario
AT	Altura de Tono
Tri	Tricocromo
Feo	Feomelanina
Eu	Eumelanina
MIF	Factor de inhibición de la MSH,
LPH	Hormona lipotropa o lipotropina
DHEA	Dehidroepiandrosterona
IGF-1	Factor de crecimiento similar a la insulina 1
T	Testosterona

Índice

Abreviaturas	2
Índice	3
Objetivos	5
Introducción	6
Capítulo 1: El cabello y el uso de los tintes a través del tiempo	8
Capítulo 2: Estructura del cabello	12
2.1 Anatomía y fisiología del pelo	12
2.2: El folículo piloso	13
2.3: Los melanosomas	20
2.4: El tallo piloso	24
2.5: Ciclo de crecimiento del pelo	27
Capítulo 3: Características fisicoquímicas del pelo	30
3.1: La química del pelo	30
3.2: Propiedades físicas del pelo	34
Capítulo 4: Clasificación del pelo	38
4.1: Según su morfología	38
4.2: Según la etnia	39
Capítulo 5: Los pigmentos naturales del pelo	43
5.1: Melanogénesis	43
5.2: Tipos de melanina	46
5.3: Fotoprotección	48
Capítulo 6: Factores que influyen en el crecimiento y /o pigmentación del pelo	51
6.1: Factores genéticos	51
6.2: Condiciones en el desarrollo fetal	54
6.3: Factores alimentarios	55
6.4: Factores hormonales:	56
Capítulo 7: Las canas	59
Capítulo 8: Teoría del color y su aplicación en los tintes para el cabello	63
8.1: Teoría del color	64
8.2:Aplicación de la teoría del color en la coloración capilar	67
8.3: Gama universal de los colores capilares	73
Capítulo 9: La decoloración	75
9.1: Decolorantes	77
9.2: Coadyuvantes	79
9.3: Formas cosméticas de los decolorantes	80
9.4: Daños al cabello debido a la decoloración.	81

Capítulo 10: Tinción capilar.....	83
10.1: Cambios de color	83
10.2: La química de los sistemas de tinción capilar.....	84
Capítulo 11: Clasificación de los tintes capilares.....	86
11.1: Según el tipo de coloración.....	86
11.2: Según la duración del teñido.....	87
11.3: Según el número de aplicaciones.....	88
11.4: Según el mecanismo de acción	89
11.5: Según el origen de los Activos.....	90
Capítulo 12: Descripción de los distintos tipos de tintes.....	91
12.1: Enjuagues coloreados o matizadores.....	91
12.2: Lápices para las canas	92
12.3: Fijadores matizadores.....	92
12.4: Polvos coloreados.....	92
12.5: Tintes fugaces.....	92
12.6: Shampoo matizador	92
12.7: Tonos Brillantes	93
12.8: Decolorantes de matizado	94
12.9: Tintes vegetales	95
12.10: Tintes metálicos	99
12.11: Tintes compuestos o vegetometálicos.....	105
12.12: Tintes de oxidación	106
12.12.1: Cuerpos que conforman al tinte de oxidación	107
12.12.2: La importancia de los cromóforos y axócromos en los tintes de oxidación.....	114
12.12.3 Base de Bandrowski.....	116
Capítulo 13: Defectos e incompatibilidades de las tinturas cosméticas	117
Conclusiones	119
Glosario de términos	120
Índice de figuras	124
Índice de tablas.	124
Bibliografía	125

Objetivos

- Conocer la estructura y fisiología del cabello.
 - Determinar la diferencia entre tinción y pigmentación.
 - Conocer los distintos factores que afectan la pigmentación capilar.
 - Establecer la importancia de la teoría del color en la coloración de los cabellos.
 - Mencionar los distintos tipos de tintes y las características de cada uno.
-

Introducción

La importancia del cabello para el ser humano se ha evidenciado a lo largo de la historia de la humanidad, debido a que era portador de muchos simbolismos, y de alguna manera, cada individuo se sentía representado por su cabellera; razón por la cual cuando se caía o se volvía gris, el individuo se sentía amenazado por la edad o la enfermedad y creía mermada su capacidad vital.

Uno de los más antiguos simbolismos del cabello se puede encontrar en la Biblia en el Libro de los Jueces, en donde se narra la historia de Sansón. Este personaje poseía una fuerza física asombrosa, así como una estrecha conexión con Dios. Ambos atributos estaban directamente relacionados con la longitud de su cabellera. (Merz, 2008)

En otras culturas los simbolismos atribuidos al pelo no eran tan distintos, para constatar esto basta recordar lo que pensaban los chinos del periodo clásico, ellos creían en la fertilidad de los hombres que poseían una cabellera larga y fuerte, por lo que la calvicie era asociada a una maldición o un castigo de los dioses. En lo que respecta a las mujeres de esta cultura, la falta de cabello era signo de pérdida de atractivo sexual. Otro ejemplo de medio oriente es el de los sacerdotes budistas; los cuales se rapan completamente como signo de ruptura con el mundo terrenal y aproximación a la vida espiritual.

Se han encontrado registros que mencionan la importancia que tenía el cabello para algunos indios norteamericanos, quienes creían que los cabellos de los hombres blancos debían ser cortados, para evitar el avance de una civilización invasora, además extirpaban el cuero cabelludo de sus víctimas, con el propósito de segar su fuerza.

Pero la importancia del cabello no sólo se limitaba a su longitud, también importaba su color; por ejemplo, en diversas civilizaciones de la antigüedad, como los egipcios, griegos, hebreos, asirios, persas e inclusive chinos e hindúes, el teñirse el

cabello era un procedimiento usual que se empleaba como signo de distinción tanto en hombres como en mujeres. Algunos de los motivos por los cuales se cambiaba el color del cabello eran por razones bélicas, religiosas o simplemente para exaltar la belleza.

La evolución de los tintes para el cabello ha seguido el esquema tradicional, iniciándose con el empleo de materiales simples, usualmente de origen vegetal, por ejemplo: la henna, el nogal, la manzanilla, además de algunos compuestos metálicos tales como los sulfuros y óxidos o mezclas de estos. Esta práctica se extendió hasta fines del siglo XIX. (Benaiges, 2007).

El descubrimiento de algunos compuestos orgánicos sintéticos, para el teñido de fibras animales en la industria textil, dio inicio a la investigación de materiales aplicables al teñido del cabello, pero no fue hasta mediados del siglo XX que se obtuvieron colorantes, con las condiciones necesarias para ser aplicados en el cabello, lo que permitió obtener mejores resultados y una disminución de riesgos.

Actualmente el consumo de tintes capilares ha ido en aumento significativo; dicho incremento comenzó a visualizarse desde 1960 (Pareja, 2000). Según datos facilitados por la Confederación de Consumidores y Usuarios (CECU), el mercado de los tintes para el cabello supuso el 8% de toda la cosmética vendida en la Unión Europea durante el año 2004. Más del 60% de las mujeres y entre el 5-10% de los varones se tiñen el pelo una media de 6-8 veces al año. (Benaiges, 2007).

Capítulo 1: El cabello y el uso de los tintes a través del tiempo

Durante la prehistoria, el cabello fue visto como un potente elemento mágico o ceremonial. En nuestros días, todavía algunas de las consideradas culturas primitivas (base de la mayoría de estudios sobre comportamiento social en la prehistoria) consideran que el alma de cada persona se encuentra en su cabello.

La importancia mágico-religiosa del cabello propició en tiempos remotos que su cuidado tuviera una considerable importancia en muchas sociedades. El corte de pelo se debía indudablemente a cuestiones prácticas o ceremoniales y nada tenía que ver con los motivos únicamente estéticos de épocas posteriores. Espinas de pescado, dientes de animales y ramitas secas de plantas diversas, fueron los primitivos peines de aquellas épocas; además se cree que llegaron a utilizar sangre, grasas y tintes vegetales como colorantes para teñir sus cabellos, siempre por motivos rituales.

Las primeras referencias históricas que se tienen de pelucas y atenciones cosméticas capilares, nos llevan al antiguo Egipto. El pueblo (cómo en otras muchas civilizaciones) se afeitaba la cabeza. El hecho de afeitarse la cabeza y depilarse todo el cuerpo, tenía una finalidad dual: por un lado un fundamento higiénico, debido a que la abundancia de pelo era un foco de piojos, liendres, así como centro de infecciones y enfermedades; por otro lado la preocupación por la estética, sin olvidar el alto contenido erótico que entrañaba. En contraste los sacerdotes y gobernantes podían dedicarse a cultivar largas y cuidadas melenas, las cuales en ocasiones eran teñidas con henna; cabe mencionar que en algunas ocasiones el cabello era sustituido por pelucas sencillas o muy elaboradas, largas o cortas, su forma dependía de la moda, del estatus social o del momento que necesitaran hacer uso de ellas.

El culto que profesaban los griegos a la atención del cuerpo y su búsqueda constante del ideal físico, naturalmente también tuvo su influencia en el cabello, y en esta época se desarrollaron una gran cantidad de peinados con muchos detalles; melenas largas, recogidas y ondulaciones al cabello. Fue en este periodo

cuando aparecieron las escuelas de peluquería y salones de belleza. Otra de las innovaciones de la época vino de la mano de Alejandro Magno, que a consecuencia de sus conquistas en Oriente, aportó toda clase de recetas mágicas para teñir y dar forma al peinado, todas estas fórmulas de cosméticos empezaban en aquel entonces, a ver la luz. Al igual que los griegos, esta civilización también utilizaba a la henna como ingrediente de los primitivos tintes.

El imperio Romano daba mucha importancia al aspecto físico y a la atención del cabello, por este motivo se llegaba al insulto con aquellas personas que llevaban la cabeza desatendida, cabe destacar también que en esta época, y gracias a la expansión del imperio, se hacían las pelucas con cabellos rubios de esclavos germánicos. El impacto de ese nuevo tono causó un gran efecto en las mujeres romanas por lo que comenzaron a realizar pruebas para aclarar el tono castaño oscuro de sus cabellos. El proceso de aclarado consistía en la aplicación de una pasta preparada con cenizas de madera de haya y sebo de cabra (Morató, 2009) (Kreuter, 2005).

Para teñirse el cabello utilizaban sales de plomo y diversos extractos de plantas como la corteza de nuez, bayas negras y también la henna. El proceso de tinción se realizaba preparando una pasta coloreada que se obtenía mezclando colorantes y extractos vegetales con talco y excipiente (Historia de la Peluquería, 2004).

Es importante mencionar que el cuidado del cabello y su tinción también estuvo extendido por el mundo musulmán, en donde los hombres se teñían la barba con henna.

Durante el renacimiento, comenzó a ser utilizada en la ciudad de Venecia una técnica de decoloración, la cual consistía empapar el cabello con una solución de sosa cáustica natural o *natrum* y posteriormente se exponía al sol por varias horas. Este método pasó al resto de Europa y fue muy apreciado en Francia. En esta época se emplearon otros preparados para teñir el cabello, estos se obtenían por maceración y extracción de plantas, raíces y cortezas de los árboles. Otra de las tendencias de la Francia renacentista era el uso de polvos para teñir el pelo, los

cuales estaban elaborados a base de una mezcla de flores secas con cenizas, extractos vegetales y un mucílago de soporte. Entre las flores secas utilizadas se encontraba las violetas y los lirios.

En la época barroca, además de usar pelucas, era frecuente el uso de tintes para el cabello, empleándose para tales fines extractos obtenidos por maceración y cocción de plantas como: ruibarbo, azafrán, corteza de abedul, entre otras. El método utilizado para teñir el cabello era el dejar secar las plantas, fragmentarlas y mezclarlas con cenizas de corteza de árbol. En el momento de su aplicación se mezclaba el polvo obtenido con agua caliente para conformar una cataplasma que se aplicaba en el pelo durante horas. Para potenciar el tinte se usaba un mordiente (agente fijador) como el alumbre de potasio, el cual se usaba en el teñido de la lana. Durante este periodo, la decoloración se realizaba según el método veneciano antes descrito.

Fue hasta 1860 cuando se comenzó a utilizar el agua oxigenada en cosmética capilar con el fin de realizar decoloraciones en el cabello. Durante esta época se le conocía al agua oxigenada como "*el agua dorada de la fuente de la juventud*" y su empleo se extendió rápidamente. Para la coloración capilar se empleaban los productos tradicionales de extractos vegetales.

El gran avance en la coloración capilar ocurre en 1840, debido al descubrimiento de las anilinas. Estos colorantes se habían comenzado a utilizar en la tinción de pieles, pero en 1863 Haussmann descubrió el colorante p-fenilendiamina (PPD), el cual en un inicio fue empleado en peletería y años después, su uso se extendió a la coloración capilar.

En 1856 Sir William Perkins al intentar sintetizar quinina, para curar al paludismo, descubrió el primer colorante sintético, el cual es conocido como *malva de perkín*. Dicho colorante se obtuvo a partir de anilina contaminada con toluidina, y oxidada con dicromato de potasio, dando como resultado un sólido color negro brillante, el cual al ser disuelto en alcohol resultó eficaz para teñir seda y otros textiles (Urbano Champney, Diciembre 1995). A pesar de esto, fue hasta 1883, cuando se introdujo

el primer proceso de tinción capilar con compuestos orgánicos sintéticos, esto según una patente registrada por P. Monnet.

Otro de los avances de mediados del siglo XIX fue el uso del nitrato de plata o “*agua de Grecia*” como producto para teñir el cabello.

Los primeros años del siglo XX están marcados por la rápida evolución en la tinción capilar, esto se debió al lanzamiento de los tintes líquidos (soluciones de colorantes en agua) que tuvo lugar en Francia en 1907; en estos la coloración final se producía por la oxidación de los colorantes debido a la acción del oxígeno del aire. La adición de una cantidad de alcohol y amoníaco a la solución de colorante aumentó la eficacia del producto y mejoró los resultados de la aplicación.

En 1907, el químico Eugene Schuller creó la primera marca comercial para el teñido del cabello, y años más tarde fundó L'oréal, compañía que hasta el día de hoy continúa siendo líder en la investigación y tecnología sobre la coloración capilar. Originalmente tanto la tinción capilar como la decoloración, eran procesos limitados a los salones de belleza, es decir a manos profesionales, pero al ser introducido el primer tinte doméstico en 1950, la industria sufrió un gran auge y la sociedad revolucionó por completo, pues en un principio la tinción del cabello era motivo de escrutinio social, pero al tener estos productos en forma más accesible y con tonos más naturales, ésta práctica pasó de ser algo mal visto a algo no solo aceptable sino que además, ha venido marcando tendencia desde entonces.

Es importante resaltar que hasta ese momento se tenían dos tipos de productos capilares con funciones opuestas y aplicaciones separadas:

- ▮ Para decolorar, se empleaba el agua oxigenada con amoníaco.

- ▮ Para teñir, se hacía uso de una solución de colorantes con amoníaco.

El paso siguiente fue unir estos dos productos justo en el momento de aplicación, dando como resultado una decoloración y coloración simultánea. (Benaiges, 2007).

Capítulo 2: Estructura del cabello

Desde la perspectiva de la evolución, los pelos pueden haber servido para proteger el organismo de la pérdida de calor y proporcionarle a la epidermis subyacente una primera línea de defensa contra la abrasión y la penetración de agentes químicos nocivos y la radiación ultravioleta. Si bien el pelo corporal en el ser humano posee escaso valor protector, los especializados, como las pestañas y las cejas, así como los de las narinas y el oído externo, proporcionan cierta protección frente al entorno.

El cabello es el pelo que crece en el cuero cabelludo y además de un fin estético brinda una excelente protección ante el daño actínico. (Bonadeo, 1988). Otra función del pelo humano es su papel como “órgano no táctil” involucrado en la percepción sensorial. Todos los folículos pilosos poseen numerosas terminaciones nerviosas sensitivas que responden a la presión sobre el tallo del pelo, lo que permite casi todas las modalidades de sensibilidad táctil.

El pelo también actúa como un conducto que dispersa los olores de las secreciones glandulares sebáceas y apocrinas. Por último, el cabello es un componente importante en la imagen corporal, que transmite una gran cantidad de mensajes sexuales y sociales a través de su color y el estilo de peinado, de ahí su importancia psicológica para cualquier ser humano, sin importar sexo o edad. (Thomas B. Fitzpatrick, 2005).

2.1: Anatomía y fisiología del pelo

El pelo es una formación queratínica filiforme, implantada de forma más o menos oblicua en la piel. (Estrade, 2002). Dicha estructura consta de una porción libre o *tallo piloso*, situada sobre la epidermis. (Jankovic, 1998); así como de un parte profunda, *la raíz*, envuelta por una estrecha invaginación epidérmica o *folículo piloso*. (Ver Figura 1.)

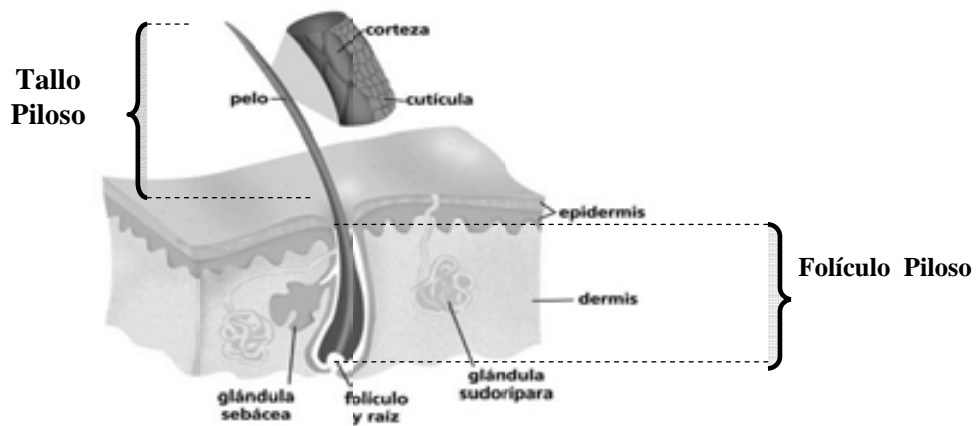


Figura 1 Esquema del pelo y sus porciones.

Fuente: (Cosmética Capilar. Higiene, fijación, coloración y tratamiento, Febrero 2008)

En los seres humanos los primeros folículos pilosos se forman entre las 9 - 12 semanas de gestación y están distribuidos sobre todo en las áreas de las cejas, el labio superior y el mentón. El resto de los folículos pilosos comienza a desarrollarse entre los 4 y 5 meses de gestación en una dirección cefalocaudal. El número de folículos pilosos es determinado antes del nacimiento y no hay evidencia de que exista la neogénesis folicular (formación de nuevo folículos) postnatal, ya que después del nacimiento no se forman nuevos folículos, por lo tanto si la papila y la vaina de tejido conectivo son destruidas el folículo no se regenera, es decir, en la piel adulta no se originan nuevos folículos pilosos (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005).

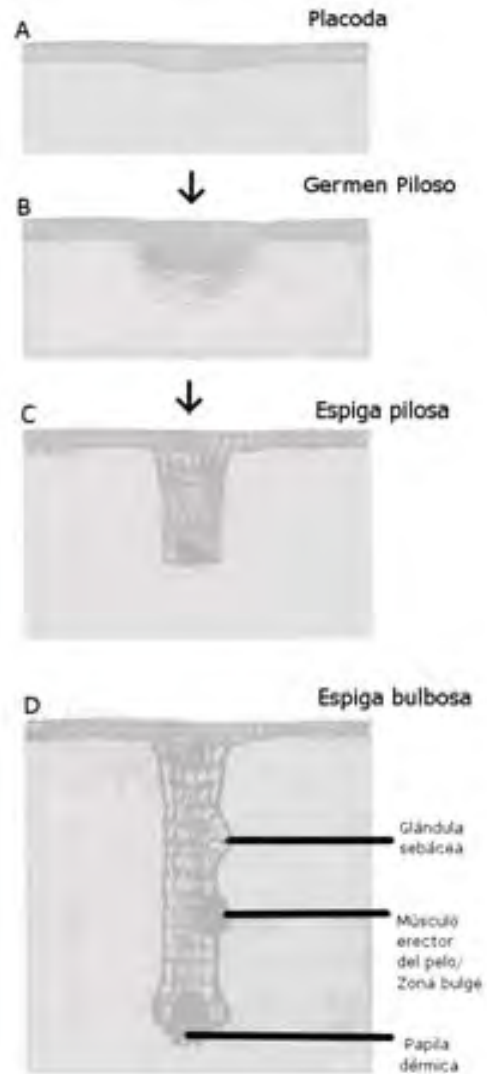
El diámetro y forma del pelo desarrollado por cada folículo son condicionados por su propia capacidad de respuesta y por las influencias hormonales

2.2: El folículo piloso

Los folículos pilosos se desarrollan a partir de células *ectodérmicas* y *mesenquimales*. El primer signo morfológico de formación del folículo piloso es la aparición de engrosamientos de células epiteliales en la epidermis fetal conocidos como **placodas** (Ver Figura 2.) Las placodas, a su vez, mandan señales al mesénquima subyacente con la consiguiente formación de unos agregados de células dérmicas conocidos como **condensado dérmico**, que formará la futura papila dérmica. La proliferación y crecimiento de las células epiteliales de las placodas hacia la profundidad de la dermis formará el llamado **germen piloso**.

En este folículo primitivo, se pueden apreciar ya dos protuberancias: la superior, dará lugar a la glándula sebácea. Mientras que la inferior, será el lugar de inserción del músculo erector de pelo y donde supuestamente residen las células del folículo piloso.

El **folículo piloso** es el conducto tubular donde se forma el cabello, este aparece como una proliferación del estrato germinativo de la epidermis (es ahí donde nace) y se extiende hacia la dermis subyacente, es decir, se desarrolla una invaginación de la epidermis. A partir del folículo piloso crece, el pelo formando nuevas células en la base de la raíz, estas células se multiplican para formar un bastón de tejido en la piel, los cuales se mueven hacia arriba desplazados por las nuevas células que se forman debajo de las mismas. A medida que se desplazan hacia arriba, se les aparta de su provisión de nutrientes y comienzan a formar una proteína dura llamada queratina en un proceso llamado queratinización. Durante este proceso, las células del cabello mueren. (Pigmentum. Info).



Fuente: (Haber S, Stough B, & Alam, 2007)

Cada pelo se desarrolla a partir de un folículo piloso, el cual se divide en tres partes:

▮ El **infundíbulo** (tercio superior) que va de la parte superior de la piel (capa cornea) hasta la desembocadura de la glándula sebácea. Aquí se queratiniza por medio de gránulos queratohialinos. (Navarrete, 2003) (Ver Figura 4). Esta región posee características similares a las de la epidermis.

- El **istmo** (tercio medio) que se sitúa entre la desembocadura de la glándula sebácea y la inserción del músculo erecto. (Navarrete, 2003). (Ver Figura 4). La VRI se fragmenta y descama en el istmo, mientras que la VRE se queratiniza sin formar gránulos.
- El **bulbo** o matriz (tercio inferior) se encuentra por debajo de la inserción del músculo erecto. Esta es la porción más compleja del folículo piloso, ya que está formada por varias estructuras como: la papila dérmica, la matriz del pelo, vainas radiculares, entre otras. (Haber, Stough, Dover, & Alam, 2007b). (Ver Figura 4.)

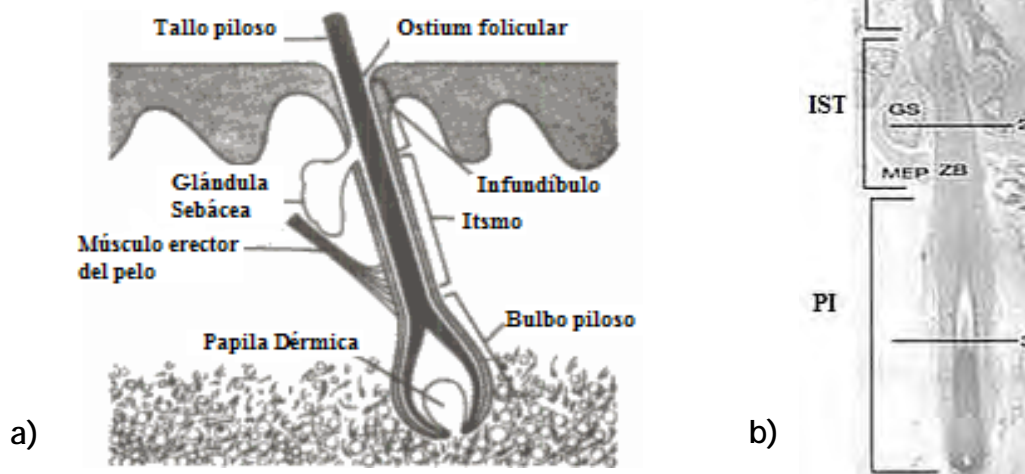


Figura 4. a) Esquema de la unidad pilo-sebácea b) Corte histológico vertical de un pelo anágeno terminal mostrando los tres segmentos en los cuales se puede dividir el folículo piloso: 1. el infundíbulo (IF), 2. el istmo (IST) y 3. la porción interior o bulbo (PI). La zona del bulo (ZB) corresponde a la región de inserción del músculo erecto del pelo (MEP). Glándula Sebácea (GS)
Fuente: (Haber S, Stough B, & Alam, 2007) (Falabella Falabella, Victoria Chaparro, Berona Cabal, & Domínguez Soto, 2002. 6a Ed.)

La **raíz** es la parte más interna, la cual está compuesta por células vivas que se encuentran en constante actividad.

La raíz está incluida en el folículo piloso. El folículo piloso está compuesto por dos vainas epiteliales y una vaina conectiva, las cuales se encargan de proteger a la raíz. La **vaina epitelial**, tiene como misión el afianzar el pelo en crecimiento en el folículo, está en estrecho contacto con la raíz, y se divide en dos:

- 1) **Vaina radicular interna (VRI)**, se origina a partir de la matriz del pelo envolviendo completamente al bulbo piloso y parcialmente al tallo capilar. La VRI es una estructura rígida que sirve de guía y molde para el cabello en

crecimiento (*Ver Figura 5*). La vaina interna está compuesta por tres capas de células concéntricas

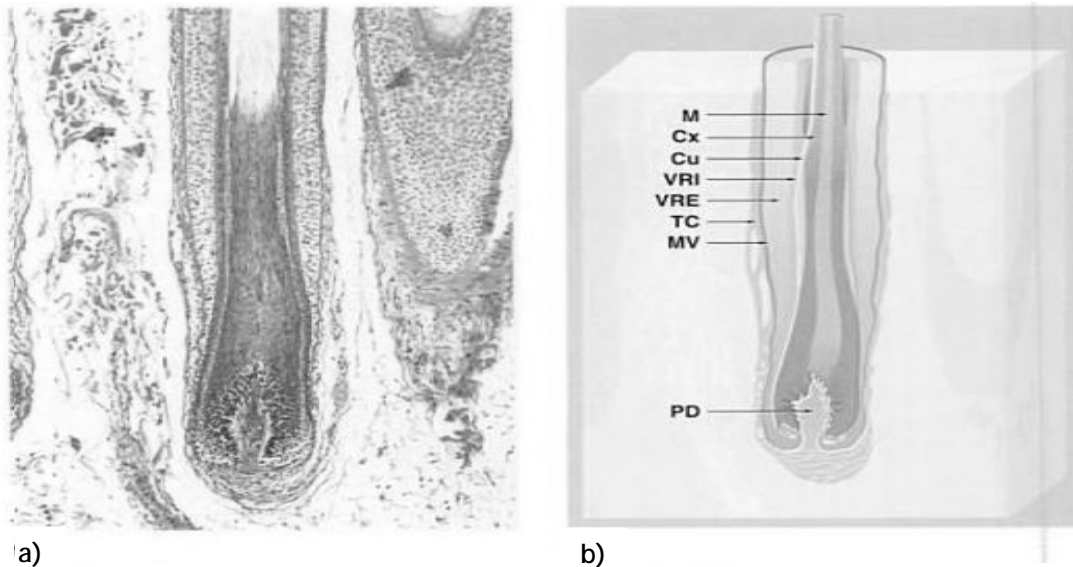


Figura 5. Folículo piloso (a) H-E 120x (b) Diagrama explicativo.

PD. Papila Dérmica, MV. Membrana vítrea, TC. Vaina de Tejido Conjuntivo, VRE. Vaina radicular externa, VRI. Vaina radicular interna, Cu. Cutícula, Cx. Corteza, M. Médula. **Fuente: (Young, Paul R., & Health, 2000).**

- ▮ *Capa cuticular de la vaina interna*, está constituida por una sola capa de células queratinizadas, superpuestas como tejas, las cuales se encuentran en estrecho contacto con las células de la cutícula, lo cual genera la impresión de una sola capa.
- ▮ *Capa media o de Huxley*, formada por unas pocas hileras de células cuadradas,.
- ▮ *Capa externa o de Henle*, formada por una hilera de células poligonales aplastadas, las cuales son las primeras en queratinizarse pues es la parte más inferior del folículo piloso, además moldean la formación del tallo piloso, permitiendo su desplazamiento. (Ferrandiz, 2001)

Todas estas capas se queratinizan por medio de gránulos tricohialinos, los cuales son escasos en la capa cuticular pero numerosos en la de Huxley y Henle. La VRI se desintegra al llegar al istmo (*Ver Figura 6*).

- 2) **Vaina Radicular Externa (VRE)**, se considera una invaginación de la epidermis. La VRE posee un grosor proporcional al tamaño del folículo

piloso, su función es rodear la parte externa del cabello. La VRE se extiende desde la base del bulbo piloso hasta la desembocadura del conducto sebáceo. La VRE no se queratiniza por debajo del istmo, mientras que la VRI sí lo hace. En el istmo, donde VRI se desintegra, la VRE sufre queratinización triquelema, es decir, sin formar gránulos (Moreno Arias, 2005). A partir del infundíbulo, la queratinización de la VRE sí forma gránulos de trichialina tanto en la capa granulosa como en el estrato córneo.

La **membrana vítrea (MV)** es el nombre que recibe la lámina basal engrosada, dicha membrana rodea la VRE.

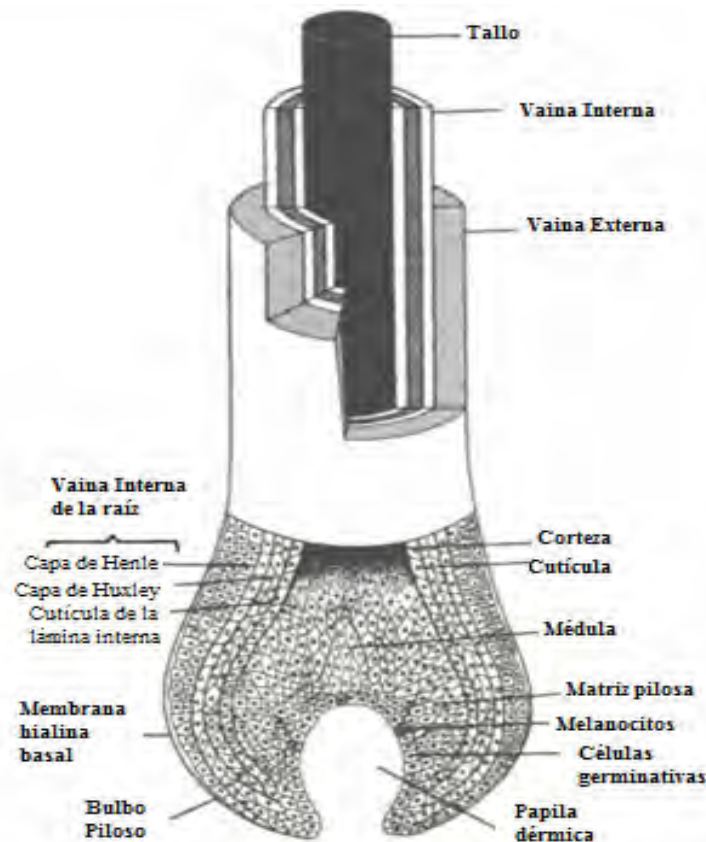


Figura 6. Estructura y capas del folículo piloso.

Fuente: (Falabella Falabella, Victoria Chaparro, Berona Cabal, & Domínguez Soto, 2002. 6a Ed.)

La **vaina de tejido conjuntivo o vaina radicular fibrosa (TC)**, es la capa más externa del folículo piloso y rodea la MV.

La parte inferior de la raíz del pelo está dilatada (forma similar a una cebolla) y constituida por células con alto potencial de división y diferenciación. Estas células

comprenden lo que se conoce como **matriz**, esta área es la encargada de la producción de pelo. Las células de la matriz se dividen y ascienden al folículo, diferenciándose en células del pelo o en células de la VRI. Entre las células madre de la matriz hay melanocitos. Conforme proliferan, las células de la matriz germinal son empujadas hacia la superficie, donde son queratinizadas y forman la diáfisis del pelo. Tanto las células de la matriz como las células queratinizantes necesitan un requerimiento metabólico diario enorme, ya que la actividad mitótica de las células germinativas y las síntesis de proteínas fibrosas son incesantes, debido a que son indispensables para la fabricación del cabello.

La porción de TC que está en íntimo contacto con la matriz del pelo se conoce como la **papila dérmica**, la cual posee un papel regulador importante en el crecimiento del pelo, ya que está es una estructura rica en vasos y nervios, que nutre el pelo. Dentro de los folículos existen **glándulas sebáceas**, destinadas a la producción del sebo que además de dar brillo al cabello, lubrica a la cutícula y evita la pérdida de humedad interna. El exceso de sebo atrae al polvo, lo que provoca que el pelo se vea sucio y opaco (Reyes, No. 36)

Los **melanocitos** son células especializadas en la síntesis de la melanina; estos se derivan embriológicamente de la cresta neural; sus precursores son los *melanoblastos*, células grandes redondeadas u ovals, que se diferencian a melanocitos entre la 8° y la 14° semanas de vida intrauterina. Después de una migración intradérmica, que se efectúa siguiendo un eje dorsoventral y cráneo-caudal, los melanoblastos alcanzan su ubicación definitiva en la capa basal epidérmica y los folículos pilosos. (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005).

Las **melaninas** son las proteínas responsables del color de la piel, pelo y cabellos, estas son pigmentos contenidos en organelos intracelulares denominados *melanosomas*.

El funcionamiento del melanocito depende de una programación genética (pigmentación constitucional), aunque puede ser influenciada por diversas circunstancias, como son la radiación ultravioleta y los factores hormonales.

En la epidermis los **melanocitos** se localizan en la unión dermoepidérmica apoyados sobre la membrana basal, pero es por medio de sus dendritas que mantienen contacto con los queratinocitos de las hileras suprabasales, ya que estas elongaciones se desarrollan hacia los costados y hacia arriba; este mecanismo de contacto se mantiene en el folículo piloso, lo único que varía es la ubicación pues en este caso, dichas células se encuentran en el infundíbulo y en el ápice de la papila dérmica. (Ver Figura 7.).

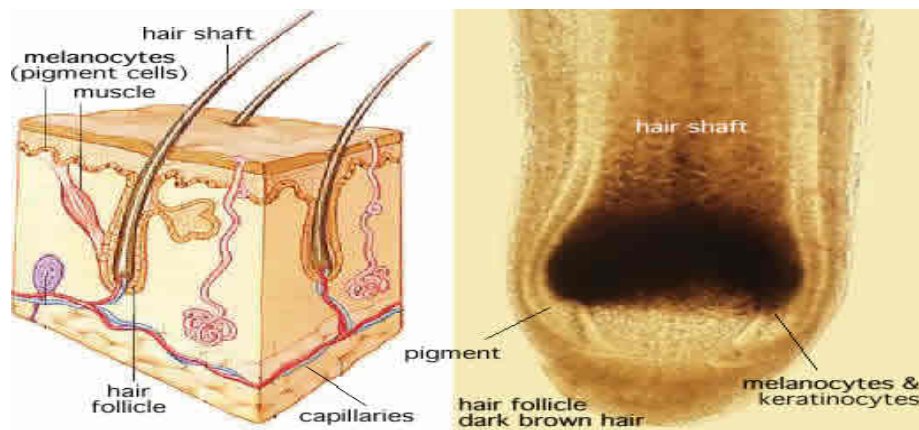


Figura 7 Ubicación de los melanocitos en la epidermis y en la fibra capilar
Fuente: (Haber, Stough, Dover, & Alam, 2007b)

El número de melanocitos epidérmicos varía de un punto a otro del tegumento. Es mucho más elevado en la cara (2,000 melanocitos /mm²) y en la región genital (2,300 melanocitos /mm²), pero disminuye en el tronco y las extremidades (900 a 1,700 melanocitos /mm²).

Los melanocitos se dividen en la epidermis y en los folículos pilosos; el número de melanocitos activos se reduce rápidamente con la edad (aproximadamente un 10% cada década de la vida). No obstante, son capaces de permanecer en estado inactivo, el cual concluye una vez que son reactivados por estímulos externos como los rayos UV, esta reactivación se debe a que en la capa basal de la VEE se observan melanocitos amelanóticos inactivos capaces de activarse por una abrasión química, láser, dermoabrasión, etc. (Moreno Arias, 2005).

Los pigmentos capilares residen dentro del córtex y la médula en gránulos ovoides o esféricos, los cuales miden entre 0.2 a 0.8 μm , estos están compuestos por minerales y una proteína, conocida como *melanoproteína*. Dichos gránulos representan solamente el 3% del total de la masa total de la fibra.

2.3: Los melanosomas

Los melanosomas son orgánulos intracitoplasmáticos relacionados con los lisosomas, unidos a la membrana, y están especializados en la síntesis y el almacenamiento de la melanina. Tanto los melanocitos como las células epiteliales pigmentadas de la retina producen melanosomas. Sin embargo, mientras que estas últimas células retienen a los melanosomas en su citoplasma, los melanocitos epidérmicos y de la matriz del pelo tienen como función principal transferir los melanosomas maduros a los queratinocitos. Al mantenerlos dentro de un compartimiento independiente, los melanosomas protegen al resto de la célula de los precursores reactivos de la melanina, como son los fenoles y las quinonas, los cuales pueden oxidar los lípidos de la membrana, esto es similar a la protección que confieren los lisosomas mediante el secuestro de las proteasas y de otras enzimas catabólicas. Entre otras características que comparten los melanosomas y los lisosomas se incluye la posibilidad de tener un pH intraluminal bajo (aunque la melanina se puede producir a un pH neutro), ciertas proteínas integrantes de la membrana y algunas hidrolasas.

Los melanosomas están constituidos por proteínas específicas de matriz que forman una estructura estriada en la que se deposita la melanina y las enzimas que regulan su biosíntesis como la tirosinasa y otras enzimas accesorias.

Los melanosomas son fabricados por la ruta retículo endoplásmico rugoso (RER) – Golgi. En los ribosomas del RER son sintetizados los melanosomas y se fabrica una proteína denominada *protirosinasa* (Ver Figura 8). Posteriormente la *protirosinasa* y otras enzimas melanogénicas se translocan al lumen del RER, donde son glucosiladas co y postraduccionalmente. Las glucoproteínas nacientes se unen a las carabinas moleculares, estimulando su eficaz plegamiento.

Mientras que las proteínas mal plegadas son degradadas por la vía del proteosoma, las proteínas correctamente plegadas se exportan a través del aparato de Golgi, desde el RER hasta las pequeñas vesículas esféricas llamadas **premelanosomas**; estas estructuras son las que contienen a los precursores de la melanina, por lo tanto es aquí donde comienza su síntesis. Conforme la melanina se va acumulando los premelanosomas maduran y salen del aparato de Golgi transformándose en melanosomas, en esta estructura es donde coexisten la melanina y la tirosinasa. (OFFARM, 2001)

El **Melanosoma I**, es una vesícula esférica y amorfa cargada de *protirotinasa*, la cual adquiere forma ovoide (alargada) y las proteínas de su interior, sobre todo la *protirotinasa*, se organizan formando una estructura elíptica y filamentosa, la cual se denominará **Melanosoma II**. (Moderno prometeo).

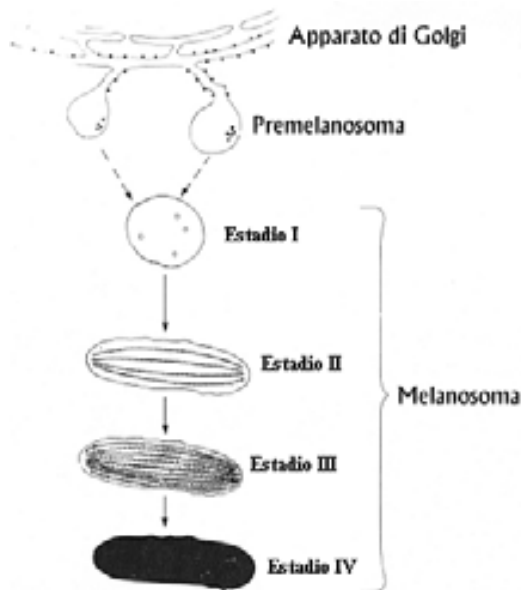


Figura 8. Diferentes estadios de los melanosomas. Fuente: (Corti)

Posteriormente, la *protirotinasa* se transforma en tirosinasa, haciéndose activa y comenzando a sintetizar melanina a partir de su precursor: la *tirosina* (Tyr). En esta etapa el tipo de melanina que se sintetiza generalmente es eumelanina, pero si se produce feomelanina los melanosomas que la sintetizan adquieren una forma esférica con la matriz desestructurada. La vesícula con la tirosinasa activa se denomina **Melanosoma III**. Conforme se forma la melanina esta se acumulará en el interior de la vesícula, hasta que no quede aminoácido que transformar, lo que

conlleva a la inactivación de la enzima. En este momento la vesícula es conocida como **Melanosoma IV** o **Melanosoma** propiamente dicho.

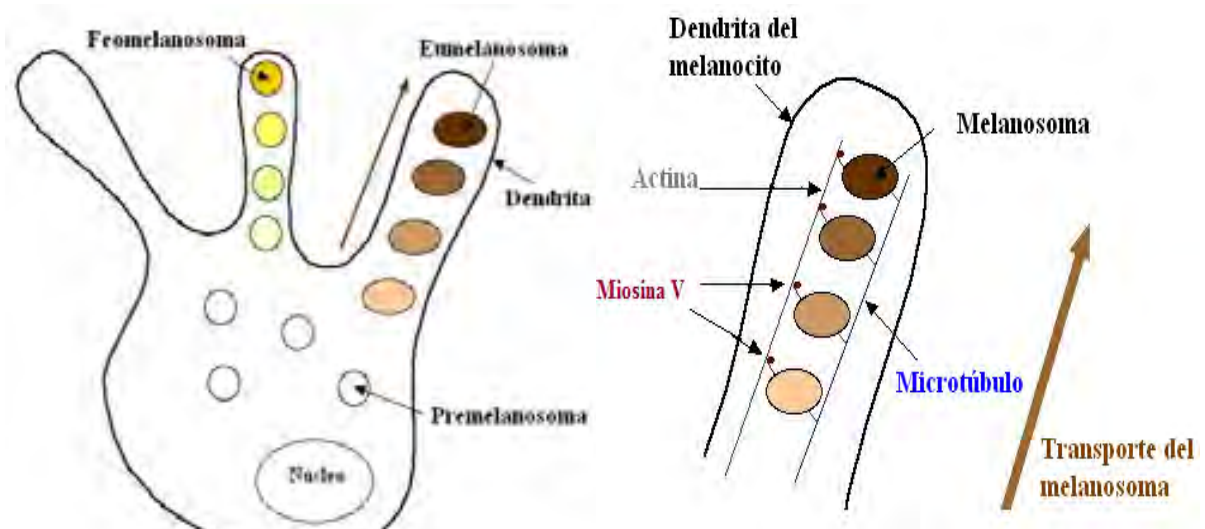


Figura 9. Transporte de los melanosomas a través de las dendritas de los melanocitos.
Fuente: (Rat behavior and biology, 2008)

Cuando se deposita la melanina en los melanosomas, estos migran siguiendo los microtúbulos del cuerpo celular hacia las dendritas, con el propósito de prepararse para su transferencia a los queratinocitos. La *quinesina* y la *dineína* sirven como motores moleculares para el transporte de los melanosomas asociados a microtúbulos. La primera de estas proteínas de transporte se encarga del movimiento anterógrado, mientras que la segunda participa en el retrógrado. La radiación UV produce un aumento anterógrado al incrementar la actividad de la quinesina y disminuir la actividad de la dineína. La *miosina Va*, es una proteína motora, cuya función es capturar los melanosomas maduros cuando alcanzan la periferia de la célula y unirlos al citoesqueleto de actina situado bajo la membrana plasmática.

Los melanosomas migran del interior de los melanocitos al borde con ayuda de un marco de microtúbulos, el cual transporta a las vesículas hacia las dendritas, para favorecer el ascenso se los melanosomas se requiere la ayuda de filamentos de *actina*, así como de *miosina V* (Ver Figura 9)

Los melanosomas son transferidos a los queratinocitos vecinos, ya sea en forma aislada o bien agrupada en complejos denominados **fagolisosomas**. La transferencia de los melanosomas se explica por tres mecanismos:

- 1) Proceso de citofagocitosis, por medio de este el queratinocito fagocita la extremidad de la dendrita melanocítica.
- 2) Inyección directa de melanosomas en el citoplasma del queratinocito.
- 3) Liberación de melanosomas en el espacio extracelular seguido de su incorporación a los queratinocitos.

Estos tres mecanismos no se excluyen entre sí, es probable que las condiciones ambientales del melanocito determinen el mecanismo de transferencia. La degradación progresiva de los melanosomas se produce en el interior de los fagolisosomas intraqueratinocitarios por acción de las enzimas lisosomales, en particular *fosfatasa ácida*. Una vez degradado el melanosoma la melanina liberada, será eliminada hacia la superficie cutánea por los queratinocitos descamantes; otra parte es excretada a nivel de la dermis por la vía linfática.

Las etapas de maduración o **melanización** de los melanosomas varían en función del tipo de pigmento sintetizado, los **eumelanosomas** sintetizan *eumelanina*, mientras que los **feomelanosomas** lo hacen para **feomelanina**; es importante mencionar que se han descrito casos, en los cuales un mismo melanocito, sintetiza eumelanosomas y feomelanosomas así como melanosomas que tienen características de los eu y feomelanosomas.

A la entidad constituida por un melanocito y los 36 queratinocitos adyacentes, se le conoce como **Unidad Melánica Epidérmica**. Los distintos componentes de los melanosomas son elaborados bajo el control genético, sus características están codificadas por los genes de la pigmentación y se hallan especificadas en la secuencia nucleotídica del ADN del melanocito. La síntesis de ADN y la melanogénesis son mutuamente excluyentes, es decir, cuando la primera se detiene comienza la segunda.

2.4: El tallo piloso

El *tallo* es la parte visible del pelo, a diferencia de la *raíz* se halla compuesto por células muertas totalmente queratinizadas. En un corte transversal del tallo piloso, se pueden distinguir tres capas que desde dentro hacia fuera son: **médula**, **corteza** o **córtex** y **cutícula** (Ver Figura 10). El diámetro es de 70 - 100 μm y la carga de ruptura del cabello es de aproximadamente de 40 - 60 g.

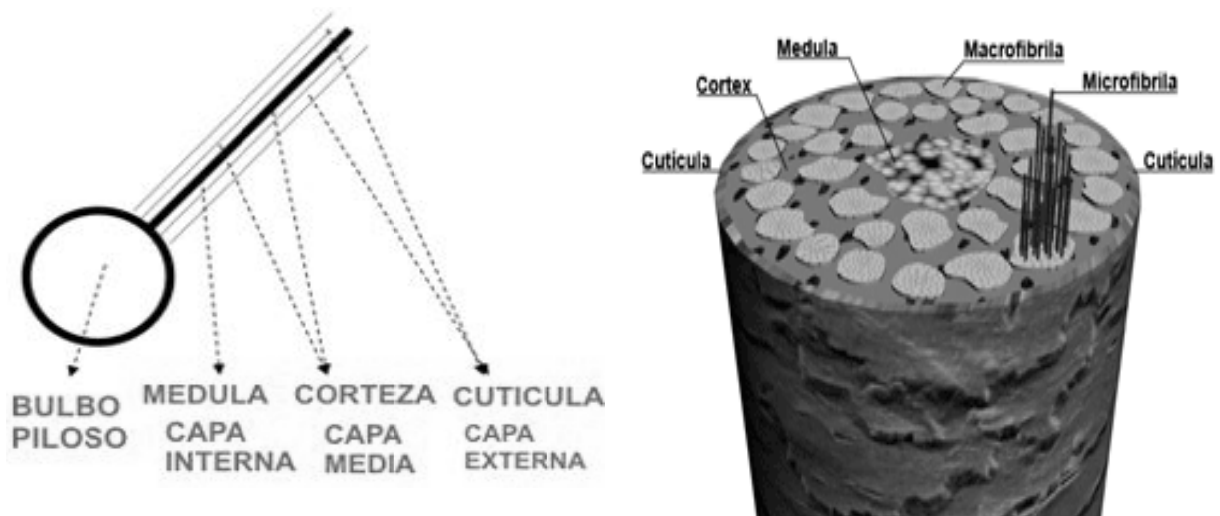


Figura 10 Diseño esquemático de la fibra capilar.

Fuente: (UNESP, Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho).

La **médula** es una columna o cordón cilíndrico formada por células grandes sin núcleo y poco pigmentadas, esta solo está presente en los pelos gruesos. Se origina en el centro de la papila y se estrecha a medida que asciende. Representa el 21% de la superficie del cabello (Micro cirugía capilar Bosley). En niños y en ancianos puede no existir la médula, pero este no es el único caso de ausencia de médula pues los pelos vellosos tampoco la poseen. Como se puede observar en la Figura 9, la médula se encuentra en el centro del pelo y esta puede ser continua, discontinua o fragmentada (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005f).

La **corteza** o **córtex** es la parte más espesa del tallo capilar, y está compuesta por células fusiformes queratinizadas, cementadas entre sí. Dentro de cada célula se observan fibrillas (macrofibrillas) de 0.2 μm de diámetro, que a su vez, contienen filamentos (microfibrillas) de un diámetro de 6nm, los cuales poseen un alto contenido de cistina, debido a que están compuestos por α -queratina (Viglioglia &

Rubin, Cosmiatría II, 2005). Se pueden diferenciar dos zonas corticales, el **ortocortex**, la cual posee la menor densidad de fibrillas y mayor proporción de matriz amorfa proteínica; y el **paracortex** zona donde hay más fibrillas y menos matriz. Ambas zonas son las encargadas de determinar la formación del rizo del cabello, siendo el ortocortex la parte exterior del rizo, mientras que el paracortex es la parte interior.

Entre las células de la corteza se han encontrado un número variable de husos que representan delicados espacios aéreos que aparecen entre a medida que el pelo crece, esto se debe a la cornificación de las células de la papila dérmica (porción viva de la raíz pilosa), proceso que realizado por la queratina. (Staff, Luna Méndez, & Álvarez Baleriola, 2005, 30 ° Edición); justamente estos husos intra e intercelulares junto con los pigmentos determinan en gran parte el brillo y las tonalidades del color del cabello, por influencia de la reflexión de la luz (Invani S.L.). El aumento de espacios aéreos entre las células, junto con la pérdida del pigmento genera el pelo canoso. La cutícula es la responsable de las propiedades mecánicas del cabello y representa un 70% de la superficie total del mismo (Micro cirugía capilar Bosley) .

La **cutícula** es una envoltura constituida por células escamosas aplanadas de queratina dura, que se superponen unas a otras como las tejas de un techo. Estas laminillas imbricadas, traslúcidas desprovistas de pigmento, engranan perfectamente con las células de la VRI, constituyendo un anclaje perfecto del pelo en el folículo. La cutícula está integrada por tres partes: *epicutícula*, *exocutícula* y *endocutícula*, adyacente a la corteza. La cutícula ocupa el 9% de la superficie total del cabello y es una capa protectora contra las fuerzas físicas y químicas 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 (Ver *Figura 11*), la porción más importante para mantener la resistencia pilosa es la *epicutícula* (Micro cirugía capilar Bosley).

La cutícula, está constituida por células compuestas de queratina, es la responsable de proteger el interior del cabello, a la vez que influye en el brillo y color del mismo, son varios los factores que inciden en la buena calidad de la misma, los tratamientos mecánicos (mal cepillado), las condiciones ambientales (contaminación), así como los diversos tratamientos químicos (alaciado, rizado, teñido, etc.), estos provocan que la cutícula se hinche y abra, algo que con el uso continuo de los mismos, modifica la estructura del cabello, convirtiéndolo en seco, frágil, poroso y hasta quebradizo (Ver Figura 12).

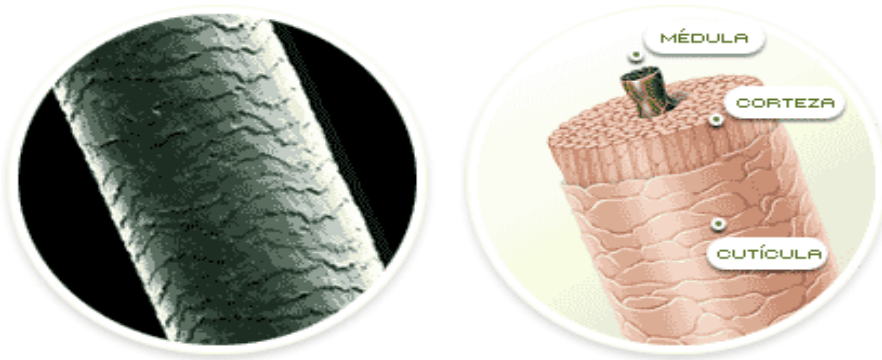


Figura 11. Microscopía electrónica de un cabello sano.

La estructura del cabello sano se caracteriza por una cutícula que rodea estrechamente la corteza. Entre más cercanamente la cutícula rodee la corteza, mejor protegido está el cabello de factores dañinos externos. Fuente: (Pantogar, 2008)



Figura 12. Microscopía electrónica de un cabello con la cutícula dañada.

Cuando el cabello está dañado, la cutícula está abierta y rugosa, y factores dañinos pueden pasar fácilmente hacia la parte interna del cabello. Si el daño es severo y exógeno, el cabello puede romperse finalmente. Fuente: (Pantogar, 2008).

2.5: Ciclo de crecimiento del pelo

La actividad de todos los folículos pilosos es cíclica y asincrónica, es decir folículos vecinos se hallan en diferentes estadios del ciclo. Suceden regularmente períodos de crecimiento activo, de descanso, caída y rebrote.

En la **fase de anágena** (periodo de crecimiento activo) la matriz pilosa se encuentra en proceso de replicación activa para formar las diferentes capas del tallo, empujándolo progresivamente, desde abajo, a fin de potenciar su crecimiento. La duración de esta fase determina la longitud del pelo, aunque en menor medida también influye en ella la velocidad de crecimiento característica de cada zona del cuerpo. En el cuero cabelludo esta fase puede durar años, acortándose conforme avanza la edad. Los folículos en esta etapa son metabólicamente muy activos y sensibles a los cambios nutricionales y a los daños químicos.

La **fase catágena** (periodo de recesión, se detiene la división celular y el folículo se encoge), su duración es relativamente corta, durante esta etapa los cabellos exhiben un adelgazamiento gradual y disminución de la pigmentación en la base del tallo, debido a que la hebra recientemente formada se desplaza hacia la superficie de la piel. Los melanocitos en la porción matriz del bulbo dejan de producir melanina, reabsorben sus dendritas y sufren apoptosis. Los queratinocitos de la matriz dejan de proliferar de forma abrupta para pasar a la diferenciación terminal.

Cuando el folículo pasa de la **fase anágena** a la **fase catágena** se detiene la división celular de la matriz, la MV se arruga y engruesa. Entonces, el pelo se desplaza hacia arriba, su extremo inferior adopta forma de “clava o garrote” y la papila queda libre. El vacío que queda debajo del pelo es llenado por un saco, formado por la VRE, que rodea la “clava” y envía un cordón celular que progresa hacia abajo alcanzando la papila. Este cordón es el germen piloso secundario (Moore, Persaud, & Martínez Alvarez, 2004, 7 Ed.) del que se originará el nuevo pelo (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005c).

Cuando se ha completado la queratinización, el pelo entra en la última fase del ciclo, la **fase telógena** (periodo de reposo durante el cual se produce la caída del cabello), en esta etapa el pelo tiene un extremo con forma de “clava o garrote” queratinizado y su cubierta epitelial está firmemente unida esto con el fin de anclar el pelo al cuero cabelludo, aunque no tan fijamente como en *fase anágena*. Conforme avanza el tiempo la cubierta epitelial se adelgaza y la unión del folículo con el garrote telógeno es cada vez más débil debido al nuevo tallo piloso moviéndose hacia arriba en el canal folicular, lo que provoca la caída de la hebra de pelo. El folículo entra en actividad de nuevo al final del este período, con el crecimiento interno del germen secundario que vuelve a cubrir la papila dérmica, de modo que se reconstituye la matriz y se empieza a formar un nuevo pelo. El *folículo telógeno* mide la mitad o la tercera parte del *folículo anágeno* y no posee bulbo. El extremo inferior del primero termina en la dermis, mientras que el segundo alcanza la hipodermis (Pelo y Estética, 2007)

La duración cronológica del ciclo piloso varía según las regiones del cuerpo, la edad y el sexo. En el cuero cabelludo la **fase anágena** dura aproximadamente 3 años, aunque según la región cutánea, este período se puede extender hasta 6 años (Jankovic, 1998). La **fase catágena** tarda de 2 a 3 semanas y la **fase telógena** toma 3 meses. Es decir que el 85-90% de los pelos se hallan en período *anágeno*, el 1% en *catágeno* y el 10-14% en *telógeno*.

En época reciente, la atención redirigió al estudio de los mecanismos de desprendimiento del pelo, y el término **exógeno** se acuñó para denominar a la fase de desprendimiento. Dado que los pelos pueden retenerse por más de un ciclo, la fase de desprendimiento tiende a ser independiente del anágeno y telógeno (Thomas B. Fitzpatrick, 2005).

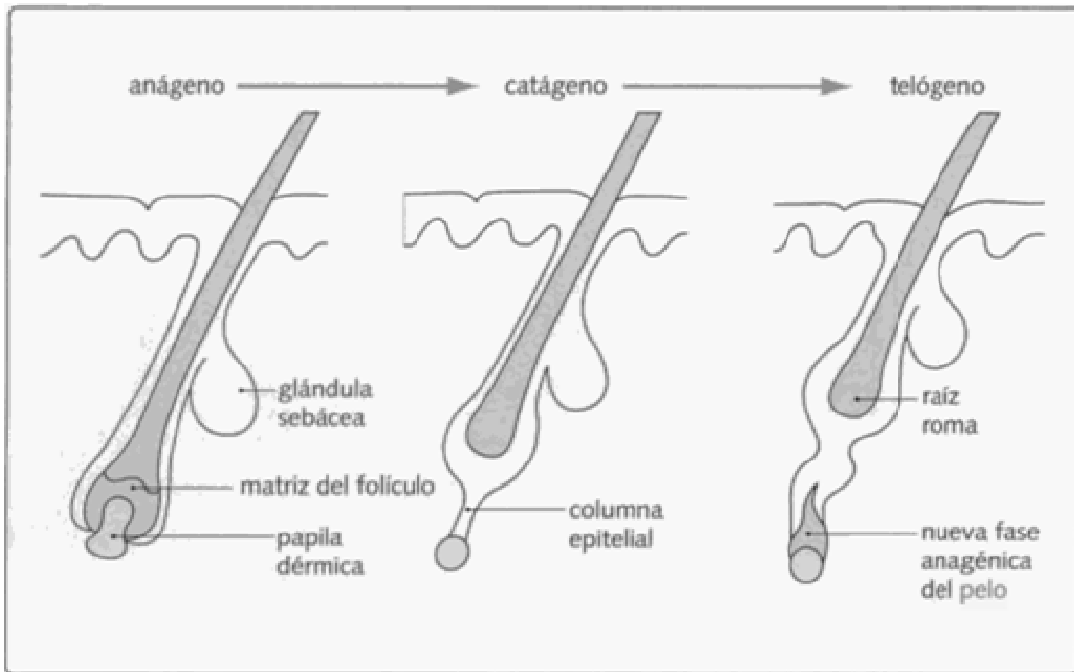


Figura 13. Las fases del ciclo capilar. Fuente: (Merck & Co. Inc. (USA)) (Knight & Biswas, 2004 2ed.)

Capítulo 3: Características fisicoquímicas del pelo

3.1: La química del pelo

El análisis elemental del cabello pone de manifiesto que éste únicamente se compone de cinco elementos no metálicos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre (Ver Tabla 1). Dichos elementos conforman una proteína fibrosa llamada **queratina**, la cual es el producto final del proceso de queratinización que se realiza en el folículo (Simmons V, 2000); en la fibra capilar el contenido de queratina va de un 65 a 95% del peso total de la hebra.

Tabla 1. Elementos químicos presentes en la queratina.

<u>Elemento</u>	<u>Porcentaje en el peso de la Queratina</u>
Carbono	50-51
Oxígeno	19-23
Nitrógeno	17-18
Hidrógeno	6-7
Azufre	4-5

Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Carrillo Troya, El Cabello. Cambios de Color, 2008)

Además de los elementos enlistados en la tabla, el pelo posee cantidades trazas de magnesio, arsénico, hierro, cromo, así como algunos minerales.

La queratina es el componente esencial del cabello, conformado por 18 aminoácidos, de los cuales el principal es la cisteína, aminoácido rico en azufre. La histidina, metionina y el triptófano son aminoácidos presentes pero en pequeñas proporciones.

El término queratina, proviene del griego *Keros*, que significa cuerno, esta es una escleroproteína con gran resistencia química y estructura mecánica. Esta proteína se caracteriza por tener cadenas largas de estructura secundaria, las cuales son insolubles en agua y disoluciones salinas siendo por ello idóneas para realizar funciones esqueléticas de gran resistencia física y con funciones estructurales.

Existen dos clases de queratinas:

- Las α -queratinas, son las proteínas más importantes del pelo, las uñas y la piel animal; la cadena polipeptídica de esta proteína se enrolla en una hélice α . de giro a la derecha.
- La β -queratina se encuentra en las fibras de la seda, escamas, plumas, garras y picos de los reptiles y los pájaros; tiene estructura de lámina plegada en conformación β y posee aminoácidos con cadenas laterales relativamente pequeñas, por lo que son ricas en glicina, alanina y serina (Teji3n, 2004).

La α -queratina posee una resistencia adicional proveniente del enrollamiento con giro a la izquierda de cuatro hélices anteriores para formar una súper hélice denominada protofibrilla. Los factores estabilizadores de la **protofibrilla** son los puentes de hidrógeno intermoleculares y los puentes disulfuro intermoleculares formados por la oxidación de residuos de cisteína yuxtapuestos. Once de las protofibrillas se combinan y forman agregados denominados **microfibrillas**; a su vez, cientos de estos se combinan para formar una matriz proteica llamada **macrofibrilla** (Ver Figura 14).

Las interacciones entre las hebras se producen a través de puentes disulfuro, la queratina del pelo se encuentra en la forma alfa, existiendo la posibilidad de transformarla a la forma beta, por ejemplo, al aplicar calor y humedad, el pelo puede incluso duplicar su longitud, esto sucede porque se rompen los puentes de hidrogeno de la hélice y las cadenas polipeptídicas adoptan una conformación beta, el cual es resultado del estiramiento de la molécula hasta producir una estructura casi lineal), en conclusión, el hidrógeno es el elemento que aporta una resistencia extra que se pierde cuando el cabello se moja, de ahí que el cabello húmedo no se mantenga firme y se quede pegado a la piel. No obstante los grupos **-R** de las queratinas son muy voluminosos, lo que hace que la conformación β se desestabilice y al poco tiempo adopte de nuevo la conformación en hélice con lo que el pelo recupera su longitud original.

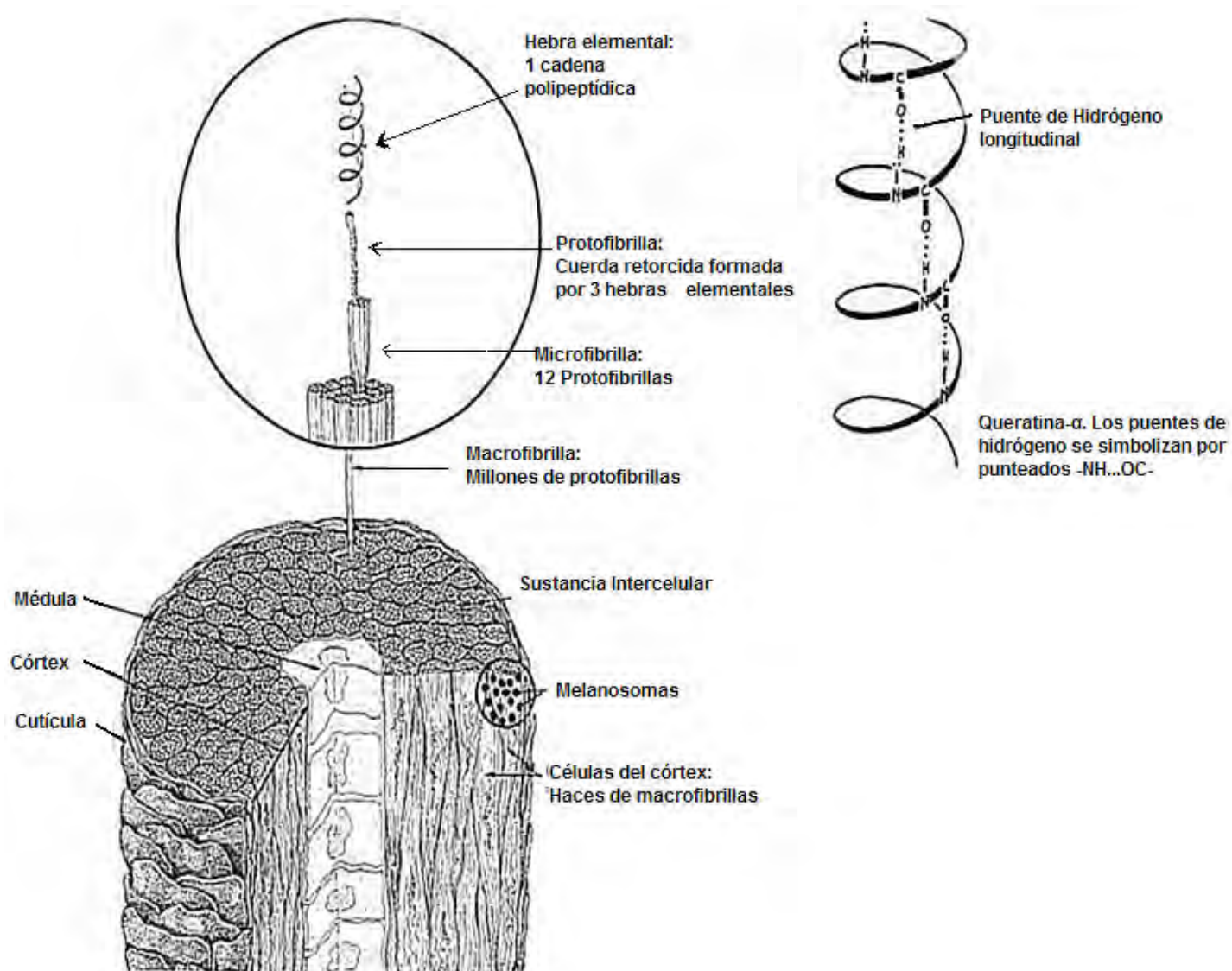


Figura 1. Estructura del tallo piloso. Fuente: (Martini & Martine, 1997)

Aparte del propio peso del agua que también influye, el agua actúa como un disolvente de ese hidrógeno y debilita los puentes que forma el hidrógeno de la queratina; según se evapora el agua los puentes vuelven a reforzarse y el cabello vuelve a su forma fibrosa y erguida. Además de los puentes de hidrógeno y los puentes disulfuro, la cohesión de las moléculas de queratina también utilizan fuerzas electrostáticas (puentes salinos).

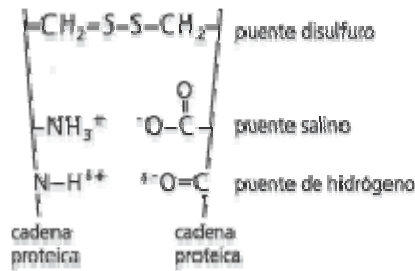


Figura 2. Enlaces químicos presentes en el pelo Fuente: (Reyes, No. 36).

La ubicación de estos enlaces es lo que determina la forma natural de nuestro cabello. Si los enlaces se dan de forma paralela y las cadenas proteicas se mantienen alineadas, tendremos el cabello lacio; si la unión entre azufres se da de forma diagonal y las fibras de queratina forman una especie de espiral, el cabello será rizado. La forma en que se enlazan los átomos de azufre en la queratina es determinada por la información contenida en nuestros genes.

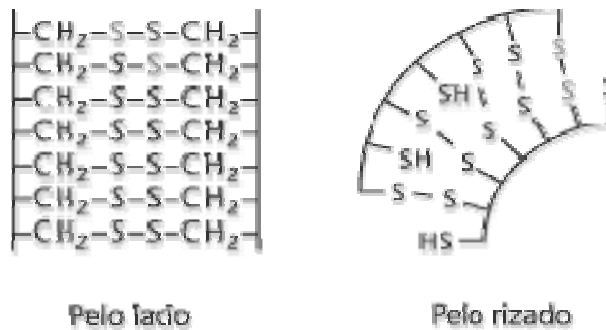


Figura 3. Acomodo de los puentes disulfuro en el cabello lacio y rizado. Fuente: (Reyes, No. 36).

La α -queratina se encuentra en: el pelo, las uñas y la parte más externa de la epidermis, sin embargo, esta no es siempre igual, pues en la piel es más elástica y menos dura que las uñas. Los dos tipos de α -queratinas se diferencian en su contenido de azufre presente en la cisteína:

- La **queratina blanda** tiene un porcentaje de azufre que no supera el 4% y es la que forma la epidermis.
- La **queratina dura** tiene un porcentaje de azufre que va entre el 14 y el 18%, esta queratina es la que forma cabello y uñas, así como plumas, pezuñas, cuernos etc.

3.2: Propiedades físicas del pelo

En el bulbo capilar es donde se generan las propiedades físicas y químicas que tendrá el pelo como es: la resistencia, el grosor, la forma y el perfil de la fibra, brillo, flexibilidad y capacidad de humectación

La propiedad esencial del tallo piloso es la elasticidad (la resistencia al estiramiento); indica hasta que punto va a estirarse y poder retornar a su estado inicial el cabello. Las deformaciones inducidas por la tracción o la torsión, se acompañan del paso de la forma alfa de la queratina a la forma beta, este fenómeno corresponde a la ruptura de los puentes disulfuros intercatenarios; el restablecimiento de las uniones originales ocurre de forma espontánea (Ver Figura 17). Estas modificaciones son facilitadas por el estado de hidratación (la elasticidad aumenta con la humedad) o por la acción de las bases, las deformaciones se incrementan por la conjunción de los dos elementos facilitadores. Los cabellos totalmente sanos, cuando están húmedos, se estirarán hasta un 50% de su propio largo y volverán a su forma inicial sin quebrarse. Los cabellos secos solamente se estirarán un 20%. La elasticidad puede ser *débil* (poca), *normal* o *alta*. La elasticidad del cabello proviene de sus paredes.

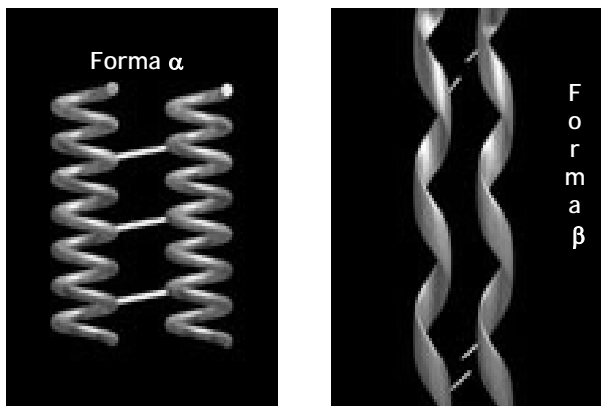


Figura 4. Modificación de la estructura de la queratina al estirar el cabello. **Fuente:** (L'oréal Hair Science.Com)

Los cabellos con poca elasticidad se pueden quebrar con facilidad, pueden ser difíciles de rizar y no toleran bien las permanentes. El córtex determina la elasticidad y fuerza propia de cada cabello.

La elasticidad del cabello húmedo o seco está relacionada con el **diámetro de la fibra**, a mayor diámetro la fibra tenderá a resistir más la fuerza de estiramiento y elongación.

La **resistencia mecánica** que soportan los cabellos varía de 40 a 60g, esto se debe a que el cabello es una fibra un tanto resistente y tenaz. La resistencia mecánica de los cabellos se debe a la estructura de cadenas helicoidales de la queratina orientadas en sentido paralelo al eje longitudinal de la fibra capilar.

Los **agentes químicos** más agresivos son: las bases, los oxidantes, los reductores, esto debido a que disminuyen la cohesión del tallo piloso, los pelos aguanta mejor la acción de los ácidos. El cabello posee una débil **resistencia al calor** debido a la desnaturalización de las proteínas que lo componen.

La **electricidad estática** varía según la edad y la hidratación; los cabellos están dotados de propiedades aislantes, además de ser triboeléctricos o electrostáticos, ya que son capaces de liberar electricidad con el forzamiento al peinar o frotar al cabello seco, lo cual provoca que el cabello se cargue de electricidad estática. Las cargas eléctricas provocan que cada fibra tienda a separarse y su control se dificulte. Naturalmente este efecto queda eliminado por el emuntorio sebáceo normal, pero por si esto no fuera suficiente se pueden emplear acondicionadores y shampoos con acondicionador para reducir y controlar esta desviación.

La **ruptura de los puentes disulfuro** puede efectuarse bajo la acción de agentes reductores conduciendo a la creación de radicales tioles. Con la aplicación de un agente oxidante se elimina una molécula de agua y se favorece la reconstrucción de nuevos puentes disulfuro, es decir de nuevas ligaduras conduciendo a la constitución de una nueva molécula de queratina (Ver Figura 5).

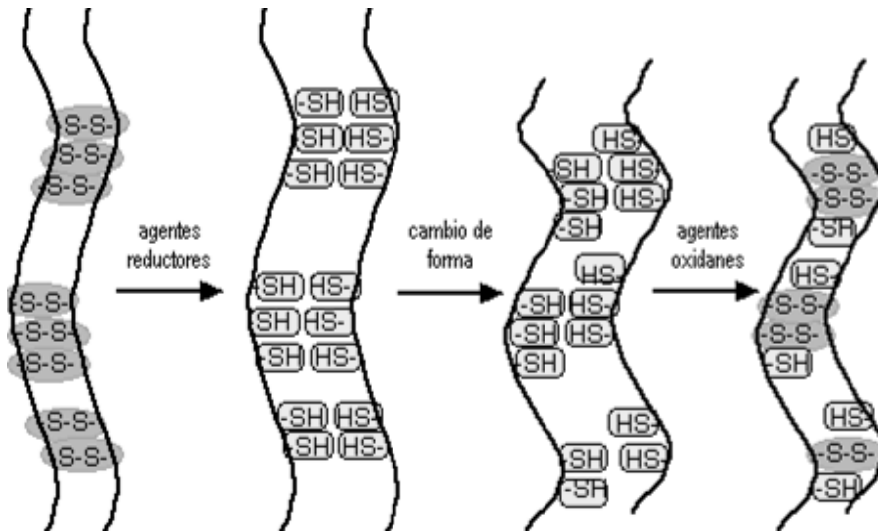


Figura 5. Puentes disulfuro intracatenarios. Fuente: (Urdiales, 2002)

El cabello posee la capacidad de absorber hasta el 25% de su peso de agua ya sea por imbibición directa y también de la atmósfera, lo que provoca alteraciones en las propiedades mecánicas y eléctricas. El agua absorbida se encuentra en forma libre, aunque también queda ligada parcialmente a la queratina, por medio de puentes de hidrógeno. La absorción se acompaña de la hinchazón del tallo, por lo que el diámetro aumenta entre un 15 y 20%. La absorción del agua está influida esencialmente por la reacción global básica, mientras queda reducida en pH ácido.

El agua no es el único solvente polar que puede absorber el pelo, este fenómeno ocurre con urea, formamida, bromuro de litio, etc. A mayor **contenido de humedad** en el cabello se genera más fricción en la cutícula, lo cual provoca que este pierda su suavidad y tienda a enredarse.

En presencia de productos polares e hinchantes pueden pasar también moléculas de considerable dimensión, como sustancias grasas y colorantes.

En el cabello normal no dañado, con la cutícula intacta, el agua no penetra en la corteza y los shampoos no dañan la fibra, sin embargo al aplicar permanentes o tintes químicos, estos atacan la cutícula haciéndola **porosa** (Lipoquimia, 2006). El uso continuo de tratamientos químicos agresivos tienden a crear un cabello poroso permanentemente que se vuelve seco, frágil y con tendencias a desarrollar puntas abiertas (Ver Figura 19).

La mayor atracción de una bella cabellera reside en su **textura** y **tacto**, condición que va a depender de:

- ▮ diámetro de la fibra capilar (a mayor diámetro, más cuerpo y volumen del cabello).
- ▮ grado de tratamiento químico y daño interno de la fibra (el cabello natural es el de mejor textura).
- ▮ Lo que se aplica sobre el cabello (geles, aerosoles y lociones).

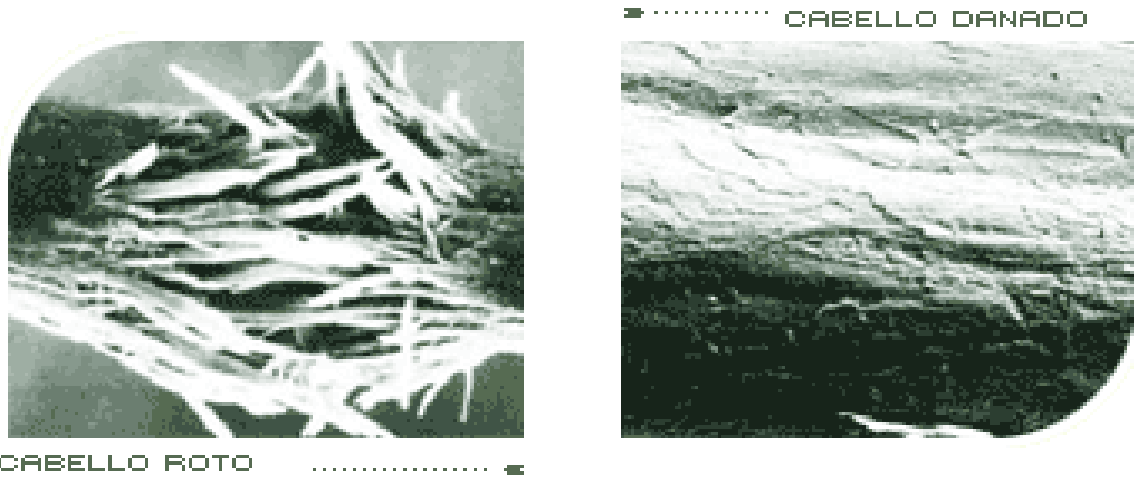


Figura 6. Microscopía electrónica de un cabello roto y un cabello dañado. Existen distintos tipos de daños sobre el cabello. El daño mecánico se origina al peinar, desenredar o sujetar al cabello con bandas elásticas. El daño químico se da por el uso de tintes capilares, permanentes y decolorantes. Los daños físicos son provocados por el calor excesivo de secadores, la exposición intensiva al sol o a rayos UV. **Fuente: (Pantogar, 2008).**

Capítulo 4: Clasificación del pelo

El pelo se puede clasificar según su estructura, su ubicación anatómica o hasta la raza de la cual provenga; para los objetivos de este trabajo no se mencionará la clasificación basada en la ubicación anatómica.

4.1: Según su morfología

Las características morfológicas de los pelos varían de un individuo a otro y aún en las distintas regiones del cuerpo. Los pelos pueden ser retorcidos, rígidos, blandos, largos, cortos, gruesos, finos, rizados, coloreados o blancos. Aun en la misma región pueden existir pelos de diferente longitud, estructura y color.

Estructuralmente se conocen tres tipos fundamentales de pelo:

- *El lanugo*: primer pelo fabricado por todos los folículos, es fino, desprovisto de médula, con escasa o nula melanina y rara vez alcanza más de 2 cm (Jankovic, 1998).
- *El vello*: más pigmentado que el lanugo, raramente excede de 2 cm de largo y posee un diámetro menor al 0.1mm (Jankovic, 1998).
- *Pelo terminal*: Posee un mayor diámetro, bien pigmentado, medulado y posee longitud variable. En el cuero cabelludo puede medir más de un metro, en el pubis llega a 3 a 4 cm, en el tronco y los miembros oscila entre 1 y 2 cm, posee un diámetro mayor a 0.6mm (Jankovic, 1998).

Con la edad sobreviene una disminución en el número de folículos del cuero cabelludo: además de que se produce gradualmente una transición del pelo terminal hacia el de tipo vello; este cambio en la arquitectura del folículo suele acompañarse de la alteración de los ciclos.

A cada gran etapa de la vida humana le corresponde un patrón piloso bien definido. El lanugo cae hacia el 8° mes de vida intrauterina y es reemplazado por vello en todos los folículos. A nivel de cuero cabelludo, cejas, y pestañas es reemplazado por pelo más grueso de tipo intermedio o terminal. Es importante





mencionar que durante su ciclo de vida un mismo folículo piloso puede producir más de un tipo de pelo.



Los trastornos del ciclo piloso son generalmente reversibles mientras que las alteraciones del patrón piloso (diámetro y longitud) son generalmente irreversibles. Algunas modificaciones del patrón piloso, en ambos sexos se hallan condicionadas por las hormonas de la maduración sexual, en especial por los andrógenos.

4.2: Según la etnia

Existen tres tipos básicos de cabello en la población mundial (negroide, asiático y caucásico) dependiendo de su estructura, perfil y características. Es importante mencionar que es posible encontrar tipos mixtos de cabello en cualquier parte del mundo (Ver Tabla 2).

Tabla 1. Principales diferencias estructurales entre las distintas etnias.

Estructura de los cabellos asiático, caucásico y negroide					
Nombre	Tipo	Aspecto	Modo de inserción	Sección transversal	Razas
<i>Cabello asiático</i>	Lisótrico	Diferentes grados: • Tieso • Liso • Lacio	Ángulo recto 	Redonda 	• Esquimales • Orientales
<i>Cabello Caucásico</i>	Cinótrico	Ondulado	Ángulo < 90° 	Oval 	• Mediterráneos • Latinos

<i>Cabello negroide</i>	Ulótrico	<ul style="list-style-type: none"> • Lanoso • Ensortijado • Rizado 	<p>Curvado</p> 	<p>Reniforme</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Africanos • Afroamericanos • Caribeños • Aborígenes oceánicos
-------------------------	----------	---	--	---	--

Fuente: (Alcalde, Raza asiática. Cuidados Dermocosméticos de la piel y el cabello, Julio- Agosto del 2006) (Alcalde, Cosmética de la raza negra. Cuidados y recomendaciones., Marzo del 2005).

El **cabello negroide** o kinky contiene menos agua que el cabello caucásico (por lo tanto es un cabello muy seco y sin brillo). Esta característica lo hace más difícil de peinar y más susceptible a la ruptura, ya que el agua proporciona manejabilidad y resistencia mecánica al cabello. Se ha demostrado que el cabello negroide posee menor elasticidad, un punto de rotura más bajo y menor porcentaje de elongación en comparación con el cabello caucásico.

La vulnerabilidad intrínseca del cabello negroide debida a su morfología y a su deshidratación se agrava con los repetidos procesos técnicos que se aplican las personas de esta raza (alisados térmico y químico, principalmente) y por las prácticas habituales de peinado, como el trenzado o las extensiones, que contribuyen a la rotura de la cutícula del cabello. Este tipo de cabello es idéntico al de los caucásicos en cuanto al contenido de aminoácidos, pero tiene un diámetro ligeramente superior y menor cantidad de agua. La diferencia en cuanto a la apariencia se debe a la forma que tienen al realizarles un corte transversal, ya que el cabello negroide posee una apariencia reniforme, la cual es responsable de la apariencia irregular. En el caso del **cabello caucásico** este posee una forma simétrica y ovalada, lo cual permite que el cabello permanezca lacio y recto.

El **cabello asiático** es liso, recto e incluso tieso y con poco volumen en la raíz. Debido a su configuración, tiene tendencia a enredarse, formar nudos y presentar rupturas. Suele ser de color negro, por la presencia de una alta concentración de eumelaninas. La elevada pigmentación obliga a que cuando se pretende un cambio de color, ya sea por elaboración de mechas o aplicación de tintes de tonos más claros, los productos decolorantes se deben dejarse actuar por más tiempo o añadir una mayor proporción de oxidantes para conseguir el color deseado. Como consecuencia de esto y del alto grado de compactación de la queratina, los procesos químicos causan un alto grado de agresión al tallo capilar, que pese a su gran resistencia puede resultar dañado, encrespado y áspero al tacto.

El cabello asiático presenta un mayor diámetro y, por tanto, mayor grosor que el cabello caucásico. De ahí que el cabello asiático sea más resistente al daño

mecánico producido por el cepillado intenso, el uso de horquillas y gomas para el pelo; así como al daño químico causado por tintes, decoloración, permanentes, etc. (Cosmetics & Toiletries, Latinoamerica, Abril - Junio 2008).

En cuanto a la pilosidad corporal, también hay variaciones raciales: la raza asiática presenta menos vello corporal que la blanca. Tanto los varones como las mujeres caucásicas tienen tendencia a que haya crecimiento de pelo corporal; ésta es una de las mayores diferencias raciales, ya que las mujeres caucásicas pueden ser hirsutas, la raza asiática no suele serlo. En cuanto al crecimiento de la barba, es mucho mayor en los varones caucásicos que en los orientales.

Existen 4 tipos de estructura tridimensional para el cabello: lacio recto, ondulado, en forma de hélice y espiral. El pelo en hélice se enrula con diámetro constante y el espiral disminuye el diámetro al enrularse. El pelo que es ondulado o ligeramente rizado tiene un formato de tallo entre circular y oval, mientras que el lacio tiene forma circular. El formato también determina la intensidad del brillo y la capacidad del sebo de cubrir el tallo capilar cuya distribución es irregular. El brillo en el pelo lacio es más intenso que en el rizado, debido a la reflexión máxima de luz en la superficie lisa.

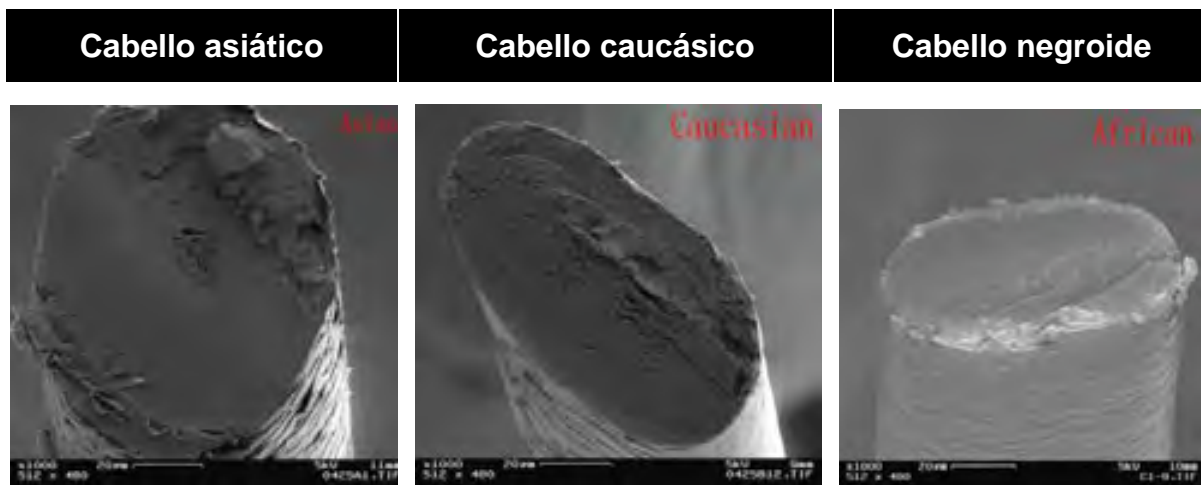
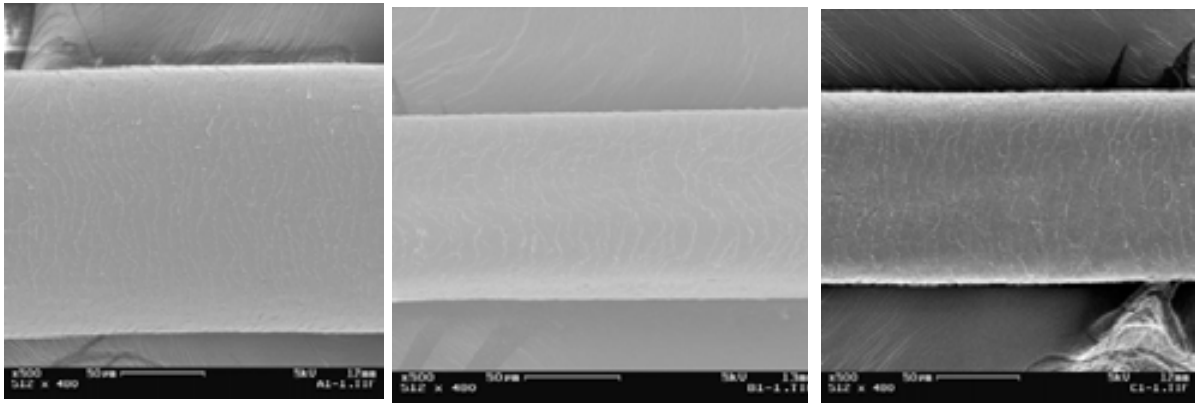


Figura 1. Microscopías electrónicas del corte transversal de las fibras de cabello de las distintas etnias.
Fuente: (Wei, 2006)



Cabello asiático	Cabello caucásico	Cabello negroide
-------------------------	--------------------------	-------------------------

Figura 2. Microscopía electrónica de barrido de fibras capilares de las distintas etnias.
Fuente: (Wei, 2006)

Capítulo 5: Los pigmentos naturales del pelo

El color básico del pelo está dado por los **melanocitos**, estas células que se derivan de la cresta neural. Durante la embriogénesis, algunas células de la cresta neural evolucionan hacia precursores de melanocitos, conocidos como **melanoblastos**, los cuales emigran a lo largo de la vía dorso lateral hacia la dermis y, por último alcanzan su destino final en la epidermis y en los folículos pilosos. Además, los melanoblastos migran hacia el tracto uveal del ojo, el oído interno y las leptomeninges.

La coloración capilar depende de la combinación de las melaninas y del color amarillo claro de la queratina.

5.1: Melanogénesis

La **melanogénesis** es un proceso bioquímico implicado en la producción de los pigmentos tanto cutáneos como del cabello, dicha síntesis se lleva a cabo en los melanocitos.

La tirosina (Tyr) es el precursor de la eumelanina y la feomelanina, tipos de melanina clasificados por su bajo y alto contenido de azufre, respectivamente (*Ver Figura 1*). La *tirosinasa* (TYRP), es la enzima clave en la biosíntesis de la melanina, esta se encarga de catalizar la conversión inicial de la Tyr a DOPA. La TYRP posee como componente esencial en su grupo prostético dos átomos de cobre $3+$, los cuales se encuentran coordinados individualmente con tres residuos de histidina. Los dos átomos de cobre reaccionan con oxígeno molecular para formar un intermedio químico altamente reactivo que entonces oxida el sustrato.

La TYRP además de su función principal como *tirosina hidroxilasa*, en los seres humanos, también tiene actividad *DOPA oxidasa*, *DHI oxidasa* y *DHICA oxidasa*, por lo que regula varios pasos de esta vía.

El producto de la oxidación de la tirosina es la DOPA, la cual se puede oxidar y ciclar de forma espontánea para formar melanina. Aunque en un principio se

pensaba que la única enzima implicada en la síntesis de melanina era la *TYRP*, posteriormente se descubrió que había otros reguladores de esta vía, entre los que se encuentran dos proteínas relacionadas con la tirosina, estos intervienen en la síntesis de eumelanina; ambas son proteínas transmembrana que tienen una homología en la secuencia de aminoácidos con la *TYRP* de alrededor del 40%. La función principal de la *TYRP1* es estabilizar la tirosinasa. La *TYRP2* sirve como *DOPA cromo tautomerasa*. Las posteriores transformaciones de la dopaquinona se realizan en dos direcciones: hacia la transformación espontánea no enzimática en indoquinona o hacia la adición de cisteína. La polimerización de la indoquinona solamente produce el pigmento oscuro, **eumelanina**. La polimerización de indoquinona y dopaquinona con adición de cisteína produce el pigmento amarillo, **feomelanina**.

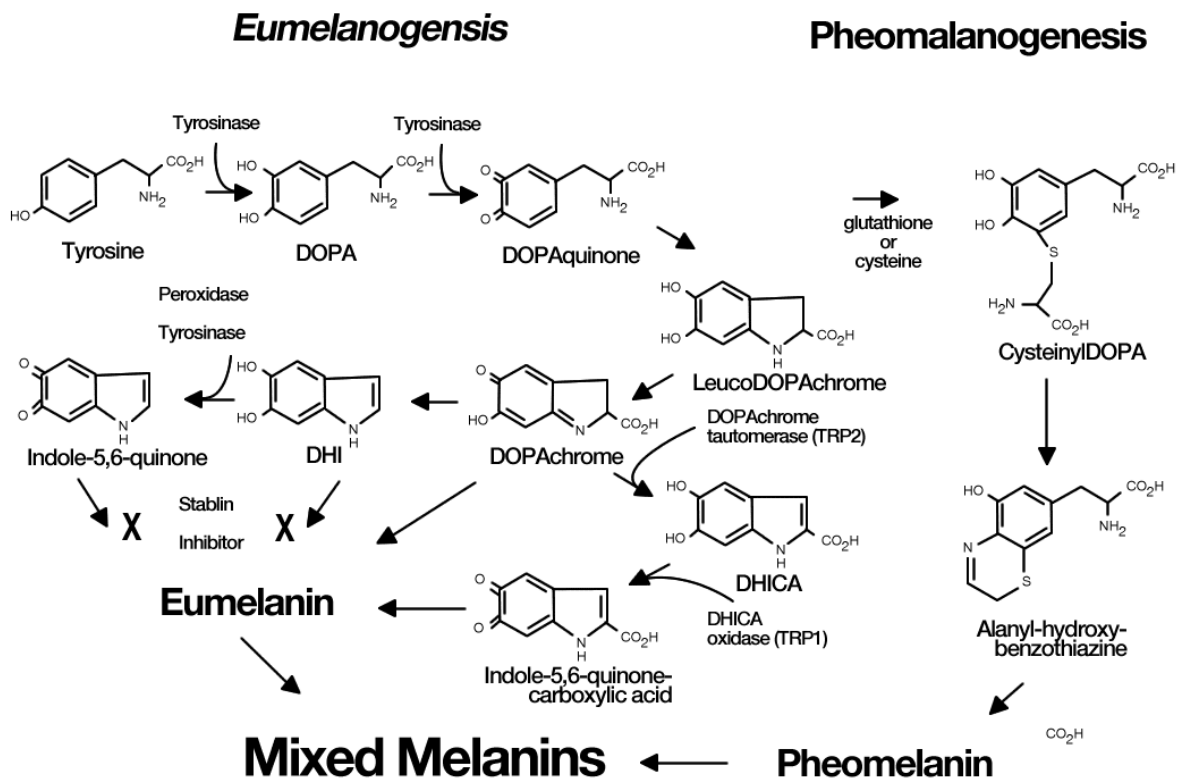


Figura 1. Ruta Bioquímica de la melanina.
 Fuente: (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystryin, & Marks, 2006)

Las vías de biosíntesis de la eumelanina y la feomelanina se separan muy pronto después de la formación de DOPAquinona. En este punto, para formar feomelanina, se une un grupo de cisteína, que produce el color amarillo-rojo. Mientras que la síntesis de eumelanina se relaciona con un aumento en la actividad de la *tirosinasa* y participan otras proteínas melanogénicas como la TYRP1 y la TYRP2, la síntesis de feomelanina en melanocitos de ratón se asocia con una marcada disminución incluso ausencia, de las proteínas TYRP1, TYRP2 y proteína P, por lo que la formación de feomelanina se considera una vía por defecto. (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystryn, & Marks, 2006).

La **proteína P**, es una proteína transmembrana con un papel importante en la síntesis de eumelanina, aunque en la actualidad no se conoce su función exacta. En seres humanos, las mutaciones en el *gen P* producen albinismo oculocutáneo. Su secuencia de aminoácidos es homóloga a la de los transportadores transmembrana de pequeñas moléculas, y las concentraciones elevadas de tirosina pueden aumentar la producción de pigmento en los melanocitos defectivos de P. Por estos dos motivos, al principio se postuló que la proteína P podría actuar como un transportador de tirosina a través de la membrana del melanosoma. Sin embargo, en los estudios de cinética no se han observado diferencias en la velocidad de captación de tirosina entre los melanosomas de los melanocitos silvestres y los carentes del *gen P*. Una segunda hipótesis es que la proteína P regula el pH del melanosoma y/u otros orgánulos, posiblemente mediante la neutralización del pH para optimizar la actividad y/o el plegamiento de la *TYRP*. Recientemente se ha descubierto que la mayoría de la proteína P de los melanocitos se localiza en realidad en el retículo endoplasmático y no en el melanosoma, y que, en ausencia de proteína P, se produce un procesamiento y transporte anómalo de la tirosina. Además, se ha observado que la proteína P facilita la acumulación vacuolar de glutatión, necesario para que se produzca el plegamiento de las proteínas ricas en cisteína como la *tirosinasa*; por lo tanto la proteína P puede regular el procesamiento de la *TYRP* a través del control de glutatión (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystryn, & Marks, 2006)

Es altamente probable que tanto la eumelanina como la feomelanina, mezclas de ambos e incluso otro tipo de pigmento denominado tricocromo se puedan formar en el mismo cabello, esto dependerá principalmente de la cantidad de cisteína presente en el melanocito. Algunos autores han mostrado que las diferencias en el color del cabello no solo son resultado de los diferentes pigmentos, sino que también influye el grado de agregación y dispersión. En el cabello la melanina existe bajo dos formas:

- *Difusa*: este tipo de pigmentos proporcionan una coloración amarillenta cuando es poco concentrada y ligeramente rojiza cuando su concentración es alta; estos pigmentos se encuentran en gránulos pequeños y esféricos.
- *Granular*: estos pigmentos se encuentran en forma de gránulos grandes y elípticos cuya coloración va del marrón rojizo al negro oscuro.

5.2: Tipos de melanina.

Como ya se mencionó previamente la melanina puede ser clasificada en función de su contenido en azufre (*Ver Figura 23*). Las **eumelaninas** tiene un color castaño oscuro o negro, aportando por lo tanto colores oscuros, es el pigmento de los pelos castaños y negros, además está presente en la epidermis, cabello y pelo.

Las **feomelaninas** son pigmentos amarillos rojo-parduscos que integran mayor proporción de azufre que el anterior. Estos pigmentos se hallan en los pelos de diversos mamíferos, en las plumas de las aves y en los cabellos rojos humanos. Las **feomelaninas** pertenecen a un grupo heterogéneo responsable de la coloración de los cabellos rojos y rubios.

Existe un tercer grupo de pigmentos llamado **tricocromos**; estos se obtienen al hacer reaccionar cisteína con la unidad orto-quinona de la dopaquinona, formando la 5-S-cisteinildopa y sus respectivos isómeros, su posterior ciclización y dimerización produce esta clase de pigmentos, los cuales van del amarillo al violeta. Anteriormente estos pigmentos habían sido reportados como pigmentos que contienen hierro, por lo que se denominaban *tricosiderinas*. La importancia de

dichos pigmentos ha sido cuestionable, pues se ha demostrado que su color no es debido al contenido de hierro, ya que se han podido aislar alcoholes libres de hierro (*pirrotricoles*), con los mismos colores que los complejos de hierro. Además se descubrió que el color rojo del pelo humano no se altera de forma significativa si se extraen estos pigmentos. Debido a lo anterior se ha podido concluir que aunque el cabello rojo contiene cantidades mayores de hierro, en comparación con otros tonos, el color de este se debe a las feomelaninas (Robbins C. , 2002).

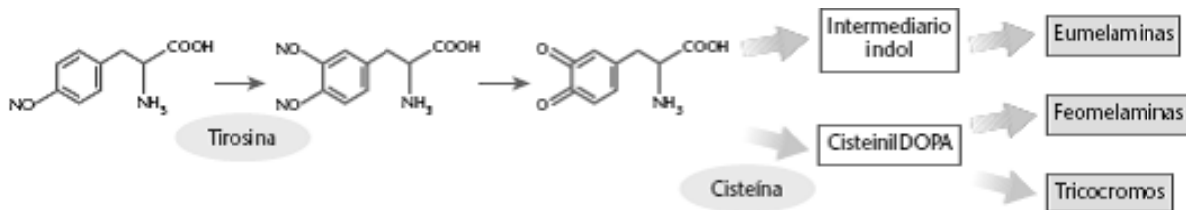


Figura 2. Vías que conducen a la formación de las eumelaninas y de las feomelaninas.
Fuente: (OFFARM, 2001)

Hoy en día se cree que existen **melaninas mixtas**, las cuales se obtienen a partir de la unión de los dos tipos de melanina: eumelaninas y feomelaninas, estas se cree son las responsables de los colores característicos de cada tipo de piel y pelo.

Tanto la eumelanina y la feomelanina son pigmentos poliméricos que contienen cadenas polipeptídicas, formadas por aminoácidos similares. La melanina del cabello rojo contiene más azufre (como unidades de 1,4-benzotiazina) en comparación con la eumelanina.

En el folículo piloso el pigmento se localiza en la corteza del tallo piloso. Lo habitual es que no se halle pigmento en el tallo del pelo durante los primeros estadios de la formación de pelos nuevos, y por ende las puntas del pelo nuevo no suelen contener pigmento. Asimismo, no es habitual hallar pigmento en el “pelo o telógeno o “en clava”. Aún se desconoce que es lo que sucede con los melanocitos durante la fase catágena y telógena del ciclo de crecimiento, actualmente se cree que la pérdida de melanocitos durante el catágeno se restablece a partir de una reserva de melanocitos no diferenciados en la “porción permanente” del pelo, así como de otra reserva precursora todavía no identificada.

Diferentes niveles de melanina son dispersados en el mosaico capilar del ser humano; de hecho la mayor parte de los pelos individuales contienen al menos unas pocas bandas alternadas de eumelanina y feomelanina (los pelos humanos son excepciones): este patrón se denomina **agutí (C)**. Un ejemplo en adultos las eumelaninas están presentes en cantidades más elevadas en el vello púbico y en el pelo terminal, así como en el cabello. En hombres adultos puede haber un incremento de feomelaninas en bigote y barba, esto en comparación con el cabello.

El pelo se pigmenta de forma activa sólo cuando crece, dado que la actividad melanogénica de los melanocitos foliculares se relaciona con el estadio anágeno. En el catágeno y el telógeno la formación de melanina se interrumpe. Los melanocitos localizados en la zona de la matriz del folículo anágeno, encima de la papila folicular, producen pigmento. Los procesos dendríticos de estos melanocitos cargados de pigmento se abren paso entre los queratinocitos diferenciados del pelo, que envuelven porciones de las dendríticas pigmentadas. Aunque generalmente el folículo sólo produce un tipo de pigmento, esto puede cambiar y llegar a producir dos tipos.

En general la intensidad del color es proporcional a la cantidad de pigmento que hay en la fibra. En un extremo, la ausencia de pigmento produce el pelo blanco, mientras que una disminución muy marcada del pigmento genera pelo gris (canas). Los matices más suaves de un color, son el resultado de una menor incorporación de pigmento en el tallo piloso.

Las variaciones sutiles del tono dependen de la refracción y la reflexión de la incidencia de la luz en las diversas interfases internas del tallo del pelo, así como de las interfases con el ambiente externo, con los materiales que recubren la fibra o ambas cosas.

5.3: Fotoprotección.

Como el pelo es inerte, es posible pensar que la protección contra la radiación ultravioleta (UV) no es necesaria, debido a que no existe la carcinogénesis capilar,

pero esto no evita que este tipo de radiación lo deteriore. Los rayos UV son capaces de dañar los lípidos del cabello y provocar que este luzca seco y sin brillo. Además la luz del sol fomenta la producción de oximelanina, resultando en la reducción de pigmento y por lo tanto en un aligeramiento del color capilar. El único método de fotoprotección de los cabellos viene dado por los pigmentos capilares, en los cuales se producen cambios químicos con el fin de proteger la estructura de la proteína, pero con una alteración en el color como consecuencia. Esta protección se debe a que la melanina constituye un filtro que difracta y/o refleja parte de la radiación ambiental.

La protección fotoquímica a las proteínas del cabello, se da especialmente a bajas longitudes de onda, tanto los pigmentos como las proteínas absorben luz (de 254 a 350 nm). Los pigmentos del cabello logran esta protección absorbiendo y filtrando la radiación, y posteriormente, esta es disipada en forma calor. Sin embargo en el proceso de la luz, los pigmentos pueden ser degradados o decolorado (Robbins C. , 2002b). La primera degradación le ocurre a la cisteína, aunque algunos autores han mencionado que tanto la metionina, como la histidina, triptófano, fenilalanina y leucina sufren de degradación.

Después de una irradiación, los melanosomas se reagrupan alrededor del núcleo (fenómeno de capping) esto con el fin de proteger el material genético de la célula de la radiación UV. La eumelanina asegura una mejor protección que la feomelanina por su mayor capacidad de absorción de los rayos ultravioleta, esto debido a que la feomelanina es fotolábil y produce fotosensibilidad, además, genera estrés oxidativo. En el caso de la eumelanina aunque puede tener cierta citotoxicidad inherente, confiere una importante fotoprotección y como un resguardo a las proteínas del cabello (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystryn, & Marks, 2006). Además, la melanina neutraliza los radicales libres muy reactivos capaces de inducir múltiples alteraciones en los organelos celulares (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005).

Las diferencias de pigmentación de las distintas razas, así como los tonos claros y oscuros de la piel dentro de una misma raza, dependen del tamaño, cantidad, densidad y distribución de los melanosomas. Es importante mencionar que el número de melanocitos es el mismo sin importar la raza de la cual se trate, lo distinto es la actividad de los mismos.

Actualmente, algunos productos capilares como acondicionadores, geles y sprays han sido adicionados con filtros solares contra los rayos UV-B y UV-A. En el caso de los acondicionadores con protección solar el tiempo de contacto con el pelo establece el nivel de fotoprotección del pelo. Este tipo de aplicaciones tópicas falla, ya que no son capaces de generar una película a lo largo de todos los cabellos y en cada uno de ellos, además hacer esto en toda la superficie de la cabellera, es sumamente difícil, pues es enorme. Lo que sería ideal es un fotoprotector que pudiera adherirse a la cutícula del pelo en forma individual, pero sin dejar un aspecto grasoso.

Al ser comparado el cabello no pigmentado contra el cabello pigmentado se demostró que el cabello no pigmentado es más vulnerable a los rayos UV, lo que indica que los gránulos de color proporcionan algún tipo fotoprotección. Si los pigmentos naturales del cabello proporcionar fotoprotección, entonces el depósito de colorantes sintéticos sobre la cutícula y dentro de la corteza pueden proteger cabello. En el caso de los tintes semipermanentes aunque se daña el cabello por la tinción, el daño se balancea con el efecto antioxidante provocado por el colorante, el cual se deposita sobre y dentro de la fibra capilar; trayendo como consecuencia protección contra la radiación UV, es importante mencionar que mientras más oscuro es el color del tinte, mayor es la fotoprotección que provee. Aunque los tintes permanentes penetran profundamente en el interior de la fibra capilar, estos son capaces de actuar como agentes que brindan fotoprotección capilar. En vez de que los tintes alcalinos produzcan un mayor daño a la cutícula y a la estructura de la fibra, estos proveen una mejor fotoprotección debido a que son capaces de reducir el daño sobre la proteína de la fibra capilar, debido a que actúan como filtros (Cosmetics Laboratory. com. Cosmetics advice and information).

Capítulo 6: Factores que influyen en el crecimiento y /o pigmentación del pelo.

6.1: Factores genéticos

La longitud máxima de los cabellos depende de los caracteres raciales y familiares. En lo referente a la coloración capilar, es muy importante el control genético de la **enzima tirosinasa**, ya que esta es la principal responsable de la formación de melanina; esta enzima es codificada a partir del *gen de la tirosinasa* el cual se encuentra en el cromosoma 11; cualquier mutación en este gen puede impedir la síntesis de la melanina, lo cual provocaría la ausencia de pigmento, es decir albinismo. En la *Figura 3* se mencionan algunos genes relacionados con la pigmentación:

Tabla 1. Algunos genes involucrados en la pigmentación capilar

Genes	Ubicación	Proteína	Enfermedad
<i>TYRP</i>	Cromosoma 11	Tirosinasa	Albinismo oculocutáneo tipo 1. Nacen con el pelo blanco, piel rosada y ojos grises
<i>P</i>	Cromosoma 15	Proteína P	Albinismo oculocutáneo tipo 2. Nacen con una ligera pigmentación en el pelo (no es blanco), la piel y los ojos.
<i>TYRP2</i>	Cromosoma 13	DOPA cromo tautomerasa	En ausencia de la proteína TYRP2 se pierde espontáneamente un grupo ácido carboxílico y se forma DHI-melanina negra, insoluble, la cual posee un efecto citotóxico. No provoca albinismo
<i>TYRP</i>	Cromosoma 9	<i>DHICA oxidasa</i>	Albinismo oculocutáneo tipo 3. Pelo y piel rojizos
<i>HPS</i>	Cromosoma 10	HPS	Síndrome Hermansky-Pudlak

Fuente: (King, Summers, Haefemeyer, & LeRoy).

La pigmentación en los seres humanos es un proceso genético complejo, aunque ahora el único gen que se ha mostrado que desempeña una función central en la

variación fisiológica de color del pelo y la piel es el *MC1R*. El *gen MC1R* es polimorfo, y alrededor del 50% de los individuos de raza blanca es portador de al menos uno de los más de 50 variantes de alelos descritos hasta la fecha. Los homocigotos y los heterocigotos portadores de mutaciones con pérdida de función del *MC1R* son responsables del fenotipo pelirrojo humano, que tiene una herencia autosómica recesiva y que multiplica por 4 el riesgo de desarrollar melanoma. El *gen MC1R* codifica para el **receptor de la melanocortina 1**, el cual responde a las hormonas ACTH (hormona estimulante de la corteza suprarrenal) y MSH (hormona estimulante de melanocitos) incrementando el AMPc intracelular lo que induce a la maduración de los feomelanosomas y eumelanosomas. (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystryn, & Marks, 2006)

El cambio en la síntesis de eumelanina y feomelanina se regula no solo por la unión de ligandos melanocortina, sino también por un antagonista fisiológico que se conoce como **proteína agouti** (ASIP).

Esta proteína es sintetizada por las células de la papila dérmica en el folículo piloso.

La proteína agouti actúa como inhibidor competitivo de la unión del MSH- α al receptor MC1R, del que también reduce su actividad basal en ausencia de MSH- α , es probable que funcione como un antagonista inverso o ejerciendo una desestabilización del MC1R (Ver Figura 24).

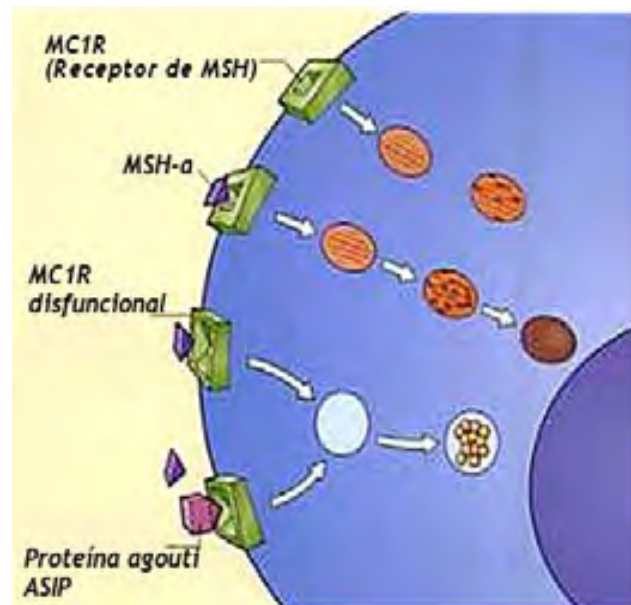


Figura 1. Interacción de la MSH- α y la proteína ASIP con MC1R.. Fuente: (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystryn, & Marks, 2006)

Existe cierta actividad basal de MC1R, que aumenta tras la unión de MSH- α , potenciando la eumelanogénesis. La disfunción del MC1R (como ocurre en los seres humanos pelirrojos) o la unión del ASIP (antagonista fisiológico), induce la feomelanogénesis (Ver Figura 2).

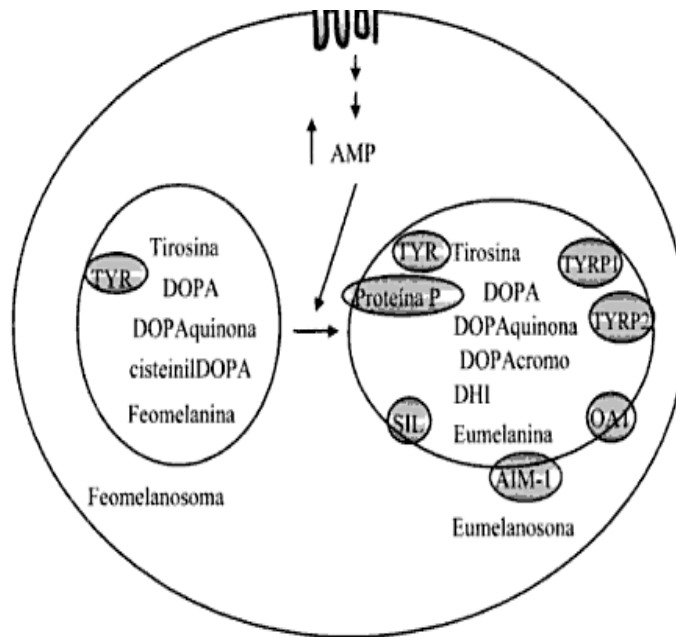


Figura 2. Formación de feomelanosomas y de eumelanosomas en el melanocito. MC1R y todas las proteínas asociadas a los melanosomas sombreadas corresponden a productos de genes cuya variación interviene en la pigmentación en el hombre o en diversas especies modelo. **Fuente: (Genética Médica)**

El término *agouti* se refiere a la presencia de una banda subapical de pigmento feomelánico (amarillo) en un tallo piloso eumelánico (negro), esto se debe a que se codifica una molécula de señalización que provoca que los melanocitos del folículo piloso sintetizen pigmento amarillo en vez de negro; este patrón es consecuencia de un cambio transitorio de la producción de proteína *agouti* durante la fase media del ciclo de crecimiento del pelo y se ha observado en ratones, perros y zorros. (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystry, & Marks, 2006)

La expresión del *gen agouti* está regulada por la acción de dos promotores diferentes: uno se encuentra activo durante la mitad del anágeno, de modo que controla la producción de pigmento específico de esta fase. El segundo promotor permanece activo durante todo el ciclo, pero sólo en la superficie ventral, lo que determina que los pelos de la región dorsal de los ratones sean negros y que los de la región ventral sean amarillos. La síntesis excesiva de proteína *agouti* en el cuerpo produce un revestimiento amarillo uniforme y obesidad, esta última debido al antagonismo sobre el receptor hipotalámico MC4R. (Rigel, Friedman, Dzubow, Reintgen, Bystry, & Marks, 2006).

Los melanocitos expresan constitutivamente Bcl-2 y otras proteínas implicadas en fenómenos de apoptosis celular, trabajos recientes han demostrado que la expresión del *gen Bcl-2* además de intervenir en la apoptosis es esencial para el mantenimiento de los melanocitos incluidos en el folículo pilosebáceo, apreciándose en ratones carentes de este gen la canicidad precoz a partir del segundo ciclo capilar, esto debido a una reducción en la cantidad de melanocitos foliculares. El *gen Bcl-2*, se puede encontrar el cromosoma 18.

Otra molécula implicada en la pigmentación del pelo es el factor de células madre (stem cell factor, SCF) y su receptor c-Kit. Se ha observado que en los ratones recién nacidos los melanocitos dependen de c-Kit, debido a que su presencia es necesaria para la activación de los melanocitos postnatales. Cuando los receptores c-Kit están bloqueados los melanocitos sufren apoptosis. Los melanocitos proliferantes, en diferenciación y productores de melanina expresan c-Kit, mientras que los supuestos precursores de los melanocitos no lo hacen. Estudios en ratones normales y en los que sobre expresan SCF revelan que se requiere SCF/c-Kit para la formación y tránsito de melanocitos funcionales durante cada nuevo ciclo celular, mientras que las supuestas células precursoras de melanocitos no dependen de estas moléculas. (Jankovic, 1998)

Dado que células cultivadas de la papila folicular humana pueden secretar SCF así como el producto del *gen agouti*, es posible que estas células tengan una participación activa en la regulación de la pigmentación de los folículos pilosos. (Jankovic, 1998)

6.2: Condiciones en el desarrollo fetal

El enanismo intrauterino, provoca en el recién nacido una excesiva delgadez del cabello así como un número menor de folículos y tallos pilosos. Este estado es reversible.

La fenilcetonuria es una metabolopatía congénita. Los homocigotos con esta enfermedad autonómica recesiva tienen una carencia grave de la enzima fenilalanina hidroxilasa, la cual es la responsable de la transformación de la

fenilalanina a tirosina. Al nacer los lactantes afectados son normales, pero sin el tratamiento adecuado a las pocas semanas se eleva la concentración plasmática de fenilalanina, lo que perjudica el desarrollo cerebral, además de otras anomalías neurológicas como menor pigmentación del cabello y la piel.

6.3: Factores alimentarios

Una adecuada nutrición es necesaria para el desarrollo y mantenimiento de todo el organismo, incluida la piel, el cabello y las uñas. Las dietas inadecuadas provocan alteraciones en la síntesis proteica, que se realiza en el folículo piloso. Esto modifica el diámetro piloso y de la velocidad de crecimiento del pelo. (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005f)

En la literatura se tiene reportado el caso de los niños zulúes, internados en 1960, en el Hospital de Durban, víctimas de una marcada desnutrición conocida como Kwashiorkor. El cabello de los zulúes se caracteriza por ser: negro, grueso, brillante y enulado. Pero a causa del déficit de nutrientes este se torna progresivamente castaño, delgado, opaco y derecho, además de que su crecimiento se ve interrumpido. En los casos avanzados el color llega a ser grisáceo y sobreviene alopecia difusa.

Los aminoácidos azufrados (cisteína y metionina) son indispensables para el crecimiento de los cabellos, es por esto que al consumir suplementos alimenticios con azufre, se ve favorecido el crecimiento piloso. También son indispensables ciertos ácidos grasos como: el linoleico, linolénico y araquidónico. (Viglioglia & Rubin, Cosmiatría II, 2005f)

Algunos de los metales y metaloides importantes para el trofismo del cabello, son: zinc, magnesio y cobre.

Algunas de las vitaminas importantes para el pelo son:

Vitamina A: su carencia condiciona la aparición de pelo seco y escaso, con hiperqueratinosis del ostium folicular. Un suplemento alimenticio con Vitamina A, no ejerce efecto alguno sobre la cabellera normal.

Vitamina C: su carencia, induce a la hiperqueratinosis del ostium.

Grupo B: en especial B5 o ácido pantoténico, ejerce una acción terapéutica sobre la reposición del cabello y su buen aspecto.

Vitamina H: su carencia condiciona atrofia de los folículos y de otros anexos cutáneos.

Se ha demostrado que en estados de malnutrición el número de cabellos telógenos aumenta considerablemente, además de que puede ocurrir despigmentación capilar; esto debido a que en el cabello la elaboración de melanosomas y melanina es más sensible a la deficiencia proteica.

6.4: Factores hormonales:

Los factores sistémicos como los andrógenos, estrógenos, glucocorticoides, hormonas tiroideas y de crecimiento pueden modular el crecimiento del pelo.

Las hormonas más importantes para la transformación post-fetal del folículo piloso son los esteroides sexuales. La principal hormona masculina que influencia cabellos y pelos es la **testosterona** (T). Hamilton fue el primero en reconocer la importancia de los andrógenos en el crecimiento del pelo humano cuando comprobó que los hombres castrados antes de la pubertad no se volvían calvos ni desarrollaban barba, a menos que se trataran con testosterona. La castración de hombres de mayor edad previno la calvicie. Se sabe que los andrógenos aumentan el vello pubiano, el axilar y la barba, lo cual es conocido como *regulación positiva*; mientras que disminuyen los folículos pilosos del cuero cabelludo con predisposición genética a la alopecia androgénica (calvice común), *regulación negativa*.

La papila folicular parece ser el blanco de los efectos androgénicos dado que se demostró que estas células expresan receptores para este tipo de hormonas; cabe mencionar que la papila folicular en el cuero cabelludo calvo posee mayores

niveles de este tipo de receptores y de enzimas, capaces de metabolizarlas, las enzimas a las cuales se hace referencia son: la *5 α -reductasa*, *tipo I* y *tipo II*, enzima que convierte a la testosterona en dihidrotestosterona.

La testosterona puede tener un efecto estimulante o inhibidor dependiente de la especie de la cual provengan las células de la papila dérmica cultivadas. Por ejemplo, en los estudios *in vitro* se emplearon cultivos humanos de células papilares dérmicas de folículos de la barba y el cuero cabelludo, estas células se incubaron en presencia de T; el resultado fue que las células de la barba secretan factores mitogénicos que estimulan el crecimiento de otras células papilares dérmicas y de células de la vaina radicular. Por el contrario, en estudios con células de papila dérmica de macaco cultivadas en presencia de T, se obtuvo como resultado la síntesis de factores inhibitorios que disminuyen el crecimiento de las células. La diferencia se puede deber a que las células papilares foliculares de la barba expresan cantidades mayores de IGF-1 (factor de crecimiento similar a la insulina 1) en respuesta a la testosterona, lo que indica que ese factor puede ser una molécula reguladora del crecimiento del pelo.

Los esteroides sexuales, condicionados por la presencia de hormonas hipofisiarias también ejercen influencia sobre el comienzo y la duración de las fases de desarrollo del folículo piloso. Por ejemplo, el consumo de la testosterona varía según la etapa del ciclo piloso en el cual se encuentre: en el curso de la fase anágena es muy rápida, mediana en el curso de la fase catágena y discreta en la fase telógena.

El factor fundamental que determina que el pelo alcance su tamaño terminal en la mayoría de los lugares, es un activo proceso metabólico que tiene lugar en la matriz pilosa, sobretodo en la glándula sebácea. Dicho proceso consiste en la transformación de una hormona inactiva, la testosterona, en otro andrógeno de enorme actividad, la dihidrotestosterona. Es importante mencionar que en el hombre, la testosterona es el mayor precursor de la dihidrotestosterona que es convertida por la *5- α -reductasa* tipo *I* y *II*. Mientras que en la mujer, la

dehidroepiandrosterona (DHEA) producida en la glándula suprarrenal es el principal precursor de la dihidrotestosterona y requiere las enzimas *α -5-reductasa* y la *hidroxiesteroide-hidrogenasa-isomerasa*. Algunos progestágenos de síntesis y la progesterona tienen cierta acción antiandrógeno manifestada por la inhibición de la *5 α - reductasa*.

En conclusión, el patrón piloso se halla condicionado fundamentalmente por el nivel de andrógenos circulantes y su transformación metabólica en la glándula sebácea; la constitución genética individual y la edad, también ejercen su influencia. Las alteraciones del patrón piloso que implican modificaciones estructurales del folículo son generalmente irreversibles.

El cabello crece más rápido en la mujer que en el hombre; pero antes de la pubertad sucede lo contrario. El crecimiento piloso total del cuerpo es mayor en el hombre, pero el crecimiento de piloso máximo se registra entre los 50 y 70 años sin diferencias de sexo.

Los estrógenos y gestágenos actúan sobre otras hormonas que acaban alterando las secreciones de ACTH y MSH, quizás no se trate de acciones directas, sino más bien reacciones cruzadas; por tal motivo durante el embarazo, la menopausia o posterior a la presencia de tumores ováricos son frecuentes las alteraciones en la pigmentación de la piel a causa de alteraciones en la melanogénesis.

La melanogénesis es estimulada principalmente por dos hormonas segregadas por la hipófisis, la ACTH y la MSH, aunque también participa la LPH. El MIF (producida por el hipotálamo) inhibe el proceso de melanogénesis.

Capítulo 7: Las canas.

El cabello es una de las partes del cuerpo más atendidas y valoradas tanto por hombres como por mujeres, razón por la cual la canicie es considerada en la mayoría de los casos como parte del proceso de envejecimiento.

Las canas son consecuencia de un complejo proceso biológico en el que participan genes, proteínas y enzimas. Científicamente la canicie no es más que una reducción progresiva de la melanogénesis, esto se constata a nivel del bulbo piloso por una disminución o cese de la actividad de la tirosinasa (Jové Pedragosa). Con el paso del tiempo, los melanocitos primero dejan de funcionar, luego desaparece el color y aparecen las canas (Villanueva, 2004). Esta capacidad de producción de la pigmentación se pierde con la edad o, a veces, de forma prematura. En consecuencia, el cabello sigue creciendo pero sin pigmento, es decir sin color.

En las razas blanca y amarilla la canicie suele iniciarse entre los 30 y los 40 años, por lo que un hombre de 50 años, de cualquiera de estas dos razas acostumbra tener la mitad del cabello canoso. En la raza negra, por el contrario, suele empezar a partir de los 45 años, lo que equivale a una media de 10 años más tarde. Este tipo de canicie se conoce como *cronológica o de la senescencia*, y comienza a manifestarse por las regiones temporales, posteriormente se extiende hacia atrás. No obstante, hay un reducido número de casos en los que las canas aparecen de forma prematura, antes de los 20 años. Algunos autores establecen como causa posible de esta canicie precoz los factores genéticos, y en un porcentaje todavía menor puede estar asociada a enfermedades genéticas raras, pero son menos los casos.

La *poliosis* es también canicie prematura, pero localizada, esta se caracteriza por un mechón blanco. Este padecimiento es de herencia dominante.

Otro tipo de canicie prematura es, en realidad, la alopecia areata del tipo María Antonieta. Se denomina así porque esta reina amaneció el día de su ejecución con el pelo completamente canoso. Lo que ocurre en este caso es que las canas son las únicas que persisten después de un episodio agudo en el que se pierden los

pelos terminales oscuros, con lo que parece que se ha producido una canicie súbita. Esta enfermedad es multifactorial y en ella participan diferentes causas genéticas y reacciones inmunológicas no del todo aclaradas y otros factores desencadenantes.

Es creencia común el asociar la aparición de canas con el estrés, según un estudio publicado en la *Scientific American*, esta asociación, podría estar relacionada a que con el estrés, existe una disminución de los melanocitos, pero lamentablemente aun no hay nada comprobado, aunque existen varias teorías con respecto a esto. A pesar de que no esté comprobado no es del todo erróneo el suponer que el estrés puede provocar la aparición de canas (blogmedicina.com, 2008).

Como se ha mencionado la pigmentación del cabello y de la piel dependen de la mezcla en diferentes cantidades de dos pigmentos -la feomelanina y la eumelanina-, que a su vez, viene determinada por tres enzimas que se encuentran en los melanocitos: la *TYRP*, *TRP-1* y *TRP-2*. Sin embargo, a pesar de las enormes similitudes de este proceso en la piel y en el cabello, los resultados no son los mismos ya que mientras en el cabello se observa una canicie progresiva con el paso del tiempo, esto no ocurre con la piel, que mantiene su color. Es por esto que investigadores del equipo de biología del cabello de L'Oréal revelaron en el 2005 algunos enigmas del proceso de formación de los cabellos blancos (L'oréal México, 2004). El equipo de L'Oréal ha demostrado que el proceso de canicie del cabello se debe a la desaparición, progresiva y selectiva, de melanocitos en el folículo piloso con el paso del tiempo. El color del cabello que percibimos depende del número de melanocitos presentes. No obstante, aunque un cabello sea percibido como gris, eso no significa que no contenga melanocitos, por lo menos, al principio de la canicie. La percepción del color está ligada a una cantidad de melanocitos, por debajo de la cual el color deja de ser visible.

En cuanto a los melanocitos de la piel, éstos no presentan esta declinación. Mientras se investigaba la presencia de enzimas melanogénicas en los melanocitos del cabello y de la piel (Commo, Gaillard, & Bernard, 2004) el grupo de científicos

descubrió que la proteína TRP2 no aparece en el folículo piloso, mientras que sí puede ser detectada en todos los melanocitos de la piel. El *gen* que codifica la *TRP2* está, de hecho, selectivamente silenciado en el folículo piloso. Los experimentos llevados a cabo en piel marrón oscura/negra y cabello de sujetos caucásicos y africanos, (en los que los melanocitos fabrican eumelanina), muestran que la TRP2 no es, como se creía, indispensable para la fabricación de melanina marrón/negra en los seres humanos.

Después de observar que la desaparición gradual de la melanocitos afecta sólo a aquellos que no expresan TRP2, es decir, a los melanocitos del folículo piloso, los investigadores han formulado la hipótesis de que el *gen* que codifica la *TRP2* puede estar jugando un papel crucial en el encanecimiento. Dicha proteína, está presente de forma natural en los melanocitos de la piel, por lo que se cree que estaría contribuyendo a la supervivencia de estas células, por lo que sólo aquellos melanocitos que no expresan TRP2 desaparecen con el paso del tiempo (L'oréal México, 2004). En conclusión el encanecimiento es un fenómeno multifactorial y multigénico; hay varios genes que lo controlan y el *TRP-2* es uno de ellos, pero aún buscan más.

Otro de los descubrimientos que realizaron es que, cuando la pérdida de melanocitos sobrepasa un cierto umbral, la fibra del cabello se ve blanca, pero sin embargo continúa la presencia de melanocitos, esto es contrario a lo que se pensaba con anterioridad, pues se creía que cuando la población de melanocitos ha dejado de existir en su totalidad, el cabello se vuelve completamente blanco.

Existen muchos grupos de estudio a nivel mundial que tratan de resolver el problema de la canicie desde distintos puntos, por ejemplo recientemente científicos han abierto la esperanza de revertir el proceso de encanecimiento del cabello en personas que lo padecen a causa de una enfermedad o de un estrés extremo. Investigadores de la Universidad de Manchester en el Reino Unido, y de la Universidad de Lubeck, en Alemania, utilizaron una molécula para estimular el

pigmento que le da color al pelo, esta molécula es muy similar a la hormona que estimula a la melanina. La nueva molécula es conocida como K(D)PT.

Los folículos pilosos de seis mujeres, de 46 a 65 años de edad, fueron sometidos a dos condiciones que pueden encanecer el cabello: la primera es una enfermedad de la piel conocida como alopecia, mientras que la segunda es un desorden asociado al estrés llamado *telogen effluvium* (ambos tratamientos producen también la caída del cabello); posteriormente los folículos fueron tratados con K(D)PT. Como resultado los investigadores observaron que, una vez tratados con la nueva molécula, la cantidad de melanina en los folículos incrementó significativamente. Aunque esta nueva técnica ha resultado ser un descubrimiento esperanzador, pues en un futuro podría ser utilizado como un “agente anticanales”, la investigación aun se encuentra en las primeras etapas y aun no se sabe si dicha técnica podría ser utilizada para restaurar el color del cabello en su totalidad. Cabe mencionar que esta investigación aún está en proceso y no está lista para ser aplicada en pacientes, además de que este trabajo solo es aplicable a pacientes cuyo cabello se ha encanecido por enfermedad. (BBC Ciencia, 2008)

Capítulo 8: Teoría del color y su aplicación en los tintes para el cabello.

El **color** es un fenómeno físico de la luz y no una característica del objeto en sí; dicho fenómeno se relaciona con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético y es percibido por las personas y algunos animales a través de los mecanismos nerviosos de los órganos de la visión, llamados conos.

El color se percibe como una sensación que nos permite diferenciar a los objetos del espacio con mayor precisión. Todo cuerpo iluminado absorbe total o parcialmente las ondas electromagnéticas y refleja las restantes. Las ondas reflejadas son analizadas por el ojo e interpretadas como colores según las longitudes de ondas correspondientes.

La luz blanca está compuesta por tres colores básicos: el azul, el verde y el rojo; bajo esta premisa se puede explicar el porqué un cuerpo tiene determinado color por ejemplo, si se observa un objeto rojo, los colores que son absorbidos son el verde y azul, dejando que el resto de la luz sea reflejada; esto es interpretado por la retina como color rojo (Christine, 2003). Es importante mencionar que el color de un objeto se ve afectado por la cantidad de luz, debido a que el ojo solo percibe el color cuando la iluminación es suficiente, de lo contrario este se verá únicamente en blanco y negro. Es por todo esto que el color se considera una apreciación subjetiva del observador.

La sustancia capaz de proporcionar a un cuerpo un color distinto del que ya tiene sin fijarse en él permanentemente, es decir, el objeto puede recuperar su color natural por medio de la detergencia, es conocida como **colorante**. Algunos usos de estos colorantes son:

- Los productos empleados para pintar (se eliminan por disolución en agua, aguarrás u otros disolventes).
- Los cosméticos que cambian el color del cabello o de la piel; dentro de esta categoría podemos mencionar al maquillaje y las sombras para ojos.

El término **colorante** es utilizado frecuentemente para abarcar dos tipos muy diferentes de materiales colorantes, como son los **pigmentos** y los **tintes**. Estos difieren tanto en sus propiedades como en la forma en la cual son utilizados.

Se conoce como **pigmentos** a aquellos materiales coloreados de origen natural o artificial, insolubles en el medio en el cual van a ser incorporados. Este proceso de dispersión se puede ver en los pigmentos plásticos o en las pinturas.

A diferencia de los pigmentos los **tintes** son solubles en el medio en el cual van a ser incorporados, generalmente agua, estos tienden a absorber la luz y no a dispersarla. Los tintes tienen la característica de fijarse permanentemente a los objetos, por lo que sólo pueden ser eliminados por procedimientos que afectan a la estructura del cuerpo teñido, es decir, éste no recuperará su color natural. Algunas de las industrias donde se utiliza este tipo de materiales son la Textil, así como en la Cosmética; dentro de esta última podemos encontrar como ejemplos a algunos de los cosméticos que cambian el color del cabello, los cuales solo pueden ser eliminados con decoloraciones ya que no desaparecen con lavados.

En lo referente a la estructura química ambos materiales colorantes son muy similares; pero difieren en cuanto a la afinidad que tienen sus moléculas, ya que en el caso de los **tintes**, estas son diseñadas para ser atraídas fuertemente hacia las moléculas del soporte; mientras que para los **pigmentos**, es requisito que exista una fuerte atracción entre las moléculas del material, esto con el fin de impedir su disolución en los disolventes del medio.

8.1: Teoría del color

Para comprender como interaccionan los colores en un tinte capilar es importante tener conocimiento acerca de la teoría del color. La **teoría del color** es un grupo de reglas básicas en la mezcla de colores para conseguir el efecto deseado, es decir siempre que se combinen los mismos colores bajos las mismas proporciones se obtendrá el mismo color como resultado (Alpert, y otros, 2002).

Los **colores primarios** son aquellos que no pueden ser obtenidos a partir de una mezcla.

Los **colores primarios naturales o de la luz** son: el **rojo-anaranjado**, el **verde** y el **azul-violeta**, estos se denominan así debido a que son los colores en los que se podrían clasificar según los conos de nuestros ojos.

Tenemos un cono para el Rojo, otro para el Verde, y otro para el Azul. Al combinarse en las mismas

proporciones los tres colores, se obtiene el color blanco, el cual por definición es el más luminoso.

El proceso de formación de colores a partir del trío básico: azul, verde y rojo, es lo que se conoce como **síntesis aditiva**, la cual se explica como la suma de las radiaciones electromagnéticas, lo cual trae como resultado más luz, es decir un color más luminoso (Ver Figura 26).

▮ **Colores primarios luz: rojo, verde y azul**

▮ **Colores secundarios luz: amarillo, magenta y azul cian**

Las **síntesis sustractivas** se producen al mezclar colores, y es la que se utiliza en las operaciones de cambio de color en los cabellos. Con estos colores estamos sumando sensaciones de color, por lo que obtenemos un color más oscuro. Los colores primarios sustractivos son el **amarillo, magenta y cian** (Ver Figura 27).



Figura 1. Síntesis Aditiva.
Rojo + azul + verde = luz blanca
Fuente: (Flores & Trabajo, 2008).



Figura 2. Síntesis Sustractiva
magenta + amarillo + cian = ausencia de color.
Fuente: (Flores & Trabajo, 2008).

Tradicionalmente se consideran como los **colores primarios en el mundo del arte** o los **colores primarios de la pigmentación** al:

▮ **Azul:** es el color más oscuro y frío de los colores primarios, por lo que genera profundidad y oscurecimiento al ser combinado con otro color.

▮ **Rojo:** posee una acción media con respecto a los otros colores primarios, pues al ser adicionado a colores base azul da como resultado un color más claro. Si se añade rojo al amarillo se obtendrá un color más oscuro.

▮ **Amarillo:** es el color más claro de los colores primarios, por lo que genera colores más claros y brillantes al ser mezclado con otro color.

Sin embargo, esto no es técnicamente cierto, o al menos es impreciso. Los tres **colores primarios de la pigmentación** son

el **magenta**, el **amarillo cadmio** y el **cian**.

Cuando se dice "**rojo**" es una forma imprecisa de decir "**magenta**" y "**azul**" es

una forma imprecisa de decir "**cian**". En realidad, el azul y el rojo son pigmentos

secundarios (Ver Figura 27).

Cuando los tres colores primarios de la pigmentación son combinados en iguales proporciones, se obtiene como resultado

el color **negro**, materia que absorbe toda la luz que recibe (Ver Figura 27).

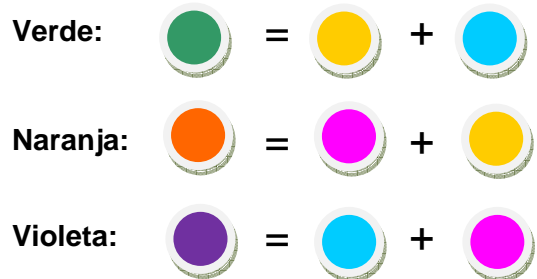


Figura 3. Colores secundarios.

Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Carrillo Troya, El Cabello. Cambios de Color, 2008)

Un **color secundario** es aquel que se obtiene a partir de la combinación de dos colores primarios, ambos en iguales proporciones (Ver Figura 28). Mientras que un

color terciario es un intermediario obtenido por la combinación de un color secundario con el color primario vecino. Los colores terciarios incluyen al azul-verde, azul-violeta, rojo- violeta, etc. El color natural del cabello es generado a partir de colores primarios y secundarios.

Los **colores complementarios** son aquellos colores que, en el espectro circular, se encuentran justo uno frente al otro en un círculo cromático. Se obtiene mediante la

contraposición de un primario con un color secundario, por ejemplo el color complementario del verde es el rojo, del azul es el naranja y del amarillo el violeta. Los colores complementarios se neutralizan el uno al otro (Ver Figura 29)



Figura 4. Colores complementarios. Fuente: (Zona Visual, 2008)

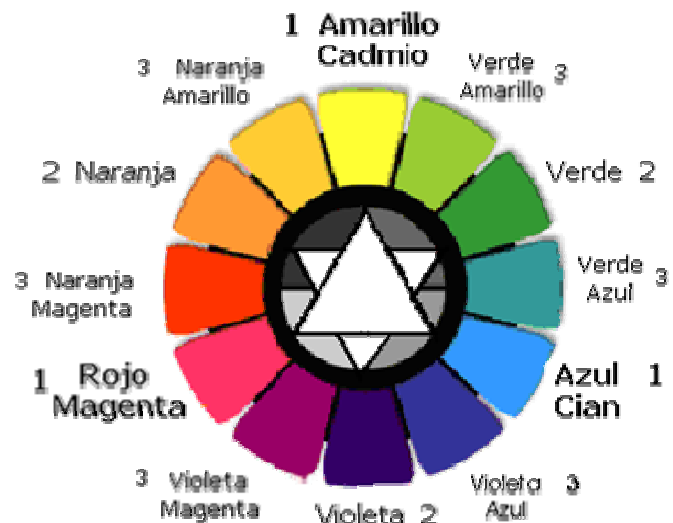
Las **síntesis combinadas** son aquellas es las cuales se puede hacer mezclas de colores por adición y por sustracción de luz a la vez. Por ejemplo, si sumamos dos heces de luces de distintos colores estaremos haciendo una síntesis aditiva, pero si interponemos un filtro de color en el haz de luz resultante estaremos a la vez haciendo una síntesis sustractiva (restamos luz mediante la materia de la que esté formando el filtro).

En una mezcla de colores se conoce como **color dominante** al color que se encuentra en mayor proporción, o a aquel que se manifieste en esa combinación con más notoriedad, el color dominante se evidencia más al decolorar el cabello, por ejemplo en cabellos oscuros siempre aparecen fuertes reflejos rojos, en cabellos claros aparecen reflejos naranjas o amarillos muy intensos ya que los pigmentos que desaparecen en esta operación son los azules.

8.2: Aplicación de la teoría del color en la coloración capilar

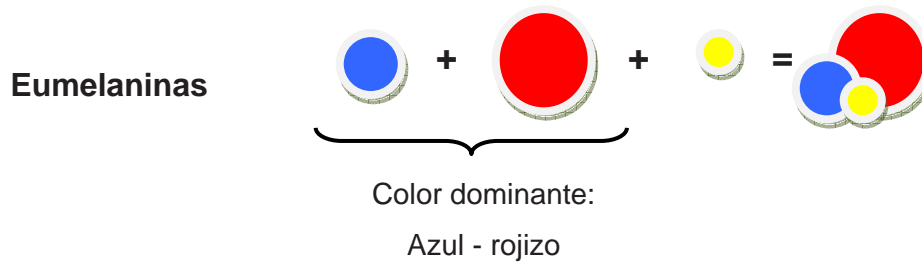
En la coloración capilar los colores-pigmento se representan en la llamada **Estrella de Ostwald**, (Ver Figura 30), la cual juega un papel fundamental en la identificación de las tonalidades correctas necesarias para neutralizar o aclarar un tono en particular. Cuando las tonalidades son directamente opuestas entre sí y se combinan con la misma profundidad y en cantidad iguales, se cancelan mutuamente. Es decir, no se observará ningún color. Por lo tanto la mayor o menor intensidad de un color opuesto creará una variación tonal más sutil o intensa.

Figura 5. Estrella de Ostwald.
 Está compuesta por dos triángulos equiláteros superpuestos. En los vértices de uno de los triángulos de la estrella se encuentran los colores primarios. Los vértices de la segunda estrella tocan los colores secundarios, de tal forma que entre cada dos colores primarios se sitúa el color secundario que forman. A su vez, cada color queda situado justo en frente de su complementario. Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, El Cabello. Cambios de Color, 2008b)



Como se mencionó en capítulos anteriores el color natural del cabello se obtiene a partir de un pigmento llamado melanina, del cual se conocen dos tipos:

■ *Eumelaninas*. Grupo homogéneo de pigmentos que proporcionan los colores oscuros desde el castaño hasta el negro. Su color dominante se compone del rojo y azul entremezclados en distinta proporción.



■ *Feomelaninas*. Grupo heterogéneo de pigmentos que originan los colores claros desde el rojo al amarillo. Su color dominante se compone de amarillo y rojo en distinta proporción.



Existe un tercer pigmento conocido como:

■ *Tricocromos*. Su color de pigmento es el rojo.

El color capilar se agrupa en tres categorías para fines prácticos, (Ver Figura 31):

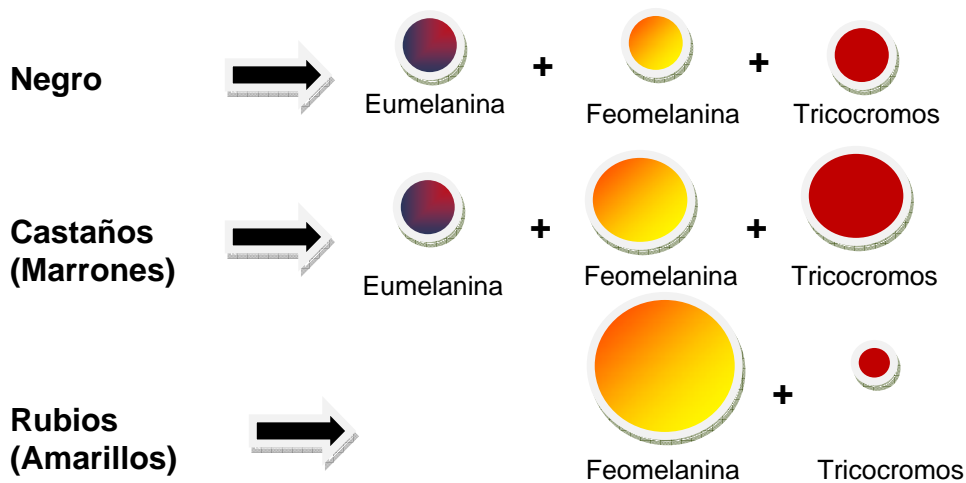


Figura 6. Composición de los colores capilares. Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, *El Cabello. Cambios de color*, 2008c)

El cabello pelirrojo, se considera como un caso especial, por lo que no entra en ninguna de las categorías mencionadas.

La proporciones y cantidades de los distintos tipos de melanina, varía de persona a persona, justamente es modificando estas proporciones y cantidades como se varía el tono del cabello, por ejemplo un cabello castaño, será más oscuro cuanto mayor cantidad de azul tenga en su color dominante. Otro ejemplo es como el cabello rubio es más claro al poseer una menor cantidad de rojo.

La tonalidad del cabello es el grado de calidez o frialdad de un color. Los colores predominante azules son conocidos como *colores fríos*, mientras que los colores mayoritariamente rojos se denominan *colores cálidos*. Los colores cálidos están representados por las tonalidades rojas, amarillas y naranjas y los colores fríos están representados por las tonalidades, violetas, verdes, azules (Ver Figura 32).

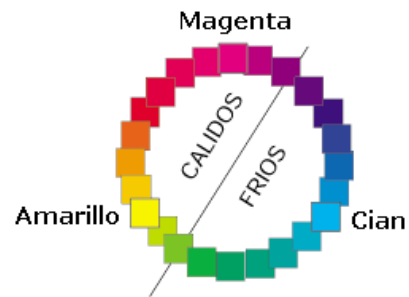


Figura 7. Colores cálidos y colores fríos. Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, El Cabello. Cambios de color, 2008c).

El **tono** es el matiz del color, es decir el color mismo. Está determinado por la longitud de onda de su radiación y la sensación directamente relacionada con ella. Un ejemplo es el tono castaño, el cual es un valor de marrón, aunque al hablar de cabello está considerado como un color propiamente dicho.

La **escala de tonos** es una lista que contiene los colores naturales del cabello, estos están ordenados desde el color más



Figura 8 Escala universal de tonos. Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, El Cabello. Cambios de color, 2008d).

oscuro (negro) al más claro (rubio platino), siendo el blanco el valor más alto, y el negro el más bajo (Ver Figura 33).

El tono de un color es el grado o lugar que ocupa dentro de la escala. Esta escala universal incluye diez valores, aunque existen valores intermedios. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Pigmentación y color dominante de los tonos.

No.	Tono	Eu (%)	Feo (%)	Tri (%)	Forma de melanina	Color dominante
1	Negro	33	33	33	Granulosa	Violeta
2	Moreno					Violeta rojizo
3	Castaño Oscuro	20	40	40	Granulosa	Violeta rojizo
4	Castaño Medio					Rojo azulado
5	Castaño Claro	10	60	30	Semigranulosa	Rojo azulado
6	Rubio Oscuro					Verdoso anaranjado
7	Rubio Medio	5	70	25	Difusa	Naranja verdoso
8	Rubio Claro		85	15		Naranja
9	Rubio muy claro	0	95	5	Difusa	Amarillo anaranjado
10	Rubio platino					Amarillo

Eu = Eumelaninas Feo= Feomelanina Tri= Tricocromos Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, El Cabello. Cambios de Color, 2008e)

En la **escala de tonos**, cada color difiere un tono respecto del posterior. El color natural o artificial del cabello se determina por comparación con la escala de tonos asignándole el valor del tono más parecido. Por ejemplo, el color castaño es No. 4, mientras que el color rubio claro No. 8, es decir 4 tonos más claro que el castaño.

Los tintes que originan uno de los colores de la escala de tonos se denominan «tintes base», estos se les enumera con el correspondiente número de tono de la

escala. Es importante el identificar la pigmentación de cada uno de ellos, es decir, qué clase de melanina es la que compone el cabello y qué pigmento domina en la mezcla.

Lo que permite distinguir entre los diversos tonos son algunos atributos como: *altura de tono, reflejos, saturación y brillo*; el inconveniente de esto, es que la apreciación de tales características resulta bastante subjetiva en algunas ocasiones.

La **altura del tono** es el grado que ocupa el color en la escala, por ejemplo: un color castaño puede ser oscuro, medio o claro. La altura de tono de un color está influenciado por la cantidad de melanina que se encuentra en el cabello, mientras más melanina contenga el cabello este resulta ser más oscuro, cuando el cabello es más claro se debe a que posee menos melanina.

Los **reflejos** forman parte del color del cabello, debido a que aportan variaciones a los tonos, es por esto que los cabellos castaños no son simplemente marrones, sino que pueden ser dorados, rojizos, etc. Si al hablar de un tono decimos que tiene reflejo 5, esto significa que dicho tono va acompañado de un reflejo caoba. Los reflejos se encuentran enlistados en la escala universal para los reflejos, *Ver Tabla 5* Escala universal de reflejos..

Tabla 2 Escala universal de reflejos.

No. Reflejo	Tono real	Nombre cosmético
1	Azul	Ceniza
2	Violeta	Irise
3	Amarillo	Dorado
4	Naranja	Cobrizo
5	Café-Rojizo	Caoba
6	Rojo	Rojo
7	Verde	Natural Beige

Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, *El cabello. Cambios de color*, 2008d).

Tanto los reflejos como los tonos del cabello se originan gracias a la síntesis sustractiva de colores, la cual da origen a los pigmentos responsables de la

coloración capilar, es importante considerar el color dominante tanto de los reflejos como de los tonos (ver *Tabla 3.*).

Tabla 3. Color dominante de los reflejos.

No.	Reflejo	Composición	Color Dominante	Color complementario	Realce
1	Ceniza	Ceniza Ceniza Nacarado	Azul Azul rojizo	Cobrizo Dorado	Azul Violeta
2	Irise	Irise Irise Ceniza	Rojo azulado Azul Rojizo	Dorado Cobrizo Cobrizo Dorado	Violeta azulado Azul violeta
3	Dorado	Dorado Dorado Cálido	Amarillo Amarillo anaranjado	Violeta Violeta azulado	Dorado Dorado cobrizo
4	Cobrizo	Cobrizo claro Cobrizo obscuro	Amarillo anaranjado Naranja amarillento	Violeta azulado Azul Violeta	Dorado Cobrizo Cobrizo Dorado
5	Caoba	Caoba claro Caoba obscuro	Naranja rojizo Rojo anaranjado	Verde azulado Azul verdoso	Cobrizo Caoba Caoba Cobrizo
6	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo
7	Verde	Verde	Verde	Rojo	Verde

Fuente: (Talaverano Fuentes, Fernández Canales, & Troya Carrillo, *El Cabello. Cambios de Color*, 2008e).

Una descripción de altura de tono y reflejo puede ayudar a definir y describir los tipos de color.

La **saturación** está relacionada con la intensidad del color y su grado de pureza. En la coloración capilar se habla de colores más o menos intensos y se utiliza el término saturación para hacer referencia a la “cantidad de color” que presenta un cabello coloreado o teñido. Se habla de colores muy saturados o sobresaturados cuando la aplicación de excesiva cantidad de colorantes ha oscurecido el tono volviéndolo profundo y pesado (demasiado colorante produce una excesiva sustracción de la luz). Se dice que el color es poco saturado cuando se acerca al blanco y que es muy saturado cuando se acerca al negro.

El **brillo** está vinculado con el efecto de reflexión de la luz de los objetos y con la intensidad luminosa o “cantidad de luz” reflejada. Los pigmentos más brillantes son los más luminosos y los que mejor se ven, cuando más pulido es un cuerpo, más

reflectante es. En el caso del cabello el brillo está relacionado con la capacidad del cabello para reflejar la luz con más o menos intensidad, como ya se mencionó el brillo del cabello depende del estado en que se encuentre su superficie. Los cabellos más brillantes suelen ser los cabellos vírgenes, pues su superficie es muy lisa y reflejan muy bien la luz. Además entre las células de la corteza capilar aparecen espacios aéreos que también intervienen en el efecto de reflexión, puesto que la luz también incide sobre ellos. En los cabellos teñidos el **brillo** y la **saturación** están muy relacionados. Un color muy intenso suele ser muy brillante y viceversa. Por ello, un cabello sobresaturado de colorantes o tintes tendrá menos brillo, además de presentar un color muy pesado.

8.3: Gama universal de los colores capilares

Los colores capilares existentes son muy variados por lo que para facilitar su manejo fue necesario sintetizarlos y ordenarlos en una gama, la cual es conocida como **Gama Universal** y está compuesta de las escalas de tonos y de reflejos.

Las distintas cartas de colores que podemos encontrar en el mercado, se basa en la gama universal, aunque cada fabricante ha adoptando la nomenclatura que considera más apropiada para sus productos. Siempre es necesario relacionar el nombre que utiliza el fabricante con los colores de la gama universal, esto con el fin de conocer con qué altura de tono y reflejo se están trabajando.

La **Gama Universal** se ha estructurado numéricamente de tal forma que con tres cifras podemos identificar: el color, la altura de tono y el reflejo del cabello, un ejemplo es **7,43**. El primer número que aparece se refiere a la *altura del tono* (AT), después viene una coma, posteriormente hay uno o dos dígitos, los cuales corresponden a los *reflejos combinados*; el primero de estos dígitos corresponde al *reflejo principal* (Rp) y el segundo al reflejo secundario (Rs).

Según el ejemplo anterior, cada dígito significa:

7.....AT que corresponde al Rubio medio.

4.....Rp que corresponde al Cobrizo.

3.....Rs que corresponde al Dorado.

Algunos ejemplos de claves:

- ▮ **7,4** = *Reflejo natural*, no existe un reflejo secundario y el principal se presenta solo, tal cual es. Sólo aparecerá un número después de la coma.
- ▮ **7,44** = *Reflejo profundo*: el reflejo principal y el secundario son el mismo, por lo cual este se refuerza y se hace más profundo.
- ▮ **7,04** = *Reflejo suave*: sólo existe un reflejo secundario que se manifestará más ligera y pálidamente que si fuera un reflejo natural.
- ▮ **7,40** = *Reflejo intenso*: sólo existe un reflejo principal que se manifiesta con más fuerza que si fuera simplemente un reflejo natural.
- ▮ **7.43** = *Dos reflejos diferentes*: el reflejo secundario aporta un valor (o matiz) nuevo al reflejo principal, modificándolo.

Capítulo 9: La decoloración.

Los únicos procesos que permiten la modificación del color capilar son la decoloración y la tinción.

La **decoloración capilar**, consiste en modificar los pigmentos melánicos, dispersos en gránulos en la corteza (Bonadeo, 1988), con el objeto aclarar la tonalidad del cabello o favorecer la fijación del tinte sobre cabellos recios, esto se logra gracias al incremento en la absorción de las fibras capilares. Otro proceso en el cual se utiliza la decoloración es en el **decapaje**, el cual consiste en eliminar parcial o totalmente los tintes persistentes y los tonos coloreados.

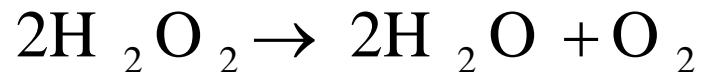
Mientras in vitro la melanina es fácilmente oxidable, sobre los cabellos la oxidación es un fenómeno complejo, que se desarrolla por grados, correspondientes a las tonalidades diversas de matices de color. Antes de la aplicación de los decolorantes conviene saber el grado de decoloración que se quiere alcanzar en la cabellera. Los grados de decoloración, varían según la intensidad: la decoloración "**débil**" es aquella en donde se produce la degradación en 1 o 2 tonos; la decoloración "**media**", se emplea cuando se requiere que la regresión del tinte sea de 2 - 4 tonos; en la decoloración "**fuerte**" la disminución pasa de los 4 tonos. Algunos autores mencionan una cuarta categoría, la cual consiste en descender 6 tonos, esta se conoce como decoloración "**muy fuerte**".

Como resultado de la decoloración se obtienen las gamas más variadas de dorados, bronceados y castaños rojizos. Estos pueden ser conseguidos mediante las variaciones acertadas en la proporción de *amoníaco - agua oxigenada* y tiempos de contacto. Como el cabello crece aproximadamente 1.5 cm por mes, es obvio que la decoloración deberá retocarse mensualmente.

El mecanismo químico de la decoloración capilar está basado en la oxidación del pigmento melánico granuloso, naturalmente oscuro, que se transforma en pigmento difuso, mucho más claro. La decoloración de la *eumelanina* genera un color

castaño, mientras que la *feomelanina* es un pigmento muy difícil de decolorar completamente, es decir llegar hasta rubio platinado, por lo que el proceso es tan agresivo que el cabello puede resultar seriamente dañado. Las *tricosiderinas* son un pigmento casi imposible de decolorar totalmente, por lo que solo se llega a un tono rojo-cobrizo y no más.

Para realizar la decoloración se requiere alcalinizar el peróxido de hidrógeno, esto se logra mediante un aceite decolorante o bien un polvo para decolorar; ambos son una fuente de amoníaco. Cuando se aplica en el cabello, la mezcla alcalina penetra entre las escamas de la cutícula hasta alcanzar los gránulos del pigmento en el *córtex*. En condiciones alcalinas, el peróxido de hidrógeno se descompone en:



El *oxígeno* momentáneamente se encuentra en forma de átomos y es *muy reactivo* (Simmons V, 2000), lo cual lo hace capaz de *oxidar* los pigmentos del cabello eliminando gradualmente el color. La acción combinada de los productos alcalinos y los oxidantes produce una escisión hidrolítica de los puentes disulfuro con formación de bases de sulfonio.

Cuando se mezcla por primera vez el peróxido de hidrógeno con el decolorante, la decoloración es bastante activa, pero esta actividad decrece gradualmente; para evitarlo y mantener la acción decolorante una vez que el peróxido de hidrógeno desaparece, es necesario añadir un estimulante de la decoloración, que contenga un agente decolorante secundario, como el peróxido de urea, el cual al encontrarse en estado sólido tarda más tiempo en actuar (Simmons V, 2000).

Las transformaciones químicas provocadas por el proceso de decoloración generan una serie de variaciones en las propiedades mecánicas y físicas del cabello, lo cual trae como consecuencia un cabello más poroso y menos brillante.

Al observar un corte histológico de cabello decolorado, no se pueden encontrar cúmulos de pigmento granuloso en su corteza, en cambio se puede observar un

tinte uniforme amarillo o rojizo, lo cual permite concluir que todo el cabello en esas condiciones tiene reflejos con estas tonalidades. Con base en las tonalidades que pueden poseer los cabellos decolorados, algunos técnicos los han dividido en: *cabellos sulfurosos* o *cabellos ferruginosos*, esto se debe no a su constitución química, sino por similitud de color, el amarillo por el azufre y el rojo por el óxido de hierro (Quiroga & Guillot, 1976), cabe mencionar que dicha clasificación es empírica.

9.1: Decolorantes

Todos los decolorantes están constituidos por productos oxidantes, como los más usados están el peróxido de urea y el agua oxigenada, aunque también se puede utilizar el permanganato de potasio y algunas persales como el perborato, el percarbonato y, más raramente el persulfato de sodio (Bonadeo, 1988).

Los decolorantes deben tener la posibilidad de desprender una cantidad de oxígeno de acuerdo con el porcentaje de oxidante incluido en la fórmula. La escasez de desprendimiento de oxígeno produce una decoloración más lenta y menos activa del pigmento melanínico, pero no tiene ningún poder perjudicial sobre el cabello. Los oxidantes pierden poco a poco su poder de oxidación y con el tiempo muchos productos comerciales presentan una actividad decolorante inferior, a la indicada en la etiqueta. La pérdida de oxígeno se debe a la dificultad de estabilizar los oxidantes, no se puede evitar por completo, pero es posible acelerarla por una formulación equivocada, esto se logra con la presencia de cuerpos reductores orgánicos e inorgánicos.

Algunos de los decolorantes más representativos son:

Agua oxigenada o peróxido de hidrógeno (H_2O_2) posee como principal característica un enlace covalente que une a los dos átomos de oxígeno; para uso cosmético debe estar exenta de hierro, aluminio y bario. En los líquidos decolorantes se emplea el agua oxigenada de 15 a 45 volúmenes; en el mercado

se pueden encontrar soluciones: de 3 a 4% que desprenden de 10 a 12 volúmenes de oxígeno y de 30 a 39% que dan entre 100 a 130 volúmenes, estas soluciones son las que se usan en la preparación de los decolorantes, previa dilución con agua destilada, para obtener el volumen de oxígeno deseado, de acuerdo a la concentración, varía el poder oxidante sobre el pigmento capilar y la toxicidad sobre el tejido.

El agua oxigenada a bajas concentraciones posee una acción lenta y progresiva, aunque se incremente la concentración, a 20 ó 30 volúmenes, dicha acción necesita acelerarse mediante *amoníaco*, la proporción en la cual se debe utilizar es: una parte de amoníaco por seis o siete de agua oxigenada. El **amoníaco** debe utilizarse con discriminación, pues posiblemente pueda descomponer la mezcla muy violentamente e impartir al cabello colores rojizos poco estéticos.

Otros aceleradores utilizados son: el *calor seco* (lámpara luminosa) o *húmedo* (vapor de agua, toallas mojadas en agua caliente).

Como vehículos del agua oxigenada se ha empleado: polvo mineral inerte como el magnesio (alheña blanca) y escamas de jabón, con las cuales se forma una pasta que se emplea como cataplasma decolorante, ya que permite la descomposición y liberación del oxígeno.

Peróxido de urea o peróxido de hidrógeno sólido ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$), contiene 35-36% de peróxido de hidrógeno, que corresponde aproximadamente a 17% de oxígeno activo. Normalmente los productos comerciales poseen entre un 15-17% de oxígeno activo.

Permanganato de Potasio (KMnO_4) es un sólido de color violeta oscuro, el cual se caracteriza por ser un oxidante fuerte. Una desventaja es su fácil descomposición en presencia de trazas de sustancias orgánicas contenidas en el agua con la cual se prepara la solución. La acción decolorante del permanganato se debe esencialmente al ácido permangánico que, en contacto con los cabellos como con otras sustancias proteicas, cede fácilmente oxígeno, reduciéndose a dióxido de manganeso (MnO_2), parte del dióxido de manganeso que se forma durante la aplicación queda fijado al tejido y se absorbe lentamente, lo cual provoca graves

fenómenos de envenenamiento; los cuales rara vez ocurren durante la decoloración del cabello, para prevenirlos es necesario evitar un prolongado tiempo de contacto entre el cuero cabelludo y la solución de permanganato, lo que se ha comprobado que si llega a ocurrir son lesiones tóxicas. Para evitar este tipo de reacciones se alterna la solución decolorante de permanganato de potasio al 5% con soluciones reductoras como el bisulfito sódico al 20%, esto con el fin de inactivar al oxidante. En la actualidad debido a todos estos inconvenientes el uso de permanganato de potasio es casi nulo.

Existen otros productos oxidantes capaces de desprender oxígeno y decolorar en forma efectiva, con una acción menos traumatizante que el agua oxigenada, estos se conocen como **persales**: persales de calcio, de sodio, peróxido de magnesio.

Persales son sustancias que desprenden, además de oxígeno, pequeñas cantidades de ozono y pueden considerarse como oxidantes energéticos de la melanina. El perborato es la sal oxidante que más se usa y produce una decoloración más estética que la obtenida por el agua oxigenada. Es necesario favorecer su descomposición con la adición de ácido cítrico o tartárico (Bonadeo, 1988).

9.2: Coadyuvantes

Las sustancias decolorantes requieren de la adición de **coadyuvantes**, los cuales sirven para favorecer y acelerar la descomposición de las bases oxidantes, de modo que el gas que se libera de los peróxidos nacientes se encuentre en las condiciones de mayor actividad para atacar el pigmento. Los coadyuvantes influyen sobre la estructura queratínica de la cutícula, de modo que permite la penetración de oxígeno en el interior del cabello hasta donde se encuentra el pigmento melánico, sobre el que también pueden actuar, algunos disolventes como el amoníaco.

Las sustancias que se utilizan como coadyuvantes en las fórmulas en las que el oxidante es *agua oxigenada*, es el amoníaco, el carbonato y el bicarbonato de

amonio; en este caso el coadyuvante se aplica a distintas concentraciones, según el efecto hidrolizante que tenga que producir sobre la queratina. (Bonadeo, 1988) Otros de los coadyuvantes utilizados son el ácido tartárico y cítrico, los cuales se emplean en medio ácido, mientras que las sales de amonio cuaternario son empleadas en un medio ligeramente ácido (pH= 4-4.5).

9.3: Formas cosméticas de los decolorantes

Los medios cosméticos de decoloración pueden actuar en solución alcalina, bajo la forma de: cremas, shampoos o polvos decolorantes.

Generalmente, los decolorantes se componen de dos soluciones, una de ellas está compuesta por el decolorante, mientras que la otra es el coadyuvante. Dichas soluciones se envasan por separado y se mezclan en el momento del uso. (Bonadeo, 1988). Otras formas de aplicar los decolorantes se mencionan en la *Tabla 1*. Formas de aplicación de los decolorantes .

Tabla 1. Formas de aplicación de los decolorantes

Forma de aplicación	Cuerpo decolorante	Cuerpo coadyuvante
Loción	<i>Solución estabilizada de peróxido de hidrógeno</i>	Solución de amoníaco o de carbonato de amonio o de bicarbonato de amonio.
Espuma	<i>Solución estabilizada de peróxido de hidrógeno</i>	Pasta o líquido detergente alcalino (shampoo alcalino)
Loción	<i>Polvo de peróxido de urea.</i>	Solución tampón alcalina.
Loción	<i>Solución de permanganato de potasio.</i>	Solución saturada de bisulfito sódico.
Pasta blanda	<i>Perborato sódico en polvo.</i>	Solución de ácido cítrico o tartárico

Fuente: (Bonadeo, 1988).

La decoloración con líquidos en comparación con las pastas es de uso más frecuente, ya que es la más limpia, requiere sólo un enjuague y se pueden controlar los tonos con mayor facilidad; el inconveniente que tiene es que un exceso de líquido puede sobre colorear o irritar el cuero cabelludo. La decoloración por pastas posee la ventaja de que no escurre ni chorrea y tarda más tiempo en secar. Una de las desventajas que tiene es que al ser una mezcla opaca no permite observar bien la degradación del color y exige otro lavado cuidadoso al terminar.

9.4: Daños al cabello debido a la decoloración.

La oxidación demasiado enérgica puede ser provocada por una elevada concentración de oxidante en la fórmula o bien por el empleo exagerado al elaborar la mezcla. Este tipo de mezcla es capaz de perjudicar profundamente el cabello, dejándolo inerte y privado de vitalidad. Se ha demostrado que este efecto se acentúa, por indicios de metales en los cabellos, los cuales son el resultado de anteriores tratamientos de teñido a base de colorantes metálicos; estas trazas metálicas actúan como catalizadores en la descomposición del agua oxigenada. Por este motivo, es aconsejable hacer un ensayo de decoloración sobre un mechón separado, cuando la cabellera ha sido teñida anteriormente.

Los oxidantes no solo actúan sobre la melanina sino también sobre la queratina rompiendo puentes disulfuros, haciendo al cabello menos resistente aunque sí más fácilmente estirable. Algunos oxidantes como el permanganato de potasio y ciertas persales pueden producir lesiones anatómicas y funcionales en el cuero cabelludo. Los decolorantes pueden dar lugar a diversos problemas después de su aplicación. Si se utiliza un decolorante demasiado débil o el tiempo de acción no fue el necesario se obtiene una decoloración insuficiente. Por el contrario los decolorantes enérgicos y un tiempo de acción largo provocan una decoloración excesiva. La aplicación del oxidante efectuada de un modo no uniforme y actuando por un tiempo prolongado produce una decoloración desigual. Al frotar los oxidantes de forma enérgica o bien cuando se utilizan en concentraciones elevadas se pueden producir ulceraciones sobre el cuero cabelludo.

Otro punto crítico de la decoloración es el tiempo, si se permite que los oxidantes actúen por más de 40 a 60 min, periodo en el cual la decoloración llega a su máximo, se obtiene como resultado un cabello blanco con una ligera coloración amarillenta (a causa de la decoloración extrema, el cabello adquiere un tono rubio platinado), la cual es disimulada con el uso de enjuagues azules o violetas.

Los cabellos teñidos con tintura de oxidación no pierden completamente el color artificial, ni siquiera con las decoloraciones normales; las operaciones que permiten obtener un color más claro que el producido por este tipo de tintes se llaman **decapados**.

Capítulo 10: Tinción capilar

10.1: Cambios de color

Los tintes se pueden definir como las preparaciones destinadas a modificar el color por medio de distintas técnicas, según el resultado que se desee alcanzar, esto con el fin de realzar la belleza de las cabelleras, dar luz al rostro, cubrir las canas y adoptar un aspecto diferente.

Cuando se requiere teñir a causa de la aparición de cabellos blancos, hay que tomar en cuenta el porcentaje de canas que posee la cabellera, esto con la intención de saber que tono es el mejor. Si hay que cubrir más del 15%, se aplicará un tinte de *medio tono*, más oscuro que el deseado; si las canas superan el 30%, se usará *un tono* más oscuro que el deseado; cuando los cabellos blancos sobrepasan el 60%, se aplicará un tinte de *un tono y medio* más oscuro del color que se quiere obtener. Por ejemplo, si se desea un rubio oscuro, sobre cabellos con canas superiores al 30%, se aplica un tinte castaño claro para obtenerlo.

Las técnicas más empleadas para el cambio de color son:

El **matizado** permite cambiar suavemente el reflejo que tiene el cabello. Esta operación es utilizada para eliminar el tono amarillento de las canas, así como para atenuar los reflejos amarillentos obtenidos después de una decoloración o bien aquellos demasiado artificiales. Durante este procedimiento se puede o no modificar la pigmentación del color base sobre el que se aplica y/o alterar químicamente la melanina capilar.

La **coloración** es un proceso que permite modificar el tono y/o el reflejo sin modificar la pigmentación base y sin alterar la melanina capilar. Se suele realizar para dar luminosidad y un nuevo reflejo a los cabellos, para lograr todo esto se utilizan los cosméticos colorantes.

La **tinción** consiste en cambiar definitivamente el color y/o el tono, esto se logra modificando la pigmentación base y afectando químicamente la melanina de los

cabellos, para tal propósito se utilizan tintes orgánicos de oxidación y en menor proporción los tintes metálicos y tintes vegetales.

La **decoloración** como se mencionó en el capítulo anterior es el procedimiento cuya finalidad es el aclarar definitivamente el color natural de los cabellos afectando químicamente a la melanina. Aunque está considerada como una técnica previa a la tinción, por sí misma ya representa un cambio de color, el cual siempre va hacia tonos más claros pero con reflejos demasiado intensos, por lo que frecuentemente se hace necesaria la coloración o tinción posterior (Talaveran Fuentes, Canales Fernández, & Carrillo Troya, 2008f).

Es importante considerar que todas las sustancias colorantes tiñen el tallo aéreo del cabello; este al crecer, deja de color natural la proximidad de la raíz y debe ser reteñido para que no se manifieste un efecto antiestético.

10.2: La química de los sistemas de tinción capilar

Las dos regiones más importantes del cabello para la tinción capilar son el *córtex* y la *cutícula*, la cual se encarga de regular la entrada y salida tanto física como electrostática, de materiales a través de la fibra capilar; además de ser la responsable de la percepción áspera que caracteriza al cabello dañado.

Para evitar el daño de la fibra capilar es necesario que el tamaño y la forma de las moléculas colorantes estén relacionados con el tipo, profundidad y alcance de la penetración del tinte. Los tintes se basan en el principio de difusión, el cual establece que las moléculas grandes difunden más lento que las pequeñas. En el caso de las fibras dañadas, al ser más porosas y poseer una elevada carga negativa, permiten que la cutícula ofrezca menos resistencia a la absorción, y con ello facilita la entrada a las moléculas grandes. El incremento en la carga negativa de la fibra, puede ser la responsable del aumento de las interacciones cabello-tinte, y también se le atribuyen las diferentes características de uso de los tintes. Los cambios de pH (debido a materiales presentes en la formulación, por ejemplo la

urea), el hinchamiento de la fibra; la modificación en la estructura de la cutícula entre otros, son capaces de alterar el potencial de difusión de los cabellos, y con ello la tinción de los mismos.

Capítulo 11: Clasificación de los tintes capilares

11.1: Según el tipo de coloración

Existen dos clases de tintes, los cuales se diferencian según el tipo de coloración que emplean:

▮ Tintes persistentes a la tonalidad natural

Los tintes persistentes de la tonalidad natural son los cosméticos más importantes para teñir el cabello, esto debido a su resistencia y solidez frente a agentes externos, además permiten obtener graduaciones del tinte que si están oportunamente escogidos y magistralmente aplicados son capaces de conferir una coloración análoga a la natural tanto a cabellos decolorados como a encanecidos.

A pesar de todas las ventajas estéticas, este tipo de tinte puede producir lesiones importantes sobre el sustrato o en el interior del organismo, por lo que es sumamente importante el formular con precaución, aun cuando las normas legislativas dejen una cierta elasticidad al uso de algunos ingredientes.

Estos tintes se clasifican, según la naturaleza de los compuestos colorantes que predominan en cada formulación, y pueden ser:

- ▮ Tintes metálicos
- ▮ Tintes vegetales
- ▮ Tintes de oxidación

▮ Tonos colorantes de fantasía

Los tonos colorantes difieren de los tintes en que generalmente producen sobre los cabellos una coloración fugaz, con tonalidades de fantasía. Son productos que no modifican de modo permanente, o por lo menos muy duradero la coloración de los cabellos, pero sirven para dar a la cabellera natural, teñida artificialmente, o decolorada, una tonalidad de acuerdo a las exigencias de la moda.

Los tonos colorean directamente, sin intervención de agentes oxidantes, sin embargo no son capaces de cubrir a los cabellos canosos. En este tipo de

coloración se emplean colorantes vegetales de extracción, como los preparados a base de alheña y camomila, ya sean solos o asociados a colores orgánicos sintéticos. En la preparación de los tonos pueden entrar también colorantes nitrados, que sirven para graduar el color de los tintes de oxidación (Bonadeo, 1988). A diferencia de los tintes metálicos y en los de oxidación, en los tonos colorantes de fantasía los colorantes colorean directamente la cabellera con la que se ponen en contacto.

Una de las ventajas que poseen los colorantes de los tonos es que no poseen propiedades tóxicas importantes; por el contrario, en la mayor parte de los casos son completamente atóxicos en las dosis y forma de empleo.

Existen varios tipos de tonos colorantes, estos son limitados por las formas cosméticas más empleadas:

- Tinturas fugaces
- Shampoo matizador
- Tonos de brillantinas
- Decolorantes de matizado

11.2: Según la duración del teñido

De acuerdo a la **duración** del color los tintes también pueden ser clasificados en:

■ Coloración temporal

Son aquellas coloraciones cuyo efecto es fugaz, debido a que no se fija el colorante en la superficie, ni penetra en el cabello. Dura sólo unos cuantos días desde la aplicación hasta el primer lavado, momento en el que es arrastrado durante la detergencia. Este tipo de coloración es muy fácil de aplicar, ya que abarcan formas variadas como:

- Enjuagues matizadores
- Lápices para canas
- Shampoos matizadores
- Fijadores matizados

▮ **Coloración semipermanente**

Este tipo de coloración resiste la intemperie, la lluvia, y aun varios lavados, pero paulatinamente, se va eliminando; la duración estimada de este tipo de coloración es de un mes. Su ventaja es que son fáciles de aplicar y no requieren de agua oxigenada ni amoníaco.

▮ **Coloración permanente**

Este tipo de coloración es bastante más duradera que la temporal y emplea tintes de varios orígenes, composición y manera de actuar; éstos con base en su origen y composición pueden dividirse en:

- ▮ Tintes vegetales
- ▮ Tintes metálicos
- ▮ Tintes compuestos
- ▮ Tintes orgánicos sintéticos

11.3: Según el número de aplicaciones

El número de aplicaciones que se requieren para conseguir el color deseado es otro parámetro de clasificación.

▮ **Tintes progresivos**

Son aquellos que requieren aplicaciones sucesivas antes de conseguir el color deseado, dentro de este tipo de tintes se pueden encontrar a los tintes vegetales, tintes metálicos y tintes compuestos.

▮ Tintes instantáneos

Son aquellos que proporcionan la coloración deseada de forma inmediata. Un ejemplo de estos son los tintes de oxidación.

11.4: Según el mecanismo de acción

La **forma de actuar** de las sustancias colorantes permite otra clasificación:

▮ Deposición del colorante sobre la superficie capilar

Este mecanismo de acción es el utilizado por algunos tintes metálicos y tintes vegetales en los cuales la duración e intensidad de coloración depende de su adherencia a la estructura queratínica.

▮ Penetración dentro del cabello y formación de un compuesto coloreado

En los colorantes llamados de *oxidación* el mecanismo utilizado consiste en penetrar más o menos profundamente en el tejido, y en este caso, el color se diluye físicamente en los haces de la queratina. Este tipo de tinción se ve favorecido por sus efectos hidrolizantes y oxidantes. El efecto hidrolizante aporta una cierta separación de las moléculas queratínicas, promoviendo consiguientemente la absorción y la difusión de los colores disueltos. El tinte que dejan estos colores sobre los cabellos, resulta sólido y de duración.

Algunos colorantes vegetales pueden actuar tanto por *revestimiento como por permeabilidad física*, según su afinidad por el sustrato; en el segundo caso el teñido resultará mejor y más estético en comparación con el primero.

▮ Formación de una laca sobre la superficie capilar

Algunas sales metálicas son capaces de actuar por medio de este mecanismo.

11.5: Según el origen de los activos

Los tintes capilares pueden clasificarse en función del **origen de los activos** cosméticos utilizados (Cosmética Capilar. Higiene, fijación, coloración y tratamiento, Febrero 2008).

▮ Tintes vegetales

Los tintes vegetales se obtienen por extracción de materias primas colorantes de algunas especies de plantas. Debido a su elevado peso molecular y su alta afinidad por la queratina se depositan sobre la cutícula capilar, matizando la coloración natural del cabello. Algunos activos empleados en este tipo de tintes son: henna, manzanilla, quinina, nuez verde, ruibarbo e índigo.

▮ Tintes minerales

Los tintes de origen mineral corresponden a sales de sustancias metálicas, que logran atravesar la cutícula capilar y se introducen en el córtex, donde se oxidan y se enlazan mediante puentes disulfuro para modificar el color capilar. Los compuestos más utilizados en estos tintes son: los acetatos (plomo, azufre, cobre, níquel, plata y cobalto), las sales de plomo, las sales de plata y las sales de tiosulfato.

▮ Tintes sintéticos

Se denomina así a todos los tintes que contienen compuestos obtenidos a partir de síntesis orgánicas. Las sustancias empleadas en este tipo de tintes son derivados aromáticos del alquitrán de hulla conocidos como anilinas; este tipo de sustancias son empleadas en tintes semipermanentes, permanentes y temporales.

Los tintes sintéticos dan más variedad de colores que los naturales. Los colorantes azóicos se usan para las gamas de los amarillos, anaranjados y rojos, generalmente poseen grupos de ácido sulfónico en su estructura, esto con el fin de hacerlos solubles y estables en agua.

Capítulo 11: Clasificación de los tintes capilares

11.1: Según el tipo de coloración

Existen dos clases de tintes, los cuales se diferencian según el tipo de coloración que emplean:

▮ Tintes persistentes a la tonalidad natural

Los tintes persistentes de la tonalidad natural son los cosméticos más importantes para teñir el cabello, esto debido a su resistencia y solidez frente a agentes externos, además permiten obtener graduaciones del tinte que si están oportunamente escogidos y magistralmente aplicados son capaces de conferir una coloración análoga a la natural tanto a cabellos decolorados como a encanecidos.

A pesar de todas las ventajas estéticas, este tipo de tinte puede producir lesiones importantes sobre el sustrato o en el interior del organismo, por lo que es sumamente importante el formular con precaución, aun cuando las normas legislativas dejen una cierta elasticidad al uso de algunos ingredientes.

Estos tintes se clasifican, según la naturaleza de los compuestos colorantes que predominan en cada formulación, y pueden ser:

- ▮ Tintes metálicos
- ▮ Tintes vegetales
- ▮ Tintes de oxidación

▮ Tonos colorantes de fantasía

Los tonos colorantes difieren de los tintes en que generalmente producen sobre los cabellos una coloración fugaz, con tonalidades de fantasía. Son productos que no modifican de modo permanente, o por lo menos muy duradero la coloración de los cabellos, pero sirven para dar a la cabellera natural, teñida artificialmente, o decolorada, una tonalidad de acuerdo a las exigencias de la moda.

Los tonos colorean directamente, sin intervención de agentes oxidantes, sin embargo no son capaces de cubrir a los cabellos canosos. En este tipo de

coloración se emplean colorantes vegetales de extracción, como los preparados a base de alheña y camomila, ya sean solos o asociados a colores orgánicos sintéticos. En la preparación de los tonos pueden entrar también colorantes nitrados, que sirven para graduar el color de los tintes de oxidación (Bonadeo, 1988). A diferencia de los tintes metálicos y en los de oxidación, en los tonos colorantes de fantasía los colorantes colorean directamente la cabellera con la que se ponen en contacto.

Una de las ventajas que poseen los colorantes de los tonos es que no poseen propiedades tóxicas importantes; por el contrario, en la mayor parte de los casos son completamente atóxicos en las dosis y forma de empleo.

Existen varios tipos de tonos colorantes, estos son limitados por las formas cosméticas más empleadas:

- Tinturas fugaces
- Shampoo matizador
- Tonos de brillantinas
- Decolorantes de matizado

11.2: Según la duración del teñido

De acuerdo a la **duración** del color los tintes también pueden ser clasificados en:

▀ Coloración temporal

Son aquellas coloraciones cuyo efecto es fugaz, debido a que no se fija el colorante en la superficie, ni penetra en el cabello. Dura sólo unos cuantos días desde la aplicación hasta el primer lavado, momento en el que es arrastrado durante la detergencia. Este tipo de coloración es muy fácil de aplicar, ya que abarcan formas variadas como:

- Enjuagues matizadores
- Lápices para canas
- Shampoos matizadores
- Fijadores matizados

▮ **Coloración semipermanente**

Este tipo de coloración resiste la intemperie, la lluvia, y aun varios lavados, pero paulatinamente, se va eliminando; la duración estimada de este tipo de coloración es de un mes. Su ventaja es que son fáciles de aplicar y no requieren de agua oxigenada ni amoníaco.

▮ **Coloración permanente**

Este tipo de coloración es bastante más duradera que la temporal y emplea tintes de varios orígenes, composición y manera de actuar; éstos con base en su origen y composición pueden dividirse en:

- ▮ Tintes vegetales
- ▮ Tintes metálicos
- ▮ Tintes compuestos
- ▮ Tintes orgánicos sintéticos

11.3: Según el número de aplicaciones

El número de aplicaciones que se requieren para conseguir el color deseado es otro parámetro de clasificación.

▮ **Tintes progresivos**

Son aquellos que requieren aplicaciones sucesivas antes de conseguir el color deseado, dentro de este tipo de tintes se pueden encontrar a los tintes vegetales, tintes metálicos y tintes compuestos.

▮ Tintes instantáneos

Son aquellos que proporcionan la coloración deseada de forma inmediata. Un ejemplo de estos son los tintes de oxidación.

11.4: Según el mecanismo de acción

La **forma de actuar** de las sustancias colorantes permite otra clasificación:

▮ Deposición del colorante sobre la superficie capilar

Este mecanismo de acción es el utilizado por algunos tintes metálicos y tintes vegetales en los cuales la duración e intensidad de coloración depende de su adherencia a la estructura queratínica.

▮ Penetración dentro del cabello y formación de un compuesto coloreado

En los colorantes llamados de *oxidación* el mecanismo utilizado consiste en penetrar más o menos profundamente en el tejido, y en este caso, el color se diluye físicamente en los haces de la queratina. Este tipo de tinción se ve favorecido por sus efectos hidrolizantes y oxidantes. El efecto hidrolizante aporta una cierta separación de las moléculas queratínicas, promoviendo consiguientemente la absorción y la difusión de los colores disueltos. El tinte que dejan estos colores sobre los cabellos, resulta sólido y de duración.

Algunos colorantes vegetales pueden actuar tanto por *revestimiento como por permeabilidad física*, según su afinidad por el sustrato; en el segundo caso el teñido resultará mejor y más estético en comparación con el primero.

▮ Formación de una laca sobre la superficie capilar

Algunas sales metálicas son capaces de actuar por medio de este mecanismo.

11.5: Según el origen de los activos

Los tintes capilares pueden clasificarse en función del **origen de los activos** cosméticos utilizados (Cosmética Capilar. Higiene, fijación, coloración y tratamiento, Febrero 2008).

▮ Tintes vegetales

Los tintes vegetales se obtienen por extracción de materias primas colorantes de algunas especies de plantas. Debido a su elevado peso molecular y su alta afinidad por la queratina se depositan sobre la cutícula capilar, matizando la coloración natural del cabello. Algunos activos empleados en este tipo de tintes son: henna, manzanilla, quinina, nuez verde, ruibarbo e índigo.

▮ Tintes minerales

Los tintes de origen mineral corresponden a sales de sustancias metálicas, que logran atravesar la cutícula capilar y se introducen en el córtex, donde se oxidan y se enlazan mediante puentes disulfuro para modificar el color capilar. Los compuestos más utilizados en estos tintes son: los acetatos (plomo, azufre, cobre, níquel, plata y cobalto), las sales de plomo, las sales de plata y las sales de tiosulfato.

▮ Tintes sintéticos

Se denomina así a todos los tintes que contienen compuestos obtenidos a partir de síntesis orgánicas. Las sustancias empleadas en este tipo de tintes son derivados aromáticos del alquitrán de hulla conocidos como anilinas; este tipo de sustancias son empleadas en tintes semipermanentes, permanentes y temporales.

Los tintes sintéticos dan más variedad de colores que los naturales. Los colorantes azóicos se usan para las gamas de los amarillos, anaranjados y rojos, generalmente poseen grupos de ácido sulfónico en su estructura, esto con el fin de hacerlos solubles y estables en agua.

Capítulo 12: Descripción de los distintos tipos de tintes

12.1: Enjuagues coloreados o matizadores

Son líquidos ácidos, coloreados, generalmente derivados de anilina (colorantes azoicos), los cuales poseen una doble función, ya que primeramente retira completamente la cubierta alcalina generada por shampoos u onduladores, esto con el fin de devolver el lustre y suavidad al cabello; la segunda función consiste en brindarle una tonalidad agradable, debido a la generación de una fina película colorada hidrosoluble. Este tipo de aplicación es especialmente adecuada para contrarrestar las tonalidades amarillentas de los cabellos blancos, canosos o completamente decolorados (platinados), si se usan matizadores de color azul o violeta.

Existen numerosos preparados comerciales elaborados a partir de colorantes orgánicos que proporcionan matices dorados o rojizos a las rubias, o bien un negro azulado a las de cabellos negros.

Algunos de los colorantes utilizados son:

*el azul de metileno (D&C blue no.1) *el azul de anilina *el azul Victoria
*la fucsina (D&C red no.33) *la rodamina (D&C violet no. 1)

Estos se pueden utilizar solos o combinados. Ciertos azules como el de metileno dejan un reflejo verdoso, poco estético, para contrarrestar esto se agrega algo de rodamina u otros colorantes que proporcionen un fondo malva o violeta.

Es importante mencionar que en el cabello que ha sido demasiado oxidado (decolorado) o alcalinizado (permanetado) puede depositarse el colorante en forma más duradera y poco uniforme, lo cual genera un desagradable resultado estético.

Dentro de los tipos de enjuagues coloreados más comunes se encuentran aquellos elaborados a base de manzanilla o alheña; el primero se usa para dar brillo al cabello rubio y el segundo acentúa los matices rojizos de cabello castaño.

12.2: Lápices para las canas

Consisten en colorantes incorporados a una base de jabón o mezcla de grasa, la cual es modelada en forma de lápiz, este se aplica directamente sobre las canas y se recomienda utilizar cuando estas son poco abundantes. Este tipo de aplicación es semejante al lápiz para las cejas.

En el caso de los cabellos castaños oscuros y rubios, el óxido de hierro, tierra de Siena y pigmentos orgánicos precipitados son algunos de los compuestos encargados de dar color.

12.3: Fijadores matizadores

Algunos fijadores, generalmente brillantinas, llevan dentro de su formulación un tinte adecuado para obtener reflejos azulados en los cabellos negros, dorados en los rubios o bien violetas o azulados en las canas.

12.4: Polvos coloreados

Se preparan a partir de ciertos polvos metálicos de aluminio o bronce, los cuales son suspendidos en un vehículo adherente. Posteriormente esta mezcla es utilizada en forma de spray.

12.5: Tintes fugaces

En estos cosméticos, los colorantes tienen la función de reavivar el color de los cabellos naturales o artificiales, ocultando las coloraciones no estéticas, como el amarillo de las canas y el decoloramiento de los cabellos teñidos.

Los colorantes empleados son derivados azoicos, acínicos, tiacínicos, xanténicos, trifenilmetánicos y complejos anión/catión.

Los tonos sólidos están constituidos, en su forma más simple por el colorante y un ácido hidrosoluble no higroscópico (tartárico, sulfámico) en proporciones 1:4 a 1:8. Como los colorantes tienen poca afinidad con el cabello humano se ha propuesto la adición de varios productos adecuados para favorecer su penetración en el tallo capilar. Entre estos productos se han encontrado que los más favorables son los dispersantes no iónicos, que tienen la función de regular la distribución del tinte sobre los cabellos. El teñido puede resultar sólido al lavado a la luz solar y al sudor o bien ser lábil al shampoo, esto depende de los colores utilizados. Sus tonalidades sobre los cabellos decolorados o naturales, se pueden graduar con exactitud (a diferencia de lo que ocurre después de la aplicación de los tintes de oxidación) y los cabellos no se alteran estructuralmente, porque el cosmético es neutro o ligeramente alcalino.

12.6: Shampoo matizador

El shampoo matizador es un cosmético cuya base es un shampoo, en el que se han incorporado las sustancias colorantes, tienen la función de proporcionar a los cabellos una graduación de matizado apenas más viva que la normal. Los ingredientes colorantes son a menudo de naturaleza vegetal y comprenden extractos secos de alheña, camomila y azafrán; también pueden ser utilizados colorantes de naturaleza sintética, como el azul de metileno que proporciona una tonalidad azulada en concentración mínima, es importante mencionar que el empleo de este colorante es poco frecuente y se prefiere obtener el azulado con soluciones de violeta ácido.

Para aclarar los cabellos se puede introducir en los shampoos productos de efecto óptico, que absorben las radiaciones ultravioleta y emiten reflejos azules en la zona visible y ponen en evidencia una mayor luminosidad sobre los cabellos rubios y aclaran los cabellos grises; sobre los cabellos castaños no tienen ningún efecto. En este tipo de productos las 4-metilcumarinas sustituidas, usadas en 0.2 - 0.5% han dado buenos resultados, obteniéndose un mejor efecto óptico a un pH = 5-6.

Actualmente se utilizan shampoos con cierta cantidad de colorantes incorporados y cuya espuma se deja permanecer un tiempo, con el propósito de que al enjuagarlo quede una coloración temporal sobre la cabellera. Algunos colorantes como alheña, sólo pueden ser incorporados a shampoos no jabonosos, pues de lo contrario la queratina no será teñida.

12.7: Tonos Brillantes

Las brillantinas tienen el efecto de proporcionar brillo a la cabellera. Generalmente son colores liposolubles, añadidos con objeto de mejorar su apariencia sin producir ninguna coloración estable en los cabellos. Cualquier modificación en la tonalidad se puede obtener a menudo incorporando en el excipiente oleoso algunos derivados vegetales como el extracto de nuez, esto con objeto de producir una tonalidad más oscura. Se pueden incluir también algunos colorantes de efecto óptico. Los colorantes orgánicos más resistentes se incorporan en excipiente graso, con el fin de formular matices adecuados para teñir zonas limitadas de la cabellera.

12.8: Decolorantes de matizado

En su tipo más simple, son cosméticos formados por un compuesto decolorante, generalmente representado por agua oxigenada o por peróxido de urea, en los que se disuelve, antes de la aplicación, un tono vegetal. Están compuestos por un solo cuerpo y su efecto es instantáneo.

Los decolorantes de matizado también se pueden obtener y aplicar de otro modo: por ejemplo, para dejar los cabellos de color rubio platino, se decoloran anteriormente con uno de los decolorantes habituales y después se humedecen con una solución de azul de metileno, de violeta ácido o de combinaciones apropiadas de amarillos y de azul que, brindan una tonalidad verde. En este caso el decolorante de matizado es de dos cuerpos.

Variedades especiales de estos cosméticos son las que se conocen con el nombre de *tintes decolorantes*. Como se deduce de la denominación, son verdaderos y

propios tintes antes que tonos, si se consideran los ingredientes colorantes que los componen, pero se acercan a los tonos por la característica de la coloración que dan a los cabellos.

Los **tintes decolorantes** se preparan en forma de crema y de líquidos más o menos viscosos, e incluyen como ingredientes activos un complejo colorante de oxidación y un poderoso oxidante. Este tipo de tintes están basados en el principio de que la estabilidad de los pigmentos naturales del cabello es bastante inferior a la de los pigmentos sintéticos (obtenidos por la oxidación de las para-diaminas y polifenoles aromáticos), esto en presencia de agentes oxidantes (Bonadeo, 1988).

12.9: Tintes vegetales

El uso de este tipo de tintes se remonta a tiempos antiquísimos; las damas egipcias, romanas y griegas los usaron abundantemente. De todos los colorantes usados el que ha permanecido ha sido la henna, la cual es ampliamente utilizada. Los tintes vegetales tienen como base activa una droga o sustancia colorante que llevan como vehículo disolventes, generalmente acuosos o hidro-alcohólico-glicéricos. Se pueden incluir otros correctivos de naturaleza metálica (tinturas vegetometálicas), mordientes, conservadores y perfumes. Los compuestos vegetales que se utilizan para la tinción del cabello son capaces de proporcionar coloraciones diversas, debido a la ligera afinidad que tienen por la queratina, ya sea por sí mismos o por la formación de complejos con sales metálicas. Estos últimos constituyen el grupo de las tinturas vegetometálicas y se caracterizan, por una mayor solidez, pero también por una toxicidad más elevada, esto en comparación con a las tinturas vegetales simples (Alcalde & Alfonso, Coloración del cabello (II). Color Vegetal, Septiembre 2002).

Las tinturas que basan su acción colorante principalmente en productos de origen vegetal raramente pueden proporcionar los cabellos una coloración suficientemente sólida al lavado, si no contienen un **mordiente** adecuado para fijar el colorante sobre los cabellos. En muchos casos actúa de mordiente la sustancia

tánica presente en la droga, es por esto que el valor colorante de la droga es directamente proporcional a la cantidad de taninos que esta posea. Cuando la droga posee suficientes taninos las tinturas vegetales permanecen atóxicas en contacto con el sustrato. Otras veces, sobre todo en las tinturas a base de alheña que son las más usadas, se pueden encontrar otros compuestos químicos que actúen de mordientes, entre los que recordamos el pirogalol. En las tinturas preparadas bajo forma de cataplasma, la función del mordiente está generalmente resuelta por los oxidantes, como el dicromato potásico, el cual se aplica en frío después que la cataplasma vegetal ha desarrollado su acción colorante sobre los cabellos. El dicromato de potasio actúa, además de como mordiente, como revelador de los pigmentos vegetales. Pueden actuar como mordientes, reveladores de los colores y fijadores, el sulfato de aluminio, el aluminio, el cloruro amónico y otras sustancias de carácter básico (OFFARM F. P., Coloración del cabello II. Coloración vegetal, Vol. 21 Núm.8 Septiembre 2002).

Los colorantes vegetales se refuerzan por soluciones de amoníaco diluido (0.5%), por efecto del calor y por agentes oxidantes en medio alcalino. Los tintes vegetales tiñen directamente los cabellos y tienen siempre carácter de instantáneo.

Este tipo de tintes actúan depositando una capa coloreada sobre la cutícula del tallo capilar, por adsorción o bien formando barnices o lacas, las cuales no penetran en el interior, pero son relativamente estables.

Las tinturas vegetales generalmente son inocuas, pero también resisten menos sobre el cabello, por lo que a menudo se asocian.

Los tintes vegetales tienen la ventaja de su seguridad, debido a que en muy raras ocasiones se ha visto que provoque dermatitis o que dañe la queratina. La desventaja es que la gama de colores que suministran no es satisfactoria, no solo por lo limitado de los colores sino por su apariencia poco natural. Debido a su poca resistencia sobre el cabello a menudo se asocian con tintes a base de colorantes minerales y orgánicos sintéticos, en donde tienen la misión de fungir como correctivos del color. Durante su aplicación es muy importante conocer el

tiempo justo que debe permanecer el tinte sobre los cabellos, ya que de lo contrario se obtendrá un sobreteñido. Otra ventaja que se tiene es que el cabello se puede ondular inmediatamente después de su aplicación.

Muchos vegetales y sus derivados de extracción se usan en las tinturas para los cabellos, sobre todo con fines correctivos del color, las tinturas a base de alheña tienen, predominantemente, la función de corregir los tintes no naturales y de reforzar la intensidad del color, además al contener sustancias tánicas facilitan la fijación del colorante y dan cuerpo al cabello.

Como todos los preparados de origen vegetal, también los tintes pueden sufrir agresión de los microorganismos, especialmente de hongos, que producen alteraciones del color, formación de precipitados y de suspensiones, así como aparición de malos olores. Para evitar esto se utilizan como conservadores ésteres del ácido p-oxibenzoico, tanto el alcohol etílico y la glicerina, que forman parte del vehículo en muchos tintes que se presentan en forma líquida homogénea. Cuando las concentraciones de estos compuestos sobrepasan el 15% no es necesario utilizar ningún tipo de conservador.

Algunos de los **colorantes vegetales** son:

1.-*Henna*: o también conocida como alheña es un polvo, rico en taninos, que se obtiene por extracción acuosa a partir de hojas secas y pulverizadas de un arbusto conocido como *Lawsonia inermis*. La sustancia roja que contiene ácido elheñotánico, resina y la sustancia colorante es denominada **lawsona**, este colorante rojo-amarillento es un oxiderivado de naftoquinona.

Dicho polvo proporciona tonos rojizos que varían con el tono del cabello. A los cabellos canosos les proporciona un agresivo color zanahoria, mientras que en los rubios el tono es ligeramente anaranjado. En los cabellos oscuros se obtienen tonos rojizos con reflejos dorados al sol. Generalmente se utiliza en cabellos rojos oscuros o con tonos cobrizos. A menudo es necesario asociar la henna a diversos extractos vegetales que permiten corregir la tonalidad, para este propósito se

utiliza la cáscara de nuez, las agallas, el catecú, el añil plateado; con este último se obtienen bellas tonalidades de color castaño intenso.

La henna ha sido usada desde tiempo inmemorial en los países de oriente para teñir tanto el cabello como la barba, las uñas, las palmas de las manos y de los pies, esto se lograba con una pasta elaborada a partir de hojas machacadas previamente humedecidas con agua de cal o con agua acidulada con zumo de limón.

2.-*Índigo: (Indigofera argentina)*, al pulverizar este vegetal se obtiene un polvo azul verdoso, llamado **rena**, el cual se mezcla con la henna en diversas proporciones.

3.-*Salvia*: la infusión de sus hojas oscurece el cabello claro, dándole tonos verdosos; como su acción es lenta se requiere de repetidas aplicaciones.

4.-*Ruibarbo: (Rheum officinalis)*, por medio de enjuagues con la infusión de su raíz se obtienen tonos dorados vivos en los cabellos claros. Su acción lenta se debe al ácido crisofánico.

5.-*Extracto de nogal: (Juglans regia)*, las decocciones o tinturas de hojas, cáscaras de nuez de nogal, o bayas y raíces de otros árboles, son utilizadas normalmente en forma casera, a pesar de que su gama de tonos es muy ligera. Su acción depende del contenido en ácido pirogálico, que sobre el cabello se oxida y lo oscurece. Es conveniente mencionar que el ácido pirogálico es considerado como tóxico si se usa continuamente a concentraciones superiores del 5%.

6.-*Manzanilla*: se usan las flores hermafroditas tubulosas amarillentas de la camomilla o manzanilla romana (*Anthemis nobilis*) y la camomila vulgar (*Matricaria chamomilla*), para obtener una sustancia colorante, conocida químicamente como **apigenina**. Contra lo que se cree la manzanilla no aclara el cabello decolorándolo, sino que tiñe por deposición de compuestos flavonoides color amarillo. Por sí misma la manzanilla posee escasas cualidades como colorante instantáneo,

porque su pigmento se fija débilmente al cabello y además no es sólido. Se puede mejorar sus efectos colorantes al combinar la camomila con ruibarbo, té o azafrán. Existen falsas tinturas de manzanilla que realmente contiene agua oxigenada. Su mejor aplicación es en cabellos rubios dorados, rubios rojizos o castaños claros. Como producto de matizado, la camomila se usa conjuntamente con los agentes oxidantes adecuados para producir la decoloración de los cabellos. Más que un verdadero y auténtico colorante, se le debe considerar a la camomilla como un ingrediente de matizado en los tintes compuestos para los cabellos, en forma de pasta líquida o como shampoo.

12.10: Tintes metálicos

Los **tintes metálicos** son aquellos que producen coloración mediante óxidos o sulfuros de determinados metales. Aunque hace algunos años fueron muy utilizados, actualmente su uso es casi nulo, debido a la alta toxicidad que les caracteriza. Los tintes metálicos que son menos tóxicos, son también los colorantes capilares menos eficaces, ya que confiere a los cabellos un color impropio y defectuoso. Sin embargo todavía se emplean algunos tintes metálicos especialmente el negro.

Los tintes metálicos toman su nombre del metal que da lugar a la formación del producto colorante. Se llaman tintes de plata, cobalto, níquel, cobre y plomo. Este tipo de tintes pueden ser del tipo progresivo o instantáneo, según el modo como producen la coloración. Es importante destacar que la mayoría de los autores los catalogan más como del tipo progresivo, es decir oscurecen el cabello gradualmente a medida que se realizan las aplicaciones. Por esta razón se anuncian como *restauradores de color* y no como tintes.

El producto colorante, puede estar conformado por un polvo metálico o bien ser obtenido a partir de una sal soluble de metal (preparado metálico) que actúa con el hiposulfito de sodio o azufre precipitado, o bien por el efecto metálico asociado del pirogalol y sulfuros, polisulfuros, o metabisulfitos alcalinos. El efecto final es la formación de sulfuros metálicos pesados, a los que se debe la mayor parte de la coloración capilar.

Lo tintes metálicos están compuestos principalmente por un preparado de naturaleza salina y por otros componentes como:

▮ **Mordientes**

La función del mordiente en las tinturas metálicas es casi exclusiva del **pirogalol**, aunque en el caso de tintes a base de hierro, se usan como mordientes los **ácidos tánicos y gálicos**.

El pirogalol posee propiedades reductoras las cuales permiten su uso en la obtención de colorantes orgánicos e inorgánicos; en las tinturas colorantes de base inorgánica puede ocasionar al combinarse con sales metálicas, la formación de lacas colorantes, fuertemente adherentes a la queratina capilar. Además en soluciones alcalinas es un enérgico absorbente del oxígeno.

Los efectos tóxicos que provoca el pirogalol se deben a su elevada afinidad por el oxígeno; dicho compuesto es capaz de sustraer oxígeno tanto de los glóbulos rojos como de todos los tejidos con los que se pone en contacto, incluso puede oxidar a la hemoglobina. La toxicidad de pirogalol está relacionada con la cantidad del compuesto absorbido.

Debido a los problemas de toxicidad enunciados, no se recomienda el uso frecuente de este tipo de tinte en cabellos, barba y bigote.

▮ **Activadores**

Funcionan como medios adecuados para transformar o favorecer la transformaciones de las sales metálicas en sulfuros colorantes, los cuales sirven para resaltar y reforzar el tinte artificial de los cabellos; algunos de los activadores más empleados son: los sulfuros, sulfitos y bisulfitos alcalinos y algunas veces el azufre precipitado (OFFARM F. P., Coloración del Cabello III. Tintes metálicos, Vol. 21 Núm.10 Noviembre 2002).

▮ Disolventes

Sirven para poner en solución los productos metálicos, los mordientes y los activadores. Esto se puede formular en un solo cuerpo, o en cuerpos separados, según la forma de preparación del tinte y las incompatibilidades inmediatas que existan entre los componentes. En la mayoría de las ocasiones el disolvente empleado es agua destilada, sobre todo cuando los activadores constituyen un cuerpo separado del tinte. También puede ser utilizado como vehículo algún compuesto hidroglicérico, en el caso de los tintes a base de sulfato ferroso; los vehículos hidro-alcohólico-glicéricos o hidro-alcohólicos se emplean cuando se trata de solubilizar las sales de plomo o cadmio.

Algunos de los compuestos metálicos que se utilizan para la coloración capilar son:

1.- *Sales de plomo*: son de uso muy extendido en algunos países como USA, mientras que en Francia, su uso está prohibido debido a que provoca intoxicación crónica o saturnismo, hecho más hipotético que real. En algunos países de Sur América se permite su uso pero en forma prudente y advirtiendo al usuario de sus consecuencias.

En ocasiones se añade a la solución de acetato de plomo, azufre libre para asegurar la suficiente formación de sulfuro de plomo. La aplicación de esta solución se realiza varias veces por semana y el cabello canoso pasa de matices amarillentos a castaño claro, posteriormente a castaño oscuro y hasta alcanzar un negro opaco.

La sal más comúnmente utilizada es el acetato de plomo ya sea neutro o ácido, no obstante no es recomendable ya que como se mencionó anteriormente se puede producir saturnismo, debido a que el Pb^{2+} tiende a absorberse en el organismo y posteriormente se acumula; es importante mencionar que este padecimiento afecta tanto a la persona a la cual se le aplica el tinte, así como a la que lo aplica. Normalmente, el envenenamiento producido por los tintes de plomo es crónico. Es importante mencionar que dichas consecuencias también se presentan aunque el

plomo no se fije en los cabellos, sino solo quede precipitado sobre ellos, como es el caso del sulfuro de plomo.

2.- *Sales de plata*: es bastante usado el nitrato de plata aplicado en soluciones acuosas neutras o amoniacaes (con el fin de favorecer su reducción) para obtener tonos oscuros o negros.

Bajo la acción de la luz se reduce la plata y se deposita óxido de plata, compuesto que se combina con el azufre de la queratina. En general se refuerza la acción reductora de la luz empleando reductores, de ahí el nombre común de tintes de dos botellas, pues en una va la solución de nitrato de plata y en la otra el reductor o acelerador. Como reductores se usan sulfuros solubles (potásico, sódico o amoníaco), hiposulfito de sodio (que libera azufre por oxidación del aire) o pirogalol, que actúa parcialmente como reductor y en parte por acción colorante directa, especialmente en los matices claros. Se han podido observar que con este tipo de tintes se pueden obtener desde el rubio cenizo hasta el negro (Quiroga & Guillot, 1976).

En el caso del nitrato de plata cuando se pone en contacto con la piel en su estado puro, o en solución concentrada, forma sobre la zona de aplicación un coágulo compacto de albuminato, lo cual limita la acción caucásica de la sal. En el caso de soluciones diluidas se observa únicamente un efecto astringente. En la formulación de tintes capilares se emplean soluciones al 5%, las cuales no desarrollan acciones caucásicas o irritantes sobre el cuero cabelludo. En conclusión el nitrato de plata es una de las sales metálicas menos tóxica, por sí misma, en el caso de los tintes que emplean esta sal como producto colorante, es común que se atribuya su toxicidad a los fijadores y a los mordientes de la formulación.

El sulfuro de plata es utilizado para producir una coloración negra, dicha sal es insoluble y se forma por la reacción con activadores sulfúricos. Además es posible la formación de complejos de plata con el azufre queratínico, especialmente en presencia de mordientes. Los diferentes compuestos de plata que resultan dan

como lugar a una gama coloreada del rubio, al negro, lo que representa un importante factor de orden práctico y estético en la aplicación de los tintes.

3.-*Sales de cobre*: se usan asociadas a los tintes vegetales como la alheña o bien combinada con sales de plata, esto para atenuar sus reflejos rojizos.

4.-*Sales de cadmio*: como el cloruro, proporcionan hermosos tonos rubios. El sulfato de cadmio brinda a los cabellos una coloración amarillo-anaranjada, la cual se transforma a una tonalidad más agradable y menos viva debido al empleo de una cantidad elevada de mordiente, en este caso pirogalol. Esta coloración se obtiene gracias al sulfuro de cadmio. Los tintes a base de sulfuro de cadmio no poseen una marcada toxicidad al ponerse en contacto con la piel, pero si se llega a presentar algún problema normalmente se atribuye al pirogalol. El sulfato de cadmio posee una acción astringente, lo cual evita que se pueda producir intoxicación crónica.

5.-*Sales de bismuto*: fueron muy populares, ya que proporcionaban tonos negros, castaño oscuro y nogal.

6.- *Sales de Antimonio*: el óxido blanco de antimonio proporciona el color castaño a los cabellos, esto en presencia de soluciones ácidas de pirogalol. El color se debe probablemente a la formación de compuestos sulfurados, en los que el azufre se combina con la queratina capilar. El tinte tiene una tonalidad natural pero no de mucha duración. El antimonio en forma de compuesto soluble es tóxico, sus efectos son similares a los del arsénico; además los efectos irritantes que producen no se presentan de forma inmediata, pero después de algún tiempo los productos derivados, que se forman en presencia de secreciones cutáneas ácidas, provocan la aparición de dermatosis inflamatoria. Este tipo de tintes puede o no producir irritación o bien ser muy ligera, esto si las aplicaciones del tinte a base de antimonio son aisladas.

7.- *Sales de cobalto*: el cobalto posee una notable afinidad por las proteínas capilares y dérmicas con las cuales se une, formando cobalto-proteínas, especialmente en la presencia de un mordiente. Esto proporciona coloraciones que varía del rubio al rojo y al castaño. Se cree que el enlace cobalto-proteína se fija a nivel de los puentes de hidrógeno.

Las sales de cobalto como el sulfato de cobalto y el cloruro de cobalto, al ser aplicadas únicamente sobre los cabellos, no son perjudiciales, aunque la cantidad que se emplea en los tintes sea bastante elevada. Si se aplica en forma prolongada sobre el cuero cabelludo se puede producir dermatitis. Los fenómenos tóxicos más importantes de las tinturas a base de cobalto hay que atribuirlos, principalmente a la presencia de pirogalol, el cual actúa como mordiente.

8.-*Sales de hierro*: el sulfato ferroso puro es la única sal de hierro que se usaba para teñir el cabello. Al ponerse en contacto dicha sal con los ácidos gálico y tánico se obtiene como resultado precipitados pardoscuros insolubles, los cuales son los responsables de la coloración capilar. Desafortunadamente, estos compuestos aunque precipitan instantáneamente tienen poca adherencia por la queratina, por lo que permanecen sobre los cabellos como un velo dotado de poca resistencia al lavado. Además pueden proporcionar a la cabellera un aspecto parduzco indefinido, y absolutamente antiestético.

Si se aplican los compuestos ferrosos de forma no adecuada pueden provocar irritaciones dérmicas.

9.- *Sales de níquel*: el sulfato de níquel análogamente al sulfato de cobalto, posee la tendencia de formar sales dobles con el amoníaco y los metales alcalinos. También, como el cobalto, el níquel da lugar a complejos metal-proteína, aunque en forma menos pronunciada. La tonalidad castaña que proporciona este metal a los cabellos se logra al emplear como mordiente al pirogalol, aunque cabe mencionar que la tonalidad obtenida no es muy sólida.

Los tintes a base de níquel resultan notablemente tóxicos después de repetidas ocasiones.

10.- *Sales de cobre*: el sulfato de cobre se utiliza en los tintes capilares para reforzar el color negro intenso obtenido a partir de tintes a base de sales de plata. La toxicidad de las tinturas a base de cobre debe atribuirse sobre todo al mordiente, pirogalol. Por otra parte este producto es indispensable en la formulación de los tintes, ya que este es el responsable de fijar el cobre sobre los cabellos.

Las sales de bismuto, níquel, manganeso y cadmio son desaconsejadas por algunos autores por una presunta toxicidad (Quiroga & Guillot, 1976).

Los **polvos metálicos** a diferencia de los compuestos metálicos proporcionan coloración por simple adhesión al cabello mediante un fijador en forma de barniz. Los polvos metálicos se utilizan para impartir a la cabellera efectos especiales, principalmente con objeto de trucos escénicos. Algunos ejemplos de este tipo de polvos son: oro musivo, broncees especiales, así como otros metales o aleaciones metálicas pulverizadas.

12.11: Tintes compuestos o vegetometálicos

Los compuestos metálicos se emplean como componentes normales de muchas tinturas, en las que el colorante principal es de origen vegetal, por ejemplo el cloruro de cobalto se usa para obtener tintes capilares de tonalidades rubias, mientras que las sales de cobre se emplean para la obtención de tonalidades castañas. La asociación de las sales metálicas con colorantes vegetales da lugar a los tintes vegeto-metálicos, que poseen mayor afinidad por la queratina que los tintes vegetales sencillos y colorean los cabellos inmediatamente después de la formación de los complejos colorantes metálicos sencillos.

12.12: Tintes de oxidación

Los tintes de oxidación ocupan una división importante en el mercado de la coloración capilar, esto se debe a su permanencia en el cabello, a su facilidad de aplicación y a la naturalidad de los tonos. Este tipo de tintes poseen la capacidad de modificar profundamente la coloración de los cabellos, tanto si son canosos como si son de color natural, ya sea con una tonalidad más clara u oscura. (Urbano Champney, Diciembre 1995).

Los tintes de oxidación se basan en el principio de oxidar directamente sobre el cabello, algunas aminas polivalentes y aminofenoles, empleando un adecuado oxidante que produzca oxígeno nascente (Bonadeo, 1988), este proceso es sumamente importante ya que los compuestos colorantes no poseen capacidad tintorial por sí mismos, por lo que requieren ser transformados en un medio oxidante, para generar los derivados capaces de brindar el color a los cabellos.

Una propiedad que ha favorecido la difusión de estos tintes es que se consigue una amplísima gama de tonos naturales y uniformes, de gran aspecto estético. Además el cabello no se vuelve áspero por acumulación de capas coloreadas, y es posible someter al cabello a ondulaciones permanentes, sin necesidad de reacondicionamientos previos. La estructura molecular de la queratina no se ve afectada, ni su contenido de azufre, ni la carga de ruptura del cabello, es decir el cabello conserva todas sus propiedades normales (Quiroga & Guillot, 1976). El aspecto es tan natural que únicamente al microscopio se puede observar la diferencia, pues la cutícula está tan coloreada como el córtex.

Actualmente el uso de este tipo de tintes es masivo, aunque no están del todo exentos de efectos tóxicos y fenómenos alérgicos en personas especialmente sensibles; los efectos tóxicos se presentaban con mayor frecuencia en los primeros tiempos de su empleo, pero esto no quiere decir que actualmente no sean objeto de continuos estudios toxicológicos. Los tintes de oxidación no poseen el carácter peligroso de los tintes metálicos ni la labilidad de los tintes vegetales.

12.12.1: Cuerpos que conforman al tinte de oxidación

Normalmente los tintes están formados por dos cuerpos: el primero reúne los colorantes sintéticos en combinación con el vehículo adecuado, mientras que el segundo está formado por un oxidante.

El **Primer Cuerpo** se denomina vehículo, y sirve para determinar la forma del teñido. Su formulación es de suma importancia, tanto porque de él depende la distribución uniforme de los colorantes sobre la cabellera, es decir el éxito de la coloración misma, así como porque influye sobre la mayor o menor toxicidad del cosmético.

En un principio los tintes de oxidación venían preparados en forma líquida homogénea y su vehículo era simplemente agua o una mezcla de agua con glicerina y alcohol etílico. Las soluciones colorantes resultaban poco estables y demasiado agresivas sobre el cuero cabelludo y no proporcionan a los cabellos el tinte uniforme deseado. Poco a poco se fue modificando el vehículo con objeto de favorecer la estabilidad del producto terminado, impedir su acción nociva sobre la epidermis y preparar a los cabellos para adquirir un tinte uniforme. Según las proporciones del vehículo en la fórmula, confieren a los productos terminados la apariencia de geles más o menos viscosos o bien de cuerpos emulsionados en forma de leches o de cremas (OFFARM F. P., Coloración del Cabello VII. Coloración Permanente (1era. Parte), Vol.22 Núm.11 Diciembre 2003).

Los componentes del vehículo comprenden:

1.- Humectantes: los más importantes son la glicerina, etilen y propilenglicoles, así como sorbitoles; esto sirven para proporcionar un tacto suave a los productos terminados y mantener constante las características de viscosidad y deslizamiento; además pueden sustituir a los espesantes coloidales en las formas más fluidas y desarrollan sobre los cabellos un suave efecto reblandecedor.

2.- Espesantes: los más utilizados son la goma de tragacanto, éteres celulósicos, alginatos, carragenatos y pectinas. Éstos sirven para mantener en una distribución

regular los diferentes componentes y evitar durante la aplicación, la fijación rápida del color sobre los cabellos.

3.- Dispersantes: son detergentes aniónicos o productos de condensación del óxido de etileno; también se pueden usar los tensoactivos empleados en la formulación de shampoos, siempre y cuando sean compatibles con colorantes. La función principal de los dispersantes consiste en uniformar la distribución del colorante sobre los cabellos, para lograr una fijación regular del tinte y evitar así zonas más intensamente coloreadas. Esta función va acompañada de un notable efecto de penetración del color de la fibra queratínica. Como son productos espumógenos favorecen la eliminación de los residuos del tinte después de la aplicación.

4.- Reblandecedores: con tal función se usan las ceras hidrófilas, los derivados de alcoholes grasos, principalmente el monolaurato de polioxietilén-sorbitán y el alcohol polioxietilén-laurílico, los cuales son solubles en agua y en disolventes orgánicos. Su principal misión es secundar la acción de los dispersantes por lo que respecta a la uniformidad del color y su penetración en la fibra queratínica, sin dejar el cabello excesivamente áspero; aunque su acción es muy similar a la de los humectantes poseen además el poder de penetrar en el interior de los vellos.

5.- Disolventes: el disolvente más empleado en los tintes de oxidación es el agua. También poseen acción disolvente los humectantes y los suavizantes; los productos destinados a esta función son principalmente el alcohol etílico (el cual se emplea normalmente entre un 15-30% en los tintes líquidos homogéneos, en los que favorece su rigidez y conservación) y el alcohol isopropílico el cual a diferencia del alcohol etílico tiene cierto efecto plastificante sobre los productos terminados, y no modifica tan fácilmente la consistencia y la viscosidad de los tintes (OFFARM F. P., Vol. 23 Núm.1 Enero 2004).

El **cuerpo colorante**, está formado por los colorantes orgánicos cuya característica es su capacidad de soportar la oxidación y desarrollar color. Químicamente los *colorantes de oxidación* son compuestos aromáticos que pertenecen a 3 clases químicas:

1.-Diaminas aromáticas: *para-* y *meta*-fenilendiamina; *para*-, *meta*-, y *orto*-toluilendiamina; *para*-aminodifenilamina, entre otros.

2.-Aminofenoles: *para*-, *meta*-, *orto*-aminofenol; *para*-, *meta*-diaminoanisol; *para*-metilaminofenol, etc.

3.-Fenoles y naftoles: α -naftol, hidroquinonas, resorcina, pirogalol; son algunos ejemplos.

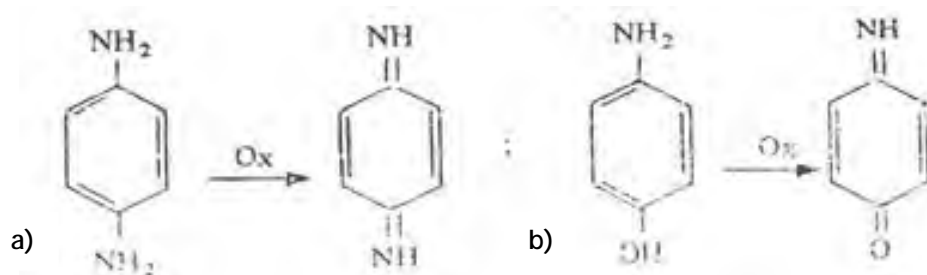


Figura 1 Oxidación de los compuestos aromáticos **a)** Diaminas aromáticas **b)** Aminofenoles.

Fuente: (Bonadeo, 1988)

En ocasiones los colorantes orgánicos son acompañados por colorantes nitrados (con el fin de graduar el color), mordientes, aceleradores, antioxidantes, etc.

Los colorantes orgánicos sintéticos son los productos empleados para teñir las pieles y constituyen la base de partida de los tintes para los cabellos. Sin embargo, existe una diferencia fundamental entre los colorantes de las pieles y los empleados en los cabellos, que reside en su grado de pureza. Las impurezas muchas veces son las que desatan los terribles efectos tóxicos y alérgicos de estas tinturas.

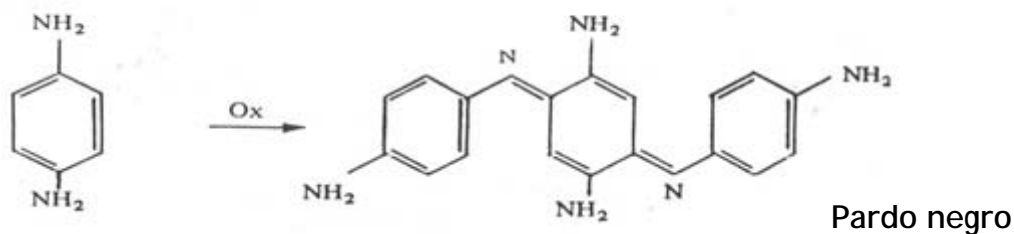
Para la combinación de estos compuestos o de sus posibles derivados es necesario tener en cuenta varios factores que a continuación se mencionan:

- ▀ Las aminas aromáticas y los compuestos aminoalcohólicos con funciones $-NH$ y $-OH$ en *orto* o en *para*, son intermediarios básicos del cuerpo colorante, en cuanto son capaces de producir pigmentos intensamente coloreados.

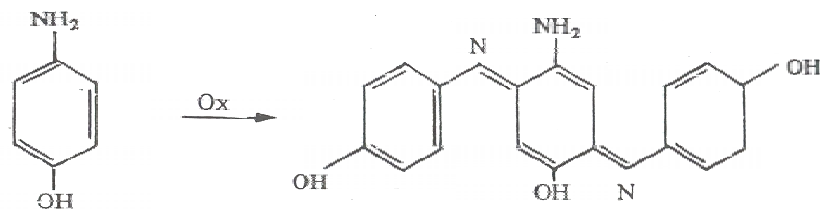
- ▮ Los *-meta-* derivados fenólicos, los fenoles diamínicos y amino-polioxihidrílicos así como los naftoles producen una coloración tenue y sirven como intermediarios modificadores del color.
- ▮ La intensidad del color aumenta al introducir un átomo de Cl en *-para-* respecto a los grupos $-NH_2$ y $-OH$.
- ▮ Para reducir la intensidad del color se puede: introducir grupos alquílicos en el núcleo bencénico, sustituir los grupos oxidrílicos con grupos metoxílicos y etoxílicos; e incrementar los grupos $-OH$ respecto a los grupos $-NH_2$.
- ▮ El proceso del tinte se acelera si aumenta el número de los grupos amino en la molécula, el inconveniente es que los tintes se aclaran.
- ▮ Tanto los colores básicos como los m
- ▮ Modificadores pueden participar en un proceso de copolimerización por oxidación (Bonadeo, 1988).

Una vez que los compuestos orgánicos se oxidan dan origen a las *p*-benzoquinoniminas, las cuales resultan vitales para la formación del tinte. La oxidación de los **intermediarios primarios** individuales llega a productos coloreados en cuanto las iminas resultantes son capaces de reaccionar con el intermediario no oxidado, esto con el fin de obtener los productos condensados que constituyen al tinte (Bonadeo, 1988).

Para las *p*-diaminas se tiene la reacción:



Para los p-aminofenoles:



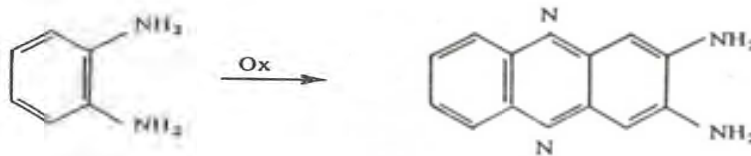
Pardo

Para los o-aminofenoles:



Anaranjado

Para los o-diaminas:



Rojo
Anaranjado

Figura 2. Formación de productos coloreados.
Fuente: (Bonadeo, 1988)

Como se mencionó anteriormente el cuerpo colorante está formado por distintas sustancias, las cuales tienen influencia directa sobre los colorantes y sus productos de transformación química. Estas sustancias son:

- ▮ El *excipiente* a diferencia del vehículo este se puede elegir sin importar la forma cosmética final.
- ▮ Los *mordientes*, tienen la función de acelerar el teñido de los cabellos favoreciendo la absorción de los colorantes oxidantes, sobre los que efectúan modificaciones químicas y físicas favorables al proceso de tinción. Los mordientes participan en los sistemas de copolimerización, y son necesarios para producir un matiz próximo al natural. Los mordientes no resultan fácilmente oxidables, pero al ser poderosos donadores de electrones, producen el tinte por

reacción con la quinoniminas electrófilas. En la práctica cualquier compuesto aromático que tenga un grupo amínico o hidroxílico libre en la posición *para* puede reaccionar con una quinonimina para producir un indoderivado coloreado. La reacción se inicia con la oxidación de la p-diamina, a la que sigue la formación del intermediario, por condensación en leucoderivados y formación de colores inestables. Entonces se produce la formación del color y la aparición del tinte directamente generada en el cabello. Luego puede haber decoloración por un lento cambio de color subsiguiente al tinte

Como mordientes se usan los fenoles polivalentes, y de modo especial la **resorcina**, el **pirogalol** y la **piroquetina**.

Los beneficios de la resorcina son sus buenas características fijadoras y su baja toxicidad, en comparación con los otros fenoles. La dosis del empleo varía según la tonalidad de tinte deseada:

* Tintes de tonalidad rubia se usa entre 0.01-0.3%.

* Tintes pardo al negro del 0.05 -0.1%.

* Tonos rojos se usa hasta el 3%.

Se ha demostrado que el porcentaje de resorcina, como el de los otros mordientes, deberá ser regulado según la naturaleza y los porcentajes de uso de los productos colorantes.

- ▀ Los *colorantes directos*, resultan idóneos para producir reflejos.
- ▀ Los *aceleradores*, son productos hidrolizantes como el **amoníaco**, la **trietanolamina**, la **sosa fundida** y el **bicarbonato sódico**.

El amoníaco al 25% es el acelerador más usado y se emplea en la misma proporción que los productos oxidantes, en el caso de la sosa fundida esta se emplea a la mitad. El bicarbonato sódico se emplea en un rango del 2-3% y la trietanolamina al 4-5%.

La trietanolamina al igual que el bicarbonato, no tiene un poder acelerador tan marcado como el amoníaco y la sosa fundida, especialmente si el tinte se presenta en vehículo acuoso.

- ▀ Los *antioxidantes*, su incorporación se debe a que los tintes a base de colorantes por oxidación tienden normalmente a alterarse; la oxidación se puede

evitar añadiendo a la última fase de la preparación una cantidad variable 1.5 - 3% de **sulfito sódico anhidro** o de la misma sal cristalizada, en cantidades proporcionales. También se utilizan: los **sulfitos de magnesio y amonio**, entre otros. Estas sales también pueden actuar como sales amortiguadoras en presencia de amoníaco.

- ▀ Las *sales amortiguadoras* se adicionan para asegurar la constancia de la reacción durante la aplicación del tinte y el periodo de almacenamiento. Estas se seleccionan de acuerdo a la naturaleza del acelerador alcalino. En el caso de los tintes amoniacaes y los amínicos se utiliza **cittrato**, **tartrato** o en algunos casos **cloruro de amonio**. El porcentaje de uso va del 3-5%.
- ▀ Los *agentes quelantes*, forman compuestos de coordinación con los metales pesados, esto con el fin de evitar que se acelere la oxidación de los tintes y existan irregularidades de color.

El segundo cuerpo, o **cuerpo oxidante** de los tintes de oxidación se prepara y envasa por separado del cuerpo colorante, y se unen hasta unos minutos antes de la aplicación. La misión de los oxidantes es producir la oxidación de los colorantes, lo cual permite la formación de un tinte insoluble.

Como oxidantes se pueden emplear los mismos agentes que se mencionaron para la decoloración: persales, agua oxigenada, peróxido de urea, y con menos frecuencia el dicromato de potasio. En la actualidad el peróxido de hidrógeno es el oxidante tradicional. El color se produce de forma rápida al desplegarse el oxígeno en el interior del tallo capilar.

Las reacciones que se llevan a cabo en los tintes de oxidación para teñir el cabello han sido representadas en el siguiente esquema:

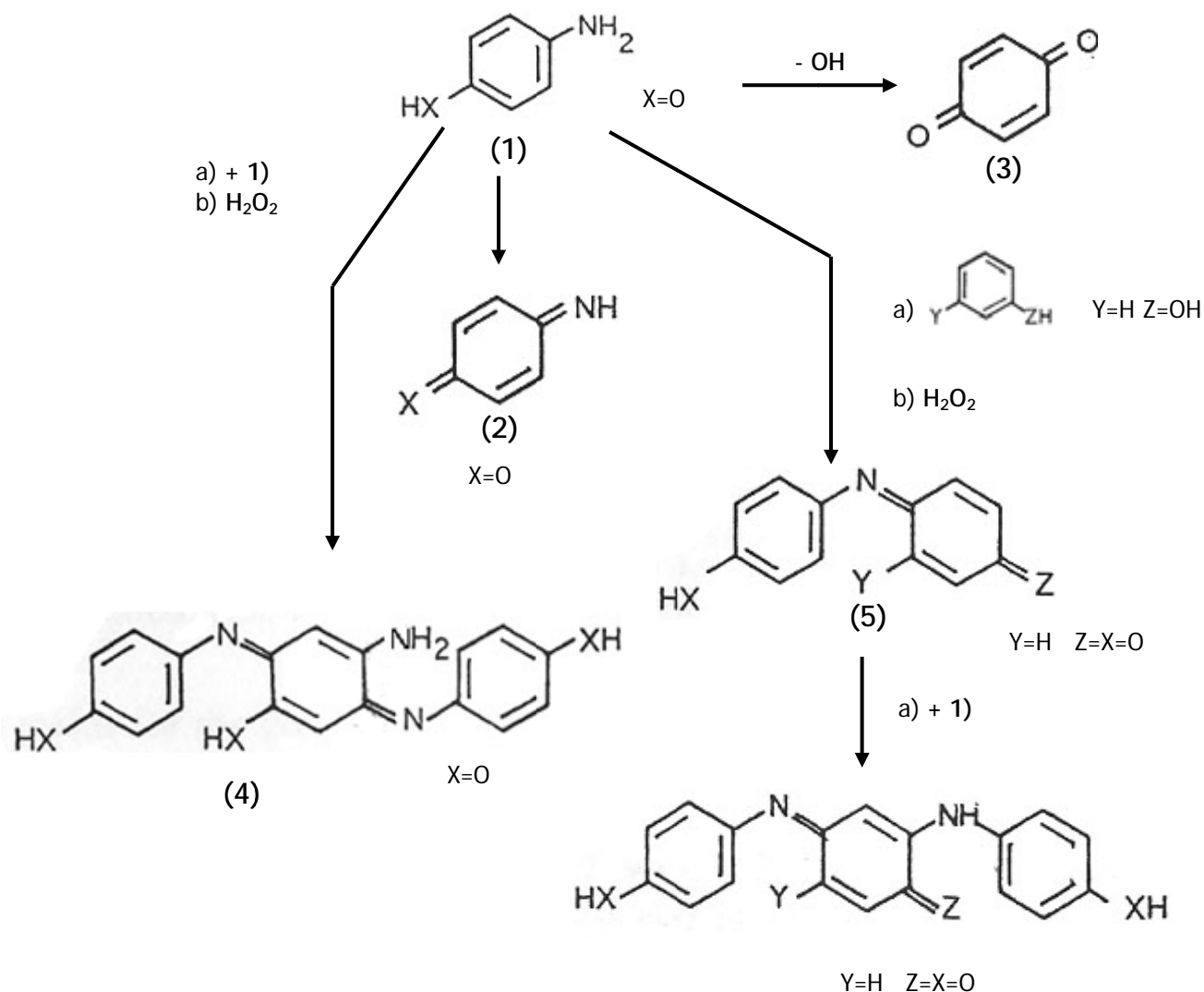


Figura 3. Reacciones químicas de los tintes de oxidación.
Fuente: (Bonadeo, 1988).

12.12.2: La importancia de los cromóforos y auxocromos en los tintes de oxidación.

El color de los tintes, está condicionado a la presencia de grupos funcionales llamados **cromóforos** (*chromos= color, foros=portador*), los cuales se encuentran unidos al grupo bencénico del colorante. Estos grupos funcionales son los encargados de determinar el color que se observará, si se cambia el grupo funcional por otro, el resultado sería otro color u otro tono. Si lo que se cambiará fuera el grupo funcional se obtendría un color distinto. Si se aumenta la

complejidad de la molécula, es decir la cantidad de grupos cromóforos, el color que se obtendría sería más oscuro.

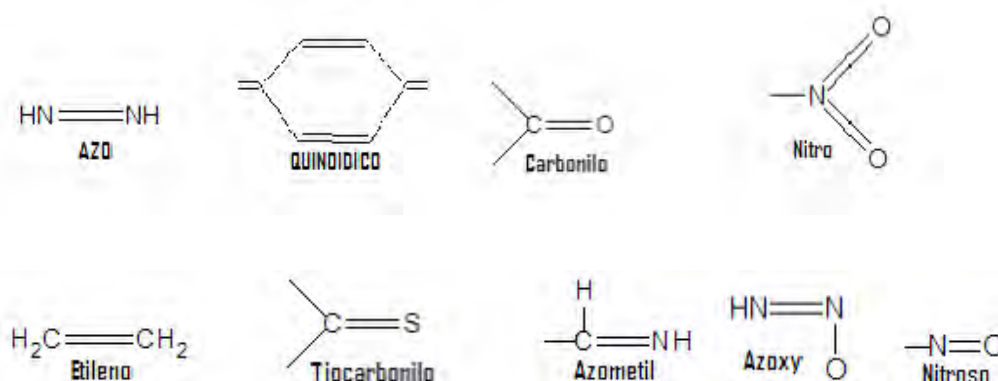


Figura 4. Principales cromóforos. **Fuente:** (Christine, 2003)

Además de los grupos cromóforos las moléculas de colorantes poseen otros grupos denominados **auxocromos** (*auxo=augmentar, cromo=color*), éstos se caracterizan porque por sí solos no son capaces de impartir color, sin embargo, cuando se encuentran en conjugación con un cromóforo, aumentan la intensidad del color.

Tabla 1. Principales Auxóchromos

Ácidos	Básicos
OH (fenólico)	NH ₂ (amino)
SO ₂ (Sulfónico)	NH-R (amino)
COOH (Carboxílo)	NR ₂ (amino)

Fuente: (Christine, 2003).

Como se ha mencionado las reacciones de oxidación son indispensables para el desarrollo de color en el caso de los tintes de oxidación, si estas reacciones son bloqueadas no se obtendrá tinción alguna, un ejemplo de como pueden quedar inhibidas, estas reacciones, ocurre cuando los grupos **auxocromos** de los intermediarios, quedan bloqueados. En el caso del sulfato de *p-fenilendiamina* los grupos amino son bloqueados por el radical sulfato, esto trae como consecuencia la pérdida del carácter auxocromo, el cual retorna por adición de amoníaco, que restablece los grupos amínicos.

12.12.3 Base de Bandrowski

Se ha llevado a cabo una gran discusión acerca de la estructura química y la importancia de la base de Bandrowski para la tinción oxidativa; estudios recientes, proponen que dicha base es probablemente, el producto final de una reacción lateral indeseable en la tinción oxidativa del cabello, más no se trata del principal colorante del cabello teñido con p-fenilendiamina. Esta conclusión fue confirmada al mostrar que los acopladores modernos son mucho más reactivos al ion diimina que la p-fenilendiamina, por lo que no hay formación de cantidades significativas de la base de Bandrowski, es decir la p-fenilendiamina es capaz de oxidarse hasta obtener como producto la base de Bandrowski, esto en ausencia de fenoles; la p-fenilendiamina en presencia de resorcinol, reacciona para formar poliindofenoles y no bases de Bandrowski. (Robbins C. , 2002).

La p-fenilendiamina difunde dentro de las fibras capilares y se oxida a diimina en presencia de agentes oxidantes (como el peróxido de hidrógeno), la cual posteriormente se condensa con otra molécula de p-fenilendiamina, lo cual da como resultado la formación de la base de Bandrowski, la cual posee un tinte indólico marrón-negro. Cabe mencionar que este es un posible mecanismo de formación, pero aun no está del todo claro.

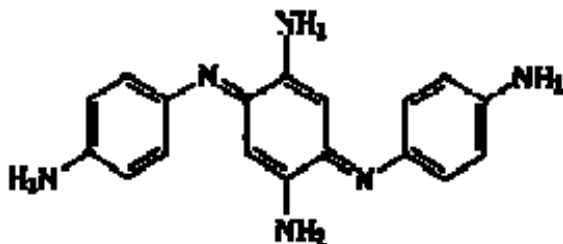


Figura 5. Estructura de la base de Bandrowski.
Fuente: (Blake, Hubberstey, & Quinlan, 1996)

Capítulo 13: Defectos e incompatibilidades de las tinturas cosméticas.

Los cosméticos colorantes de los cabellos pueden presentar imperfecciones, por particulares incompatibilidades químicas o por presentarse físicamente imperfectos. Por ejemplo: en los productos líquidos es posible observar precipitados o floculaciones y las emulsiones pueden tender a la ruptura. Pero los defectos y las incompatibilidades mayores se manifiestan después de su aplicación, ya que están relacionadas con su estabilidad ambiental, así como con el sustrato que se pone en contacto, además del valor estético y la toxicidad. Un buen tinte debe conferir a la cabellera una coloración estable a los agentes atmosféricos, principalmente al aire, sol y al agua marina.

El cabello teñido con un tinte persistente deberá tener un aspecto lo más parecido al natural, además de permanecer liso y brillante. Los cabellos teñidos, vistos al microscopio, presentan un tallo deteriorado y opaco; la opacidad se presenta con frecuencia cuando el colorante recubre únicamente el cabello sin penetrar en la estructura queratínica o combinarse con ella; es por tanto, un defecto de las tinturas metálicas y también de los tintes de oxidación mal preparados y aplicados.

En el proceso de teñido, comúnmente existe un cierto grado de hidrólisis de la queratina, lo cual favorece la aparición de las funciones químicas polares y producen, modificaciones físicas que permiten a los colores fijarse al sustrato. Tales modificaciones están controladas con el fin de no dañar el cabello y que no sean demasiado activas. Los tratamientos hidrolizantes y oxidantes como la ondulación permanente, desnaturalizan la queratina capilar, debido a que rompen los enlaces disulfuro transversales y atacan otras agrupaciones moleculares, de modo que el tinte se puede fijar de manera opuesta a la normal.

Indicios de metales pesados sobre los cabellos pueden reaccionar con los colorantes de oxidación, produciendo efectos perjudiciales sobre la tonalidad de los colores y dañar profundamente el cabello catalizando la descomposición de los oxidantes.

Con las modificaciones hidrolíticas se manifiestan un grado de penetración diferente de los colorantes, que depende también en su peso molecular. En condiciones normales de hidrólisis, los colores de oxidación de peso molecular pequeño, como la p-fenilendiamina y la resorcina, penetran más fácilmente; por el contrario, cuando el peso molecular aumenta, la rapidez de difusión en el sustrato queratínico y la eficacia colorante tiende a cero. Se ha demostrado, además, que con el aumento de la posibilidad de penetración se acentúa también la toxicidad.

Un buen tinte continuo o progresivo poseerá un grado de toxicidad menor tanto sobre el cabello como sobre el cuero cabelludo; además no deberá tener propiedades irritantes primarias o notables propiedades sensibilizantes. Sin embargo, no es siempre posible evitar que excepcionalmente puedan ser tóxicos.

Los tintes metálicos quitan el brillo y la suavidad a los cabellos y son de difícil aplicación. Tienen poder tóxico normalmente elevado y tiñen las uñas (especialmente los tintes a base de nitrato de plata). Este último efecto lo poseen también algunos colorantes vegetales como la henna y sus derivados.

Los tintes sintéticos de oxidación tienen una toxicidad proporcional al poder de penetración, para que esta disminuya, se evita el empleo de algunos productos potencialmente peligrosos y se busca obtener fórmulas bien equilibradas. En ocasiones los tintes sintéticos pueden producir sobre el cabello enrojecimiento, esto debido a la formación de *eurodina*. Otro inconveniente de este tipo de tintes es que durante su aplicación no es fácil prever la tonalidad que se puede obtener después del aclarado, por lo que requieren una gran pericia por parte de quien lo aplica, sobre todo cuando se trata de mezclas. Los cabellos sometidos a estos tintes toman una tonalidad más oscura que el tinte de origen y continúan oscureciendo después de un cierto tiempo de la aplicación (Bonadeo, 1988).

Conclusiones

La tinción capilar es un complejo proceso donde no solo intervienen la química como tal sino que además, se une con la teoría del color y diversos factores idiosincráticos y genéticos, los cuales no son muy sencillos de evadir, de hecho justo estos son los principales responsables de la tendencias actuales en cuanto al cuidado capilar y personal. El propósito de esta interacción multidisciplinaria es obtener un color capilar estético, natural y en la mayoría de las ocasiones lo más duradero posible.

El objetivo actual de la industria cosmética no es solo el obtener los mejores resultados estéticos, sino además el tener los mejores ingredientes, los cuales no solo resulten menos tóxicos para los consumidores y profesionales del cabello sino para el medio ambiente en sí. Aunque el aspecto toxicológico como tal, no fue tópico de interés durante este trabajo, no son desconocidas las diversas investigaciones internacionales cuyo objetivo es el mejoramiento de ingredientes, un ejemplo de esto es lo que ocurre recientemente en la Unión Europea y Brasil, donde ya se comenzaron a comercializar tintes en cuya formulación fue sustituida la *para*-fenildiamina.

Glosario de términos.

Astringente	Sustancia que al aplicar tópicamente, retrae los tejidos y pueden producir una acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica.
Capa Espinosa	Capa que se encuentra a continuación de la capa basal. Posee células repletas de sustancias nutritivas y tienen un importante papel biológico.
Capa Granulosa	En este estrato mueren las células originadas en el estrato basal: el citoplasma de estas células sufre alteraciones y su núcleo se atrofia para desaparecer en la capa más superficial del propio estrato granuloso. En el citoplasma de estas células aparecen unos gránulos de una sustancia llamada queratina.
Carabinas moleculares	Son una serie de proteínas que contribuyen al plegamiento. Las carabinas moleculares se unen a la proteína naciente para evitar plegamientos incorrectos e interacciones con otras proteínas del medio intracelular. Existen diferentes tipos de carabinas moleculares, pero básicamente se pueden clasificar en dos grupos: Chaperonas: se encargan de estabilizar a aquellas proteínas que no están plegadas, impidiendo así su degradación. Chaperoninas: facilitan el plegamiento de las cadenas polipeptídicas.
Cataplasma	Pasta de componentes muy variables que se aplican en un punto determinado del cuerpo. Se utilizan sobre todo harinas, pulpas u hojas de plantas reducidas a polvo, añadiendo a veces productos aromáticos como el alcanfor. Las cataplasmas calientes ablandan la piel y abren los poros, facilitando la absorción de los principios activos incorporados.
Cinótrico	Tallo delgado, elíptico y con frecuencia curvo, con un grosor medio. Se ve con mayor frecuencia en el pelo de los caucásicos.
Cresta neural	Componente del ectodermo, es un grupo de células situadas entre el tubo neural y la epidermis del embrión. Posee una gran importancia puesto que sus células se diferencian en neuronas y glía del sistema nervioso periférico, esqueleto y músculo liso, condrocitos, osteocitos, melanocitos, células cromafines y células de sostén de células endocrinas en algunos órganos.
Daño actínico	Daño irreversible, responsable a la larga del envejecimiento cutáneo y del cáncer de piel. Este se produce debido a la absorción de parte de la energía solar, dicha absorción es a nivel de ADN y otras proteínas de la piel.
DHI	Ayuda a la formación de oximelanina.

DHICA	Ayuda a la formación de eumelanina.
Dineína	Proteína motora de los microtúbulos, es la responsable del movimiento retrógrado (dirigido hacia atrás).
Dirección céfalocaudal	Va de la cabeza y avanza en dirección a los pies.
Ectodermo	Capa celular primaria más externa del embrión, la cual da lugar al sistema nervioso, órganos especiales de los sentidos como los ojos y oídos, la epidermis y derivados epidérmicos como las uñas y pelo, y a las mucosas de la boca y el ano.
Eje cráneocaudal	Sentido descendente respecto al cuerpo.
Eje dorsoventral	Definido por los extremos o regiones dorsal y ventral.
Emoliente	Produce una película oclusiva o semioclusiva sobre la piel que impide la evaporación del agua y, por tanto, que aumenta hidratación de la epidermis.
Emuntorio	Cualquier órgano o conducto orgánico que excreta sustancias nocivas.
Escleroproteína	Proteínas simples de estructura fibrosa, son de origen animal, este tipo de proteínas constituyen los tejidos de sostén del organismo de los vertebrados. Algunas escleroproteínas son la elastina, el colágeno y las queratinas.
Estrato germinativo	También conocido como estrato basal, es la capa de la epidermis más profunda, la cual se asienta sobre la dermis. A partir de esta capa germinan constantemente células nuevas, por lo que las células de esta capa muestran una intensa actividad de división celular, la cual se realiza por medio de la mitosis.
Gránulos queratohialinos	Gránulos generados a partir de un material proteico que contiene abundantes aminoácidos ricos en azufre, como la cisteína; estos gránulos se encuentran en los queratinocitos granulados.
Hiperqueratosis	Engrosamiento de la piel, el cual se debe a una acumulación excesiva de queratina en las capas externas de la piel.
Hirsutas	Mujeres que padecen hirsutismo.
Hirsutismo	Crecimiento excesivo del vello, especialmente en mujeres.
Humectante	Sustancia capaz de unir y retener moléculas de agua en la piel, manteniéndola de esta manera elástica y suave.

Husos	Objetos fusiformes, se aplica en especial a las vesículas aéreas minúsculas en un tallo piloso. Delicados espacios aéreos que aparecen entre las células de la corteza a medida que el pelo crece y que se deben a la desecación del líquido que rellena los espacios en la porción viva de la raíz pilosa.
Leptomeninges	Dos de las tres capas que cubren al SNC.
Liendres	Así se le conoce a los huevos de los piojos de la cabeza, los cuales la mayoría de las veces se confunden con caspa, en su forma o color son parecidos, pero a diferencia de esta están firmemente adheridas a la raíz del pelo. Las liendres requieren una semana para convertirse en piojos.
Lisótrico	Tallo grueso redondeado, hace que el pelo sea liso. Normalmente se ve en asiáticos.
Mesénquimia	Tejido del tipo conjuntivo laxo que conforma al organismo embrionario. La mesénquima por medio de la diferenciación tisular, dará lugar a vasos sanguíneos y órganos cardiovasculares, músculo liso, mesotelio, sistema linfático y tejido conectivo propiamente dicho.
MSH	Miembro de la familia de las melanocortinas. Potente estimulador de los mecanismos de protección a los efectos dañinos de la radiación UV. Incrementa la actividad tirosinasa de los melanocitos y por ende motiva la síntesis de la melanina estimulando además la dendricidad de los melanocitos, acción muy importante para la transferencia de la melanina a los queratinocitos otorgando una pigmentación protectora a la piel. Además promueve la acción de las enzimas reparadoras del ADN y reduce el daño en el ADN inducido por la radiación solar.
Mucílago	Sustancia vegetal viscosa, semejante a la goma que se encuentra en las raíces de malva y en las semillas de lino, membrillo, liquen, etc. Solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles con el fin de aumentar la viscosidad.
Narinas	Aberturas de la nariz, desde el punto en que se bifurcan hasta el exterior.
Ostium follicular	Apertura exterior del folículo piloso
Peletería	Industria dedicada a la elaboración de indumentaria a partir de cuero y piel animal.

Proteína fibrosa	Proteínas estáticas, cuya función principal es la de proporcionar soporte mecánico a las células y los organismos, suelen ser insolubles y están formadas por una unidad repetitiva simple que se ensambla para formar fibras. Entre las proteínas fibrosas podemos encontrar la <i>alfa-queratina</i> , componente principal del pelo y las uñas; el <i>colágeno</i> , presente en la piel, los tendones, huesos y dientes.
Queratinización triquelema	Se produce cuando el proceso de queratinización se lleva a cabo sin la formación de capa celular granular. Dicho proceso se realiza en la VEE y en el córtex piloso. Este proceso de queratinización no origina gránulos blandos sino queratina dura.
Quinesina	Proteína motora de los microtubulos responsable del movimiento anterógrado (dirigido hacia adelante).
Reniforme	Con forma de riñón
Ruibarbo	Planta originaria de China y Ucrania, la cual posee antroquinonas y antranólicas, pectina y resina.
Síndrome de Hermansky-Pudlak HPS	Tipo de albinismo que incluye síntomas relacionados con la sangre y los pulmones, puede incluir enfermedades inflamatorias de los intestinos o riñones
Tegumento	Revestimiento epitelial que cubre las superficies externas del organismo, separándolo y protegiéndolo del medio externo. El tegumento de los vertebrados se denomina piel.
Tricohialina	Proteína granular íntimamente involucrada con el crecimiento de las fibras capilares, aunque aún se desconoce cómo actúa. Dicha proteína puede ser encontrada en la matriz y en la medula. La tricohialina está compuesta por citrulina.
Trofismo	Conjunto de funciones orgánicas relacionadas con la nutrición de los tejidos.
Ulótrico	Tallo aplanado, de grosor medio, ondulado, rizado, o extremadamente rizado. Se ve con mayor frecuencia en el tallo del cabello negroide.

Índice de figuras.

- Figura 1 Esquema del pelo y sus porciones..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 2 Morfogénesis folicular..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 3. a) Esquema de la unidad pilo-sebácea b) Corte histológico vertical de un pelo anágeno terminal..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 4. Folículo piloso (a) H-E 120x (b) Diagrama explicativo. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 5. Estructura y capas del folículo piloso. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 6 Ubicación de los melanocitos en la epidermis y en la fibra capilar ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 7. Diferentes estadios de los melanosomas. Fuente: (Corti)..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 8. Transporte de los melanosomas a través de las dendritas de los melanocitos. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 9 Diseño esquemático de la fibra capilar..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 10. Microscopía electrónica de un cabello sano..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 11. Microscopía electrónica de un cabello con la cutícula dañada. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 12. Las fases del ciclo capilar..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 13. Estructura del tallo piloso. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 14. Enlaces químicos presentes en el pelo..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 15. Acomodo de los puentes disulfuro en el cabello lacio y rizado. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 16. Modificación de la estructura de la queratina al estirar el cabello. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 17. Puentes disulfuro intracatenarios. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 18. Microscopía electrónica de un cabello roto y un cabello sano. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 19. Microscopías electrónicas del corte transversal de las fibras de cabello de las distintas etnias..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 20. Microscopía electrónica de barrido de fibras capilares de las distintas etnias. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 21. Ruta Bioquímica de la melanina..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 22. Vías que conducen a la formación de las eumelaninas y de las feomelaninas. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 23. Interacción de la MSH- α y la proteína ASIP con MC1R..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 24. Formación de feomelanosomas y de eumelanosomas en el melanocito. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 25. Síntesis Aditiva..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 26. Síntesis Sustractiva ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 27. Colores secundarios..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 28. Colores complementarios..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 29. Estrella de Ostwald..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 30. Composición de los colores capilares. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 31. Colores cálidos y colores fríos..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 32 Escala universal de tonos..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 33 Oxidación de los compuestos aromáticos ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 34. Formación de productos coloreados. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 35. Reacciones químicas de los tintes de oxidación. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 36. Principales cromóforos. ¡Error! Marcador no definido.

Figura 37. Estructura de la base de Bandrowski. ¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas.

Tabla 1. Elementos químicos presentes en la queratina. ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 2. Principales diferencias estructurales entre las distintas etnias. ... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 3. Algunos genes involucrados en la pigmentación capilar..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 4. Pigmentación y color dominante de los tonos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 5 Escala universal de reflejos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 6. Color dominante de los reflejos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 7. Formas de aplicación de los decolorantes ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 8. Principales Auxócromos..... ¡Error! Marcador no definido.

Bibliografía

- (2008). *Cosmetología actual Magazine. Revista Profesional de Belleza* .
- Alcalde, M. T. (Marzo del 2005). Cosmética de la raza negra. Cuidados y recomendaciones. *OFFARM. Ámbito Farmacéutico. Dermofarmacia. Vol.24. Núm.3. , 70-75.*
- Alcalde, M. T. (Julio- Agosto del 2006). Raza asiática. Cuidados Dermocosméticos de la piel y el cabello. *OFFARM. Ámbito Farmacéutico. Cosmética. Vol.25. Núm.7. , 70-74.*
- Alcalde, M. T., & Alfonso, D. P. (Septiembre 2002). Coloración del cabello (II). Color Vegetal. *Formación Permanente de Dermofarmacia, OFFARM. Vol.21. Núm.8. , 189-191.*
- Alpert, A., Milady, M. P., Altenburg, M., Bailey, D., Barnes, L., Barnes, L., y otros. (2002). *Milady's Standard Cosmetology: Cosmetology.* Thomson Delmar Learning .
- BBC Ciencia. (14 de Noviembre de 2008). *BBC Mundo.COM.* Recuperado el Diciembre de 2008, de http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_7728000/7728646.stm
- Benaiges, A. (Noviembre de 2007). *Tintes capilares. Evolución histórica y situación actual.* Recuperado el 2008, de Ámbito farmacéutico Dermofarmacia. Vol.26. Núm.10: <http://external.doyma.es/pdf/4/4v26n10a13112892pdf001.pdf>
- Blake, A., Hubberstey, P., & Quinlan, D. (Julio de 1996). *Crystal Structure Communications.* Recuperado el 2009, de <http://scripts.iucr.org/cgi-bin/paper?S0108270196003125>
- *blogmedicina.com.* (11 de Agosto de 2008). Recuperado el Noviembre de 2008, de Las canas y el estrés : <http://www.blogmedicina.com/2008/08/11/las-canas-y-el-stress/>
- Bonadeo, I. (1988). Cosmética. Ciencia y tecnología. En I. Bonadeo, *Cosmética. Ciencia y tecnología* (págs. 176-228). Madrid, España: Ed. Ciencia 3, S.A.
- *Cabellos y peinados. Cortes de pelo, cabellos y moda.* (s.f.). Recuperado el 2008, de La elasticidad del cabello: <http://www.cabellosypeinados.com/informacion2/elasticidad.htm>
- Christine, R. M. (2003). La química del color. España: Acabla.
- Commo, S., Gaillard, O., & Bernard, B. (2004). Human hair greying is linked to a specific depletion of hair follicle melanocytes affecting both the bulb and the outer root sheath. . *British journal of dermatology.* , 435-443.
- Corti, E. (s.f.). *Summa Gallicana.* Recuperado el Noviembre de 2008, de Melanocito, melanóforo y melanosoma: <http://www.summagallicana.it/Volume2/B.XXVII.5.2.htm>
- Cosmética Capilar. Higiene, fijación, coloración y tratamiento. (Febrero 2008). *Dossier Autocuidado de la Salud. OFFARM. Vol.27 Supl.1. , 48-53.*
- Cosmetics & Toiletries, Latinoamerica. (Abril - Junio 2008). Productos Étnicos: Piel y Cabello. *Cosmetics & Toiletries, Latinoamerica. Vol.7 , 8-12.*
- *Cosmetics Laboratory. com. Cosmetics advice and information.* (s.f.). Recuperado el Febrero de 2009, de <http://www.cosmeticslaboratory.com/hair-uv-protection.shtml>
- Estrade, M. N. (2002). Consejos de cosmetología. En M. N. Estrade, *Consejos de cosmetología* (pág. 118). Barcelona, España: ARS Galénica.

- Falabella Falabella, R., Victoria Chaparro, J., Berona Cabal, M. I., & Domínguez Soto, L. (2002. 6a Ed.). Fundamentos de Medicina. Dermatología. Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas.
- Ferrandiz, C. (2001). Dermatología Clínica. España: Elsevier.
- Flores, G., & Trabajo, I. S. (29 de Mayo de 2008). *Diseño gráfico y periodismo*. Recuperado el Enero de 2009, de <http://materiaidisenomotime.com/archive/2008-05>.
- Gamarra, G. R. (Enero-Abril 2006). La piel: un órgano inteligente. *Folia Dermatologica On-Line*. Vol.17. Núm.1 , 7-8.
- Haber S, R., Stough B, D., & Alam, D. M. (2007). *Hair transplantation*. España: Elsevier.
- Haber, R. S., Stough, D. B., Dover, J. S., & Alam, M. (2007b). Hair Trasplantation. España: Elsevier.
- *Historia de la Peluquería*. (Abril de 2004). Recuperado el 2008, de <http://www.cosmobelleza.com/es/home/informacion/tecnicos/news.1234.cosmox?sp=Stech>
- Invani S.L. (s.f.). *Salón Site, La web de la belleza del cabello y la piel* . Recuperado el Abril de 2008, de Estructura física del cabello: <http://www.invani.com/salonsite/estructura.html>
- Jankovic, S. M. (1998). Control of hair growth. *Dermatology online journal* .
- Jové Pedragosa, R. (s.f.). *Alteraciones del cabello*. Recuperado el Enero de 2009, de <http://www.aeped.es/protocolos/dermatologia/dos/1.pdf>
- King, R. A., Summers, C. G., Haefemeyer, J., & LeRoy, B. S. (s.f.). *Facts About Albinism*. Recuperado el Octubre de 2008, de How does melanine form?: <http://albinism.med.umn.edu/facts.htm#melanin>
- Knight, S., & Biswas, S. (2004 2ed.). Muscle, bones and skin. España: Elsevier.
- Kreuter, M. L. (2005). Jardín y huerto biológicos. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.
- Lipoquimia. (18 de Enero de 2006). *QuimiNet*. Recuperado el Octubre de 2008, de El cuidado del Caeblllo: http://www.quiminet.com.mx/ar1/ar_%2591%253BK%252F%2560%259B%259B%25F5.htm
- L'oréal Hair Science.Com. (s.f.). *Unexpected properties or hair*. Recuperado el Noviembre de 2008, de http://www.hair-science.com/_int/_en/topic/topic_sousrub.aspx?tc=ROOT-HAIR-SCIENCE%5ESO-STURDY-SO-FRAGILE%5EPROPERTIES-OF-HAIR&cur=PROPERTIES-OF-HAIR
- L'oréal México. (21 de Junio de 2004). *L'oréal México*. Recuperado el Diciembre de 2008, de Los investigadores de L'oréal aportan nuevos datos sobre la canicie del cabello: http://www.loreal.com.mx/_es/_mx/press-room/full_article.aspx?NewsID=ee1bfe9d-fcba-46e7-a6b1-3b3c442facca&r=2&sr=1&
- Martini, M.-C., & Martine, C. (1997). Dermocosmética y Estética. Cosmetología 3. Barcelona, España: Masson.
- Merck & Co. Inc. (USA). (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2008, de http://www.msd.com.pe/msdpe/patients/calvicie/elpelo/elpelo_intro.html
- Merz. (2008). *Pantogar*. Recuperado el Septiembre de 2008, de http://www.pantogar.com/es/hair_history.php
- *Micro cirugía capilar Bosley*. (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2008, de El cabello y la calvicie o alopecia: <http://www.bosleymc.com/web/cabello.htm>
- *Moderno prometeo*. (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2008, de <http://www.elmodernoprometeo.es/anatomia/ana2323.html>
- Moore, K. L., Persaud, T. V., & Martínez Alvarez, C. (2004, 7 Ed.). The Developing Human. España: Elsevier .
- Morató, V. (03 de Abril de 2009). *Espacios Caoba.Com*. Recuperado el 2009, de <http://www.espacioscaoba.com/blog/haya-europea-propiedades-fisicas-y-curativas.html>
- Moreno Arias, G. A. (2005). *Efecto de un sistema de fototricólisis, luz pulsada intensa no coherente, en el ciclo folicular de la cara: aspectos clínicos y anatomopatológicos*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona. Facultad de Medicina. Departamento de Medicina. Programa de Doctorado. Biopatología en Medicina.
- Navarrete, F. G. (Julio - Agosto de 2003). Histología de la Piel. *Revista de la Facultad de Medicina, UNAM*. Vol. 46 Núm.4. , 130-133.

- OFFARM. (Julio-Agosto 2002). Coloración de los Cabellos (I). Conceptos generales. *Formación Permanente en Dermofarmacia*, OFFARM. Vol. 21. Núm.7 , 137-139.
- OFFARM. (Marzo de 2001). *Melaninas, conceptos generales*. Recuperado el 2008, de OFFARM, Formación Permanente en Dermofarmacia: <http://external.doyma.es/pdf/4/4v20n03a10022254pdf001.pdf>
- OFFARM, F. P. (Vol. 21 Núm.8 Septiembre 2002). Coloración del cabello II. Coloración vegetal. *Farmacia Práctica* , 190-192.
- OFFARM, F. P. (Vol. 21 Núm.10 Noviembre 2002). Coloración del Cabello III. Tintes metálicos. *Farmacia Práctica* , 189 y 190.
- OFFARM, F. P. (Vol.22 Núm.11 Diciembre 2003). Coloración del Cabello VII. Coloración Permanente (1era. Parte). *OFFARM* , 167 y168.
- OFFARM, F. P. (Vol. 23 Núm.1 Enero 2004). Coloración del Cabello VII. Coloración permanente (2da.Parte). *OFFARM* , 130-132.
- Oliva, R., Ballesta, F., Oriola, J., & Joan, C. (2004, 3era. Edición). *Genética Médica*. Publicacions i Edicions.
- Oliver, M. (s.f.). *Histopatología del folículo piloso*. Recuperado el 2009, de <http://www.cilad.org/archivos/Rondon/1/Capitulo%205.pdf>
- *Pantogar*. (2008). Recuperado el Diciembre de 2008, de Todo acerca del cabello : http://www.pantogar.com/es/damaged_hair.php
- Pareja, B. (Diciembre de 2000). *Los tintes para el cabello*. Recuperado el 2008, de Dermatología Peruana Vol.11. Núm.3, Dermofarmacia: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bVrevistas/fofia/Vol11_N3_dic_2000/tinte%20para%20el%20cabello.htm
- Pelo y Estética. (2007). *Pelo y Estética*. Recuperado el Octubre de 2008, de Todo sobre el pelo: <http://www.peloyestetica.com/1pelo.htm>
- *Pigmentum. Info*. (s.f.). Recuperado el 2008, de El cabello: <http://www.pigmentum.info/index.htm>
- Quiroga, M. I., & Guillot, C. (1976). *Cosmética Dermatológica Práctica*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- *Rat behavior and biology*. (2008 de Junio de 2008). Recuperado el Noviembre de 2008, de Where do rat coat color from?: <http://www.ratbehavior.org/CoatColorMutations.htm>
- Reyes, A. M. (No. 36). *¿Cómo ves?*, UNAM. Recuperado el 2008, de La química del pelo: http://www.comoves.unam.mx/articulos/quimica_pelo/quimica_pelo.html
- Rigel, D. S., Friedman, R., Dzubow, L. M., Reintgen, D. S., Bystry, J.-C., & Marks, R. (2006). *Cancer of the skin*. España: Elsevier.
- Robbins, C. (2002b). *Chemical and physical behavior of human hair*. New York, USA: Springer.
- Robbins, C. (2002). *Chemical and physical behavior of human hair*. New York, USA: Springer.
- Simmons V, J. (2000). *Cosméticos, formulación, preparación y aplicación*. Madrid, España: Ed. A. Madrid Vicente.
- Staff, D., Luna Méndez, R., & Álvarez Baleriola, I. (2005, 30 ° Edición). *Diccionario enciclopédico ilustrado de Medicina*. Barcelona: Elsevier, Saunders.
- Stevens, A., & Lowe, J. (2006). *Human histology*. España: Elsevier.
- Talaveran Fuentes, A. B., Canales Fernández, Y., & Carrillo Troya, C. (2008f). *El Cabello. Los cambios de color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Carrillo Troya, C. (2008). *El Cabello. Cambios de Color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008b). *El Cabello. Cambios de Color*. Madrid, España: Thomson, Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008c). *El Cabello. Cambios de color*. Madrid, España: Thomson, Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008d). *El cabello. Cambios de color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.

- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008e). *El Cabello. Cambios de Color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Teji3n, J. M. (2004). *Bioquímica Estructural. Conceptos y test*. España: Tebar.
- Thomas B. Fitzpatrick, D. G. (2005). *Dermatología en medicina general*. En D. G. Thomas B. Fitzpatrick, *Dermatología en medicina general* (págs. 166-167). Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- UNESP, Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. (s.f.). *Portal UNESP*. Recuperado el Octubre de 2008, de Cosméticos, Fundamentos teóricos: <http://www.liec.iq.unesp.br/portal/pesquisa/cosmeticos/fundamentos.php>
- Urbano Champney, C. (Diciembre 1995). 50 years of hair-care development. *Cosmetics & Toiletries magazine, Carol Stream, IL, USA. Vol.110*, 85-104.
- Urdiales, J. L. (27 de Marzo de 2002). *Material complementario*. Obtenido de Estructura tridimensional de las proteínas: http://sebbm.bq.ub.es/BioROM/contenido/av_biomo/Mat3c.html
- Viglioglia, & Rubin. (2005). *Cosmiatría II*. En R. Viglioglia, *Cosmiatría II* (pág. 40). Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Viglioglia, & Rubin. (2005b). *Cosmiatría II*. En R. Vioglioglia, *Cosmiatría II* (págs. 34 -37). Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Viglioglia, & Rubin. (2005c). *Cosmiatría II*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Viglioglia, & Rubin. (2005e). *Cosmiatría II*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Villanueva, A. B. (7 de Septiembre de 2004). Por que salen las canas. *El país*.
- Wei, X. (2 de Mayo de 2006). *What is human hair ? A light and scanning electron microscopy study*. Recuperado el Enero de 2009, de Department of Mechanical Engineering, University of Rocheste.: Department of Mechanical Engineering, University of Rocheste, NY 14627
- Wilkinson, J. B., Moore, R. J., Rodríguez Navarro, M. A., & Rodríguez Devesa, D. (1990). *Harry's Cosmetology*. Barcelona, España: Ediciones díaz de Santos.
- Young, B., Paul R, W., & Health, J. W. (2000). *Wheater's histología funcional*. España: Elsevier.
- *Zona Visual*. (30 de Marzo de 2008). Recuperado el Enero de 2009, de http://zovisual.blogspot.com/2008_03_01_archive.html

Capítulo 13: Defectos e incompatibilidades de las tinturas cosméticas.

Los cosméticos colorantes de los cabellos pueden presentar imperfecciones, por particulares incompatibilidades químicas o por presentarse físicamente imperfectos. Por ejemplo: en los productos líquidos es posible observar precipitados o floculaciones y las emulsiones pueden tender a la ruptura. Pero los defectos y las incompatibilidades mayores se manifiestan después de su aplicación, ya que están relacionadas con su estabilidad ambiental, así como con el sustrato que se pone en contacto, además del valor estético y la toxicidad. Un buen tinte debe conferir a la cabellera una coloración estable a los agentes atmosféricos, principalmente al aire, sol y al agua marina.

El cabello teñido con un tinte persistente deberá tener un aspecto lo más parecido al natural, además de permanecer liso y brillante. Los cabellos teñidos, vistos al microscopio, presentan un tallo deteriorado y opaco; la opacidad se presenta con frecuencia cuando el colorante recubre únicamente el cabello sin penetrar en la estructura queratínica o combinarse con ella; es por tanto, un defecto de las tinturas metálicas y también de los tintes de oxidación mal preparados y aplicados.

En el proceso de teñido, comúnmente existe un cierto grado de hidrólisis de la queratina, lo cual favorece la aparición de las funciones químicas polares y producen, modificaciones físicas que permiten a los colores fijarse al sustrato. Tales modificaciones están controladas con el fin de no dañar el cabello y que no sean demasiado activas. Los tratamientos hidrolizantes y oxidantes como la ondulación permanente, desnaturalizan la queratina capilar, debido a que rompen los enlaces disulfuro transversales y atacan otras agrupaciones moleculares, de modo que el tinte se puede fijar de manera opuesta a la normal.

Indicios de metales pesados sobre los cabellos pueden reaccionar con los colorantes de oxidación, produciendo efectos perjudiciales sobre la tonalidad de los colores y dañar profundamente el cabello catalizando la descomposición de los oxidantes.

Con las modificaciones hidrolíticas se manifiestan un grado de penetración diferente de los colorantes, que depende también en su peso molecular. En condiciones normales de hidrólisis, los colores de oxidación de peso molecular pequeño, como la p-fenilendiamina y la resorcina, penetran más fácilmente; por el contrario, cuando el peso molecular aumenta, la rapidez de difusión en el sustrato queratínico y la eficacia colorante tiende a cero. Se ha demostrado, además, que con el aumento de la posibilidad de penetración se acentúa también la toxicidad.

Un buen tinte continuo o progresivo poseerá un grado de toxicidad menor tanto sobre el cabello como sobre el cuero cabelludo; además no deberá tener propiedades irritantes primarias o notables propiedades sensibilizantes. Sin embargo, no es siempre posible evitar que excepcionalmente puedan ser tóxicos.

Los tintes metálicos quitan el brillo y la suavidad a los cabellos y son de difícil aplicación. Tienen poder tóxico normalmente elevado y tiñen las uñas (especialmente los tintes a base de nitrato de plata). Este último efecto lo poseen también algunos colorantes vegetales como la henna y sus derivados.

Los tintes sintéticos de oxidación tienen una toxicidad proporcional al poder de penetración, para que esta disminuya, se evita el empleo de algunos productos potencialmente peligrosos y se busca obtener fórmulas bien equilibradas. En ocasiones los tintes sintéticos pueden producir sobre el cabello enrojecimiento, esto debido a la formación de *eurodina*. Otro inconveniente de este tipo de tintes es que durante su aplicación no es fácil prever la tonalidad que se puede obtener después del aclarado, por lo que requieren una gran pericia por parte de quien lo aplica, sobre todo cuando se trata de mezclas. Los cabellos sometidos a estos tintes toman una tonalidad más oscura que el tinte de origen y continúan oscureciendo después de un cierto tiempo de la aplicación (Bonadeo, 1988).

Conclusiones

La tinción capilar es un complejo proceso donde no solo intervienen la química como tal sino que además, se une con la teoría del color y diversos factores idiosincráticos y genéticos, los cuales no son muy sencillos de evadir, de hecho justo estos son los principales responsables de la tendencias actuales en cuanto al cuidado capilar y personal. El propósito de esta interacción multidisciplinaria es obtener un color capilar estético, natural y en la mayoría de las ocasiones lo más duradero posible.

El objetivo actual de la industria cosmética no es solo el obtener los mejores resultados estéticos, sino además el tener los mejores ingredientes, los cuales no solo resulten menos tóxicos para los consumidores y profesionales del cabello sino para el medio ambiente en sí. Aunque el aspecto toxicológico como tal, no fue tópico de interés durante este trabajo, no son desconocidas las diversas investigaciones internacionales cuyo objetivo es el mejoramiento de ingredientes, un ejemplo de esto es lo que ocurre recientemente en la Unión Europea y Brasil, donde ya se comenzaron a comercializar tintes en cuya formulación fue sustituida la *para*-fenildiamina.

Glosario de términos.

Astringente	Sustancia que al aplicar tópicamente, retrae los tejidos y pueden producir una acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica.
Capa Espinosa	Capa que se encuentra a continuación de la capa basal. Posee células repletas de sustancias nutritivas y tienen un importante papel biológico.
Capa Granulosa	En este estrato mueren las células originadas en el estrato basal: el citoplasma de estas células sufre alteraciones y su núcleo se atrofia para desaparecer en la capa más superficial del propio estrato granuloso. En el citoplasma de estas células aparecen unos gránulos de una sustancia llamada queratina.
Carabinas moleculares	Son una serie de proteínas que contribuyen al plegamiento. Las carabinas moleculares se unen a la proteína naciente para evitar plegamientos incorrectos e interacciones con otras proteínas del medio intracelular. Existen diferentes tipos de carabinas moleculares, pero básicamente se pueden clasificar en dos grupos: Chaperonas: se encargan de estabilizar a aquellas proteínas que no están plegadas, impidiendo así su degradación. Chaperoninas: facilitan el plegamiento de las cadenas polipeptídicas.
Cataplasma	Pasta de componentes muy variables que se aplican en un punto determinado del cuerpo. Se utilizan sobre todo harinas, pulpas u hojas de plantas reducidas a polvo, añadiendo a veces productos aromáticos como el alcanfor. Las cataplasmas calientes ablandan la piel y abren los poros, facilitando la absorción de los principios activos incorporados.
Cinótrico	Tallo delgado, elíptico y con frecuencia curvo, con un grosor medio. Se ve con mayor frecuencia en el pelo de los caucásicos.
Cresta neural	Componente del ectodermo, es un grupo de células situadas entre el tubo neural y la epidermis del embrión. Posee una gran importancia puesto que sus células se diferencian en neuronas y glía del sistema nervioso periférico, esqueleto y músculo liso, condrocitos, osteocitos, melanocitos, células cromafines y células de sostén de células endocrinas en algunos órganos.
Daño actínico	Daño irreversible, responsable a la larga del envejecimiento cutáneo y del cáncer de piel. Este se produce debido a la absorción de parte de la energía solar, dicha absorción es a nivel de ADN y otras proteínas de la piel.
DHI	Ayuda a la formación de oximelanina.

DHICA	Ayuda a la formación de eumelanina.
Dineína	Proteína motora de los microtúbulos, es la responsable del movimiento retrógrado (dirigido hacia atrás).
Dirección céfalocaudal	Va de la cabeza y avanza en dirección a los pies.
Ectodermo	Capa celular primaria más externa del embrión, la cual da lugar al sistema nervioso, órganos especiales de los sentidos como los ojos y oídos, la epidermis y derivados epidérmicos como las uñas y pelo, y a las mucosas de la boca y el ano.
Eje cráneo-caudal	Sentido descendente respecto al cuerpo.
Eje dorsoventral	Definido por los extremos o regiones dorsal y ventral.
Emoliente	Produce una película oclusiva o semioclusiva sobre la piel que impide la evaporación del agua y, por tanto, que aumenta hidratación de la epidermis.
Emuntorio	Cualquier órgano o conducto orgánico que excreta sustancias nocivas.
Escleroproteína	Proteínas simples de estructura fibrosa, son de origen animal, este tipo de proteínas constituyen los tejidos de sostén del organismo de los vertebrados. Algunas escleroproteínas son la elastina, el colágeno y las queratinas.
Estrato germinativo	También conocido como estrato basal, es la capa de la epidermis más profunda, la cual se asienta sobre la dermis. A partir de esta capa germinan constantemente células nuevas, por lo que las células de esta capa muestran una intensa actividad de división celular, la cual se realiza por medio de la mitosis.
Gránulos queratohialinos	Gránulos generados a partir de un material proteico que contiene abundantes aminoácidos ricos en azufre, como la cisteína; estos gránulos se encuentran en los queratinocitos granulados.
Hiperqueratosis	Engrosamiento de la piel, el cual se debe a una acumulación excesiva de queratina en las capas externas de la piel.
Hirsutas	Mujeres que padecen hirsutismo.
Hirsutismo	Crecimiento excesivo del vello, especialmente en mujeres.
Humectante	Sustancia capaz de unir y retener moléculas de agua en la piel, manteniéndola de esta manera elástica y suave.

Husos	Objetos fusiformes, se aplica en especial a las vesículas aéreas minúsculas en un tallo piloso. Delicados espacios aéreos que aparecen entre las células de la corteza a medida que el pelo crece y que se deben a la desecación del líquido que rellena los espacios en la porción viva de la raíz pilosa.
Leptomeninges	Dos de las tres capas que cubren al SNC.
Liendres	Así se le conoce a los huevos de los piojos de la cabeza, los cuales la mayoría de las veces se confunden con caspa, en su forma o color son parecidos, pero a diferencia de esta están firmemente adheridas a la raíz del pelo. Las liendres requieren una semana para convertirse en piojos.
Lisótrico	Tallo grueso redondeado, hace que el pelo sea liso. Normalmente se ve en asiáticos.
Mesénquimia	Tejido del tipo conjuntivo laxo que conforma al organismo embrionario. La mesénquima por medio de la diferenciación tisular, dará lugar a vasos sanguíneos y órganos cardiovasculares, músculo liso, mesotelio, sistema linfático y tejido conectivo propiamente dicho.
MSH	Miembro de la familia de las melanocortinas. Potente estimulador de los mecanismos de protección a los efectos dañinos de la radiación UV. Incrementa la actividad tirosinasa de los melanocitos y por ende motiva la síntesis de la melanina estimulando además la dendricidad de los melanocitos, acción muy importante para la transferencia de la melanina a los queratinocitos otorgando una pigmentación protectora a la piel. Además promueve la acción de las enzimas reparadoras del ADN y reduce el daño en el ADN inducido por la radiación solar.
Mucílago	Sustancia vegetal viscosa, semejante a la goma que se encuentra en las raíces de malva y en las semillas de lino, membrillo, liquen, etc. Solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles con el fin de aumentar la viscosidad.
Narinas	Aberturas de la nariz, desde el punto en que se bifurcan hasta el exterior.
Ostium folicular	Apertura exterior del folículo piloso
Peletería	Industria dedicada a la elaboración de indumentaria a partir de cuero y piel animal.

Proteína fibrosa	Proteínas estáticas, cuya función principal es la de proporcionar soporte mecánico a las células y los organismos, suelen ser insolubles y están formadas por una unidad repetitiva simple que se ensambla para formar fibras. Entre las proteínas fibrosas podemos encontrar la <i>alfa-queratina</i> , componente principal del pelo y las uñas; el <i>colágeno</i> , presente en la piel, los tendones, huesos y dientes.
Queratinización triquelemal	Se produce cuando el proceso de queratinización se lleva a cabo sin la formación de capa celular granular. Dicho proceso se realiza en la VEE y en el córtex piloso. Este proceso de queratinización no origina gránulos blandos sino queratina dura.
Quinesina	Proteína motora de los microtubulos responsable del movimiento anterógrado (dirigido hacia adelante).
Reniforme	Con forma de riñón
Ruibarbo	Planta originaria de China y Ucrania, la cual posee antroquinonas y antranólicas, pectina y resina.
Síndrome de Hermansky-Pudlak HPS	Tipo de albinismo que incluye síntomas relacionados con la sangre y los pulmones, puede incluir enfermedades inflamatorias de los intestinos o riñones
Tegumento	Revestimiento epitelial que cubre las superficies externas del organismo, separándolo y protegiéndolo del medio externo. El tegumento de los vertebrados se denomina piel.
Tricohialina	Proteína granular íntimamente involucrada con el crecimiento de las fibras capilares, aunque aún se desconoce cómo actúa. Dicha proteína puede ser encontrada en la matriz y en la medula. La tricohialina está compuesta por citrulina.
Trofismo	Conjunto de funciones orgánicas relacionadas con la nutrición de los tejidos.
Ulótrico	Tallo aplanado, de grosor medio, ondulado, rizado, o extremadamente rizado. Se ve con mayor frecuencia en el tallo del cabello negroide.

Índice de figuras.

- Figura 1 Esquema del pelo y sus porciones..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 2 Morfogénesis folicular..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 3. a) Esquema de la unidad pilo-sebácea b) Corte histológico vertical de un pelo anágeno terminal..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 4. Folículo piloso (a) H-E 120x (b) Diagrama explicativo. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 5. Estructura y capas del folículo piloso. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 6 Ubicación de los melanocitos en la epidermis y en la fibra capilar ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 7. Diferentes estadios de los melanosomas. Fuente: (Corti)..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 8. Transporte de los melanosomas a través de las dendritas de los melanocitos. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 9 Diseño esquemático de la fibra capilar..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 10. Microscopía electrónica de un cabello sano..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 11. Microscopía electrónica de un cabello con la cutícula dañada. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 12. Las fases del ciclo capilar..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 13. Estructura del tallo piloso. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 14. Enlaces químicos presentes en el pelo..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 15. Acomodo de los puentes disulfuro en el cabello lacio y rizado. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 16. Modificación de la estructura de la queratina al estirar el cabello. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 17. Puentes disulfuro intracatenarios. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 18. Microscopía electrónica de un cabello roto y un cabello sano. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 19. Microscopías electrónicas del corte transversal de las fibras de cabello de las distintas etnias..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 20. Microscopía electrónica de barrido de fibras capilares de las distintas etnias. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 21. Ruta Bioquímica de la melanina..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 22. Vías que conducen a la formación de las eumelaninas y de las feomelaninas. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 23. Interacción de la MSH- α y la proteína ASIP con MC1R..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 24. Formación de feomelanosomas y de eumelanosomas en el melanocito. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 25. Síntesis Aditiva..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 26. Síntesis Sustractiva ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 27. Colores secundarios..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 28. Colores complementarios..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 29. Estrella de Ostwald..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 30. Composición de los colores capilares. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 31. Colores cálidos y colores fríos..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 32 Escala universal de tonos..... ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 33 Oxidación de los compuestos aromáticos ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 34. Formación de productos coloreados. ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 35. Reacciones químicas de los tintes de oxidación. . ¡Error! Marcador no definido.
- Figura 36. Principales cromóforos. ¡Error! Marcador no definido.

Figura 37. Estructura de la base de Bandrowski. ¡Error! Marcador no definido.

Índice de tablas.

Tabla 1. Elementos químicos presentes en la queratina. ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 2. Principales diferencias estructurales entre las distintas etnias. ... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 3. Algunos genes involucrados en la pigmentación capilar..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 4. Pigmentación y color dominante de los tonos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 5 Escala universal de reflejos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 6. Color dominante de los reflejos..... ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 7. Formas de aplicación de los decolorantes ¡Error! Marcador no definido.

Tabla 8. Principales Auxócromos..... ¡Error! Marcador no definido.

Bibliografía

- (2008). *Cosmetología actual Magazine. Revista Profesional de Belleza* .
- Alcalde, M. T. (Marzo del 2005). Cosmética de la raza negra. Cuidados y recomendaciones. *OFFARM. Ámbito Farmacéutico. Dermofarmacia. Vol.24. Núm.3.* , 70-75.
- Alcalde, M. T. (Julio- Agosto del 2006). Raza asiática. Cuidados Dermocosméticos de la piel y el cabello. *OFFARM. Ámbito Farmacéutico. Cosmética. Vol.25. Núm.7.* , 70-74.
- Alcalde, M. T., & Alfonso, D. P. (Septiembre 2002). Colaración del cabello (II). Color Vegetal. *Formación Permanente de Dermofarmacia, OFFARM. Vol.21. Núm.8.* , 189-191.
- Alpert, A., Milady, M. P., Altenburg, M., Bailey, D., Barnes, L., Barnes, L., y otros. (2002). *Milady's Standard Cosmetology: Cosmetology.* Thomson Delmar Learning .
- BBC Ciencia. (14 de Noviembre de 2008). *BBC Mundo.COM.* Recuperado el Diciembre de 2008, de http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_7728000/7728646.stm
- Benaiges, A. (Noviembre de 2007). *Tintes capilares. Evolución histórica y situación actual.* Recuperado el 2008, de *Ámbito farmacéutico Dermofarmacia. Vol.26. Núm.10:* <http://external.doyma.es/pdf/4/4v26n10a13112892pdf001.pdf>
- Blake, A., Hubberstey, P., & Quinlan, D. (Julio de 1996). *Crystal Structure Communications.* Recuperado el 2009, de <http://scripts.iucr.org/cgi-bin/paper?S0108270196003125>
- *blogmedicina.com.* (11 de Agosto de 2008). Recuperado el Noviembre de 2008, de Las canas y el estrés : <http://www.blogmedicina.com/2008/08/11/las-canas-y-el-stress/>
- Bonadeo, I. (1988). Cosmética. Ciencia y tecnología. En I. Bonadeo, *Cosmética. Ciencia y tecnología* (págs. 176-228). Madrid, España: Ed. Ciencia 3, S.A.
- *Cabellos y peinados. Cortes de pelo, cabellos y moda.* (s.f.). Recuperado el 2008, de La elasticidad del cabello: <http://www.cabellosypeinados.com/informacion2/elasticidad.htm>
- Christine, R. M. (2003). La química del color. España: Acabla.
- Commo, S., Gaillard, O., & Bernard, B. (2004). Human hair greying is linked to a specific depletion of hair follicle melanocytes affecting both the bulb and the outer root sheath. . *British journal of dermatology.* , 435-443.
- Corti, E. (s.f.). *Summa Gallicana.* Recuperado el Noviembre de 2008, de Melanocito, melanóforo y melanosoma: <http://www.summagallicana.it/Volume2/B.XXVII.5.2.htm>
- Cosmética Capilar. Higiene, fijación, coloración y tratamiento. (Febrero 2008). *Dossier Autocuidado de la Salud. OFFARM. Vol.27 Supl.1.* , 48-53.
- Cosmetics & Toiletries, Latinoamerica. (Abril - Junio 2008). Productos Étnicos: Piel y Cabello. *Cosmetics & Toiletries, Latinoamerica. Vol.7* , 8-12.
- *Cosmetics Laboratory. com. Cosmetics advice and information.* (s.f.). Recuperado el Febrero de 2009, de <http://www.cosmeticslaboratory.com/hair-uv-protection.shtml>
- Estrade, M. N. (2002). Consejos de cosmetología. En M. N. Estrade, *Consejos de cosmetología* (pág. 118). Barcelona, España: ARS Galénica.
- Falabella Falabella, R., Victoria Chaparro, J., Berona Cabal, M. I., & Domínguez Soto, L. (2002. 6a Ed.). *Fundamentos de Medicina. Dermatología.* Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas.
- Ferrandiz, C. (2001). *Dermatología Clínica.* España: Elsevier.
- Flores, G., & Trabajo, I. S. (29 de Mayo de 2008). *Diseño gráfico y periodismo.* Recuperado el Enero de 2009, de <http://materiaidisenomotime.com/archive/2008-05>.
- Gamarra, G. R. (Enero-Abril 2006). La piel: un órgano inteligente. *Folia Dermatologica On-Line. Vol.17. Núm.1* , 7-8.
- Haber S, R., Stough B, D., & Alam, D. M. (2007). *Hair transplantation.* España: Elsevier.
- Haber, R. S., Stough, D. B., Dover, J. S., & Alam, M. (2007b). *Hair Trasplantation.* España: Elsevier.
- *Historia de la Peluquería.* (Abril de 2004). Recuperado el 2008, de <http://www.cosmobelleza.com/es/home/informacion/tecnicos/news.1234.cosmox?sp=Stech>
- Invani S.L. (s.f.). *Salón Site, La web de la belleza del cabello y la piel.* Recuperado el Abril de 2008, de Estructura física del cabello: <http://www.invani.com/salonsite/estructura.html>

- Jankovic, S. M. (1998). Control of hair growth. *Dermatology online journal* .
- Jové Pedragosa, R. (s.f.). *Alteraciones del cabello*. Recuperado el Enero de 2009, de <http://www.aeped.es/protocolos/dermatologia/dos/1.pdf>
- King, R. A., Summers, C. G., Haefemeyer, J., & LeRoy, B. S. (s.f.). *Facts About Albinism*. Recuperado el Octubre de 2008, de How does melanine form?: <http://albinism.med.umn.edu/facts.htm#melanin>
- Knight, S., & Biswas, S. (2004 2ed.). *Muscle, bones and skin*. España: Elsevier.
- Kreuter, M. L. (2005). *Jardín y huerto biológicos*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.
- Lipoquimia. (18 de Enero de 2006). *QuimiNet*. Recuperado el Octubre de 2008, de El cuidado del Caeblllo: http://www.quiminet.com.mx/ar1/ar_%2591%253BK%252F%2560%259B%259B%25F5.htm
- L'oréal Hair Science.Com. (s.f.). *Unexpected properties or hair*. Recuperado el Noviembre de 2008, de http://www.hair-science.com/_int/_en/topic/topic_sousrub.aspx?tc=ROOT-HAIR-SCIENCE%5ESO-STURDY-SO-FRAGILE%5EPROPERTIES-OF-HAIR&cur=PROPERTIES-OF-HAIR
- L'oréal México. (21 de Junio de 2004). *L'oréal México*. Recuperado el Diciembre de 2008, de Los investigadores de L'oréal aportan nuevos datos sobre la canicie del cabello: http://www.loreal.com.mx/_es/_mx/press-room/full_article.aspx?NewsID=ee1bfe9d-fcba-46e7-a6b1-3b3c442facca&r=2&sr=1&
- Martini, M.-C., & Martine, C. (1997). *Dermocosmética y Estética*. Cosmetología 3. Barcelona, España: Masson.
- Merck & Co. Inc. (USA). (s.f.). Recuperado el Diciembre de 2008, de http://www.msd.com.pe/msdpe/patients/calvicie/elpele/elpele_intro.html
- Merz. (2008). *Pantogar*. Recuperado el Septiembre de 2008, de http://www.pantogar.com/es/hair_history.php
- *Micro cirugía capilar Bosley*. (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2008, de El cabello y la calvicie o alopecia: <http://www.bosleymc.com/web/cabello.htm>
- *Moderno prometeo*. (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2008, de <http://www.elmodernoprometeo.es/anatomia/ana2323.html>
- Moore, K. L., Persaud, T. V., & Martínez Alvarez, C. (2004, 7 Ed.). *The Developing Human*. España: Elsevier .
- Morató, V. (03 de Abril de 2009). *Espacios Caoba.Com*. Recuperado el 2009, de <http://www.espacioscaoba.com/blog/haya-europea-propiedades-fisicas-y-curativas.html>
- Moreno Arias, G. A. (2005). *Efecto de un sistema de fototricólisis, luz pulsada intensa no coherente, en el ciclo folicular de la cara: aspectos clínicos y anatomopatológicos*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona. Facultad de Medicina. Departamento de Medicina. Programa de Doctorado. Biopatología en Medicina.
- Navarrete, F. G. (Julio - Agosto de 2003). Histología de la Piel. *Revista de la Facultad de Medicina, UNAM. Vol. 46 Núm.4* , 130-133.
- OFFARM. (Julio-Agosto 2002). Coloración de los Cabellos (I). Conceptos generales. *Formación Permanente en Dermofarmacia, OFFARM. Vol. 21. Núm.7* , 137-139.
- OFFARM. (Marzo de 2001). *Melaninas, conceptos generales*. Recuperado el 2008, de OFFARM, Formación Permanente en Dermofarmacia: <http://external.doyma.es/pdf/4/4v20n03a10022254pdf001.pdf>
- OFFARM, F. P. (Vol. 21 Núm.8 Septiembre 2002). Coloración del cabello II. Coloración vegetal. *Farmacia Práctica* , 190-192.
- OFFARM, F. P. (Vol. 21 Núm.10 Noviembre 2002). Coloración del Cabello III. Tintes metálicos. *Farmacia Práctica* , 189 y 190.
- OFFARM, F. P. (Vol.22 Núm.11 Diciembre 2003). Coloración del Cabello VII. Coloración Permanente (1era. Parte). *OFFARM* , 167 y168.
- OFFARM, F. P. (Vol. 23 Núm.1 Enero 2004). Coloración del Cabello VII. Coloración permanente (2da.Parte). *OFFARM* , 130-132.
- Oliva, R., Ballesta, F., Oriola, J., & Joan, C. (2004, 3era. Edición). *Genética Médica*. Publicacions i Edicions.

- Oliver, M. (s.f.). *Histopatología del folículo piloso*. Recuperado el 2009, de <http://www.cilad.org/archivos/Rondon/1/Capitulo%205.pdf>
- Pantogar. (2008). Recuperado el Diciembre de 2008, de Todo acerca del cabello : http://www.pantogar.com/es/damaged_hair.php
- Pareja, B. (Diciembre de 2000). *Los tintes para el cabello*. Recuperado el 2008, de Dermatología Peruana Vol.11. Núm.3, Dermofarmacia: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/folia/Vol11_N3_dic_2000/tinte%20para%20el%20cabello.htm
- Pelo y Estética. (2007). *Pelo y Estética*. Recuperado el Octubre de 2008, de Todo sobre el pelo: <http://www.peloyestetica.com/1pelo.htm>
- Pigmentum. Info. (s.f.). Recuperado el 2008, de El cabello: <http://www.pigmentum.info/index.htm>
- Quiroga, M. I., & Guillot, C. (1976). *Cosmética Dermatológica Práctica*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- *Rat behavior and biology*. (2008 de Junio de 2008). Recuperado el Noviembre de 2008, de Where do rat coat color from?: <http://www.ratbehavior.org/CoatColorMutations.htm>
- Reyes, A. M. (No. 36). *¿Cómo ves?, UNAM*. Recuperado el 2008, de La química del pelo: http://www.comoves.unam.mx/articulos/quimica_pelo/quimica_pelo.html
- Rigel, D. S., Friedman, R., Dzubow, L. M., Reintgen, D. S., Bystry, J.-C., & Marks, R. (2006). *Cancer of the skin*. España: Elsevier.
- Robbins, C. (2002b). *Chemical and physical behavior of human hair*. New York, USA: Springer.
- Robbins, C. (2002). *Chemical and physical behavior of human hair*. New York, USA: Springer.
- Simmons V, J. (2000). *Cosméticos, formulación, preparación y aplicación*. Madrid, España: Ed. A. Madrid Vicente.
- Staff, D., Luna Méndez, R., & Álvarez Baleriola, I. (2005, 30 ° Edición). *Diccionario enciclopédico ilustrado de Medicina*. Barcelona: Elsevier, Saunders.
- Stevens, A., & Lowe, J. (2006). *Human histology*. España: Elsevier.
- Talaveran Fuentes, A. B., Canales Fernández, Y., & Carrillo Troya, C. (2008f). *El Cabello. Los cambios de color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Carrillo Troya, C. (2008). *El Cabello. Cambios de Color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008b). *El Cabello. Cambios de Color*. Madrid, España: Thomson, Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008c). *El Cabello. Cambios de color*. Madrid, España: Thomson, Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008d). *El cabello. Cambios de color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Talaverano Fuentes, A. B., Fernández Canales, Y., & Troya Carrillo, C. (2008e). *El Cabello. Cambios de Color*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Tejió, J. M. (2004). *Bioquímica Estructural. Conceptos y test*. España: Tebar.
- Thomas B. Fitzpatrick, D. G. (2005). *Dermatología en medicina general*. En D. G. Thomas B. Fitzpatrick, *Dermatología en medicina general* (págs. 166-167). Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.
- UNESP, Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. (s.f.). *Portal UNESP*. Recuperado el Octubre de 2008, de *Cosméticos, Fundamentos teóricos*: <http://www.liec.iq.unesp.br/portal/pesquisa/cosmeticos/fundamentos.php>
- Urbano Champney, C. (Diciembre 1995). 50 years of hair-care development. *Cosmetics & Toiletries magazine, Carol Stream, IL, USA. Vol.110*, 85-104.
- Urdiales, J. L. (27 de Marzo de 2002). *Material complementario*. Obtenido de Estructura tridimensional de las proteínas: http://sebbm.bq.ub.es/BioROM/contenido/av_biomo/Mat3c.html
- Viglioglia, & Rubin. (2005). *Cosmiatría II*. En R. Viglioglia, *Cosmiatría II* (pág. 40). Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.

- Viglioglia, & Rubin. (2005b). Cosmiatría II. En R. Vioglioglia, *Cosmiatría II* (págs. 34 -37). Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Viglioglia, & Rubin. (2005c). Cosmiatría II. Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Viglioglia, & Rubin. (2005e). Cosmiatría II. Buenos Aires, Argentina: Ed. Homenaje.
- Villanueva, A. B. (7 de Septiembre de 2004). Por que salen las canas. *El país* .
- Wei, X. (2 de Mayo de 2006). *What is human hair ? A light and scanning electron microscopy study* . Recuperado el Enero de 2009, de Department of Mechanical Engineering, University of Rocheste.: Department of Mechanical Engineering, University of Rocheste, NY 14627
- Wilkinson, J. B., Moore, R. J., Rodríguez Navarro, M. A., & Rodríguez Devesa, D. (1990). *Harry's Cosmetology*. Barcelona, España: Ediciones díaz de Santos.
- Young, B., Paul R, W., & Health, J. W. (2000). *Wheater´s histología funcional*. España: Elsevier.
- *Zona Visual*. (30 de Marzo de 2008). Recuperado el Enero de 2009, de http://zovisual.blogspot.com/2008_03_01_archive.html