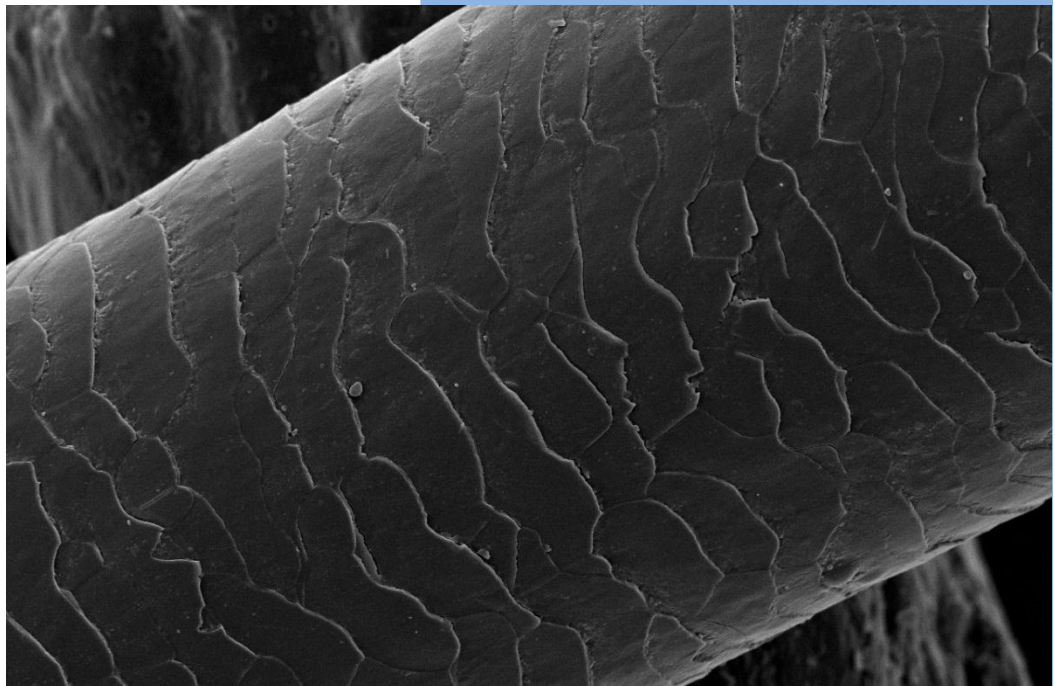


EL CABELL

Estudi de la seva resistència



ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	Pàg. 2
2. EL CABELL I ELS SEUS TRACTAMENTS	Pàg. 3
2.1. EL CABELL	Pàg. 3
2.1.1 Estructura del cabell	Pàg. 3
2.1.2 Tipus de cabell: forma i color	Pàg. 6
2.1.3 Genètica del cabell.....	Pàg. 7
2.2. TRACTAMENTS.....	Pàg. 9
2.2.1 Tints i oxidants	Pàg. 10
2.2.2 Permanents.....	Pàg. 11
2.2.3 Altres tractaments	Pàg. 12
2.3. FACTORS EXTERNS QUE AFECTEN A LA SALUT DEL CABELL	Pàg. 13
3. ESTUDI DE LA RESISTÈNCIA DEL CABELL	Pàg. 14
3.1 ESTABILITAT DEL CABELL AMB EL TEMPS.....	Pàg. 15
3.2 COMPARACIÓ ENTRE TIPUS I COLOR DE CABELL EN ADOLESCENTS	Pàg. 16
3.3 INFLUÈNCIA DE LA UTILITZACIÓ DELS TINTS EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL.....	Pàg. 28
3.4 EFECTE DE LA PERMANENT EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL.....	Pàg. 32
3.5 EFECTE DEL CLOR EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL	Pàg. 34
3.6 EFECTE DE L'AIGUA SALADA EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL	Pàg. 36
4 RESULTATS	Pàg. 38
5 CONCLUSIONS	Pàg. 41
6 AGRAÏMENTS	Pàg. 43
7 BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	Pàg. 44
8 ANNEXOS	Pàg. 47

1. INTRODUCCIÓ

Aquest treball es basa en la capacitat del cabell a aguantar un determinat pes, és a dir, la resistència capil·lar humana. Es troba dividit en quatre parts: una teòrica, una part experimental, un estudi estadístic i una sèrie de conclusions extretes.

El primer apartat es centra en l'estudi teòric del cabell, detallant principalment l'estructura d'aquest i els seus components, a més d'altres temes relacionat d'interès per la part experimental. Aquesta, conté l'estudi empíric de la resistència capil·lar en diferents pràctiques i objectius. Amb els resultats obtinguts en els diferents experiments, un estudi de fiabilitat es troba en el tercer apartat del treball per, finalment, extreure conclusions i noves hipòtesis en la part final del treball.

Malgrat que el treball conté diferents experiments, l'objectiu general és comprovar la resistència de cada un dels tipus de cabell existents i l'efecte de diferents productes i factors externs en aquesta.

La idea d'aquest treball sorgí gràcies a l'observació d'un treball ja realitzat i que tenia en comú el cabell com a base d'estudi, i que va donar lloc a nombroses idees i innovacions per part nostra. A més, a mesura que reflexionàvem sobre la possibilitat de realitzar o no aquest tema de treball, ens vam adonar que aquest podia acostar-nos a les tres matèries de modalitat del nostre batxillerat (biologia, química i matemàtiques). Gràcies a aquest fet, i a l'empenta que ens va donar el descobriment del tema, no vam pensar-nos-ho més i vam decidir apostar per aquest treball.

2. EL CABELL I ELS SEUS TRACTAMENTS

2.1 EL CABELL

El pèl és bàsicament una part de la pell que es forma en un fol·licle de la dermis i és projectada per sobre de la superfície de l'epidermis. La diferència principal entre la queratina que constitueix el pèl i la que es troba en la capa còrnia (capa més externa de la pell) és que en el pèl les cèl·lules queden unides sempre les unes amb les altres, permetent així la formació d'una queratina més dura.

El pèl es distribueix en quasi tota la superfície corporal, excepte en el palmell de les mans, la planta dels peus, el melic i les mucoses. Aquest fet és degut que en cada un d'aquests llocs el pèl realitza una funció important. Per exemple, el pèl del cap manté la calor corporal d'aquest i li proporciona certa protecció. Per altra banda, les pestanyes protegeixen els ulls disminuint la quantitat de llum i pols que pot penetrar en ells, mentre que les celles protegeixen els ulls del suor procedent del front.

En un adult el número aproximat de pèls és d'uns cinc milions, trobant-se'n entre 100.000 i 150.000 al cuir cabellut. En aquest treball, ens centrarem en el pèl situat al cap, anomenat més comunament cabell.

2.1.1 ESTRUCTURA DEL CABELL

El cabell creix en fol·licles pilosos des de la pell: la part del cabell que es troba dins del fol·licle (a sota de l'epidermis) s'anomena arrel, mentre que la part visible s'anomena tall. Per explicar l'estructura del cabell distingirem precisament la part interna i l'externa (veure fig. 1):

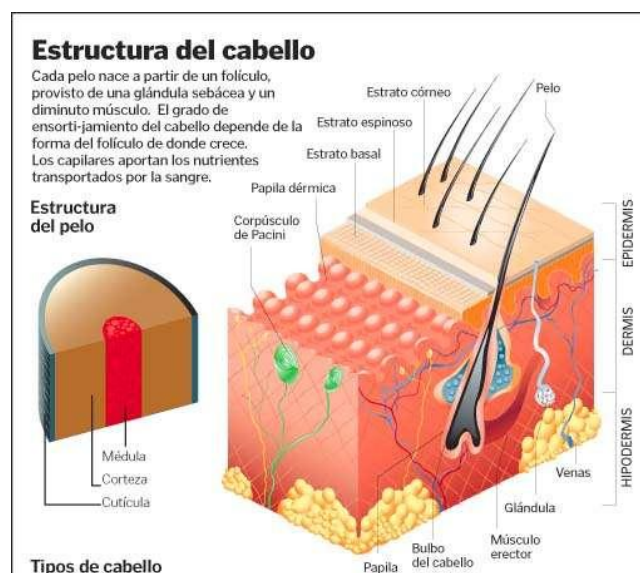


Figura 1. Esquema de l'estructura interna i externa del cabell ¹

¹ Infografía de Sergio Espada, a la revista "Revista Amiga" a "<http://www.revistaamiga.com>", 29/09/2012

-PART INTERNA DEL CABELL:

L'arrel és el centre de control del creixement del cabell i la part vivent d'aquest (veure fig. 2). Al pol inferior de l'arrel es troba el bulb pilós, que rep els nutrients i és on es formen les cèl·lules noves. A l'arrel es situa també la papil·la dèrmica, part essencial ja que conté els capil·lars podent distribuir així els nutrients necessaris pel cabell dins del bulb pilós. La glàndula sebàcia produeix i segrega el seü, un líquid oliós que lubrifica el cabell durant el seu creixement per mantenir-lo brillant i sà. Per últim, al costat de la glàndula sebàcia es troba l'erector capil·lar, un petit múscul unit al fol·licle, que respon a estímuls (por o fred), contraient-se i fent que el cabell s'erici.

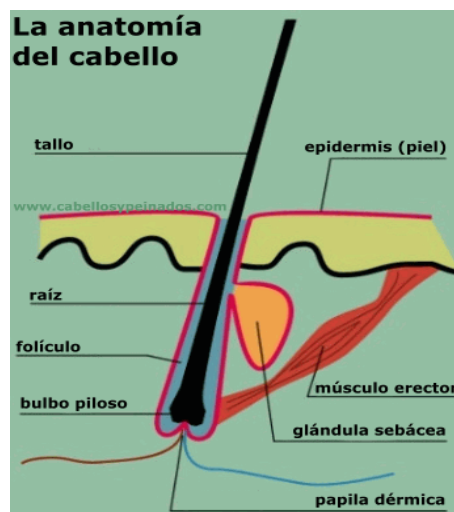


Figura 2. Dibuix de la part capil·lar interna²

-PART EXTERNA DEL CABELL:

La proteïna fibrosa que emergeix del fol·licle amb la forma del cabell posseeix una estructura específica, la qual forma un tall que comprèn tres capes: una capa externa (la cutícula), una capa intermèdia de queratina (còrtex o escorça) i, generalment, un nucli central (medul·la).

La cutícula protegeix el cabell dels efectes nocius del medi ambient i està formada per una sèrie de cèl·lules planes i unides formades una espècie d'escates. Algunes persones tenen el cabell amb cutícules molt tancades, mentre altres la tenen lleugerament aixecada.

El còrtex és la part més gruixuda del tall, on es troba una sèrie de fibres que determinen l'elasticitat i la força pròpia de cada cabell. També conté els diferents pigments que determinen el color del cabell (explicats posteriorment).

La medul·la és justament la part central del cabell, un compost de cèl·lules de queratina que tenen com a funció transportar totes les substàncies nutritives pel cabell.

² Imatge extreta de <http://es.hairfinder.com>, 29/09/2012

El cabell està compost en un 91% de proteïnes i està constituït per llargues cadenes d'aminoàcids que es troben a les fibres de l'escorça. Els aminoàcids d'aquestes cadenes estan formades per carboni, oxigen, hidrogen i nitrogen, que s'uneixen entre ells mitjançant enllaços peptídics formant així cadenes llargues de pèptids (cadenes polipeptídiques). A més, poden presentar altres oligoelements com ferro, zinc, iode o coure.

Les cadenes polipeptídiques s'uneixen, al mateix temps, amb enllaços superposats. Es distingeixen tres tipus d'enllaços: els salins, els enllaços d'hidrogen i els de disulfur (veure fig. 3). Els enllaços salins i els d'hidrogen són més importants però més fràgils i vulnerables a agents externs com el calor i la humitat. En canvi, els enllaços disulfur són nombrosos però més sòlids. Cada tipus d'enllaç representa un terç de la resistència del cabell.

La proteïna més important del cabell és la queratina (80-85% del total), rica en sofre. La queratina és una proteïna albúmina, però se'n poden distingir de dues classes (veure fig. 4):

- Les que mostren una estructura desordenada i en forma de cabdell.
- Les que mostren seqüències d'aminoàcids que li proporcionen a la molècula una aparença de corgol, forma que s'anomena: (alfa)-hèlix.

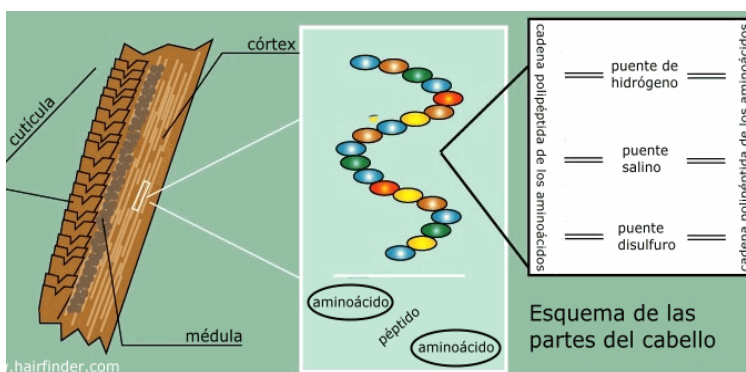


Figura 3. Esquema de les parts del pèl i els enllaços peptídics³

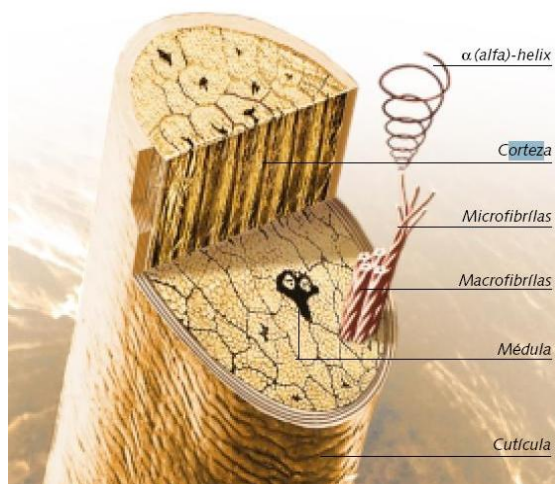


Figura 4. Imatge de l'interior d'un cabell, on s'observen les diferents fibres i proteïnes que el formen⁴

³ Imatge extreta de <http://es.hairfinder.com>, 30/09/2012

⁴ Fotografia procedent de "www.cuidadodelcabello.net", 30/09/2012

-PIGMENTS:

El color del cabell és el resultat de la pigmentació deguda a la presència de les substàncies químiques denominades **eumelanina i feomelanina**. Aquestes dues últimes, que són dues formes de melanina, es troben en els melanòcits del còrtex (veure fig. 5)

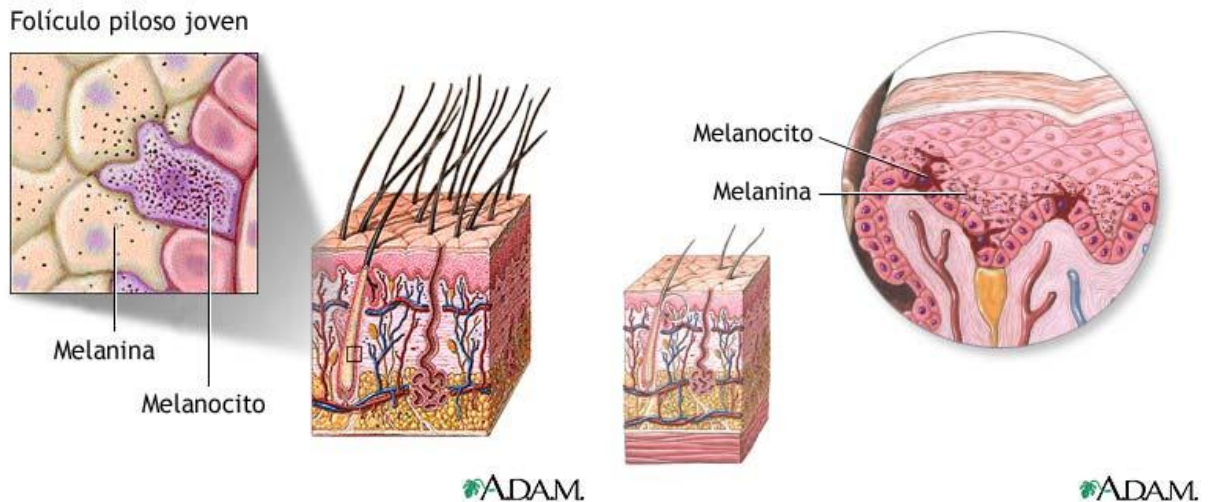


Figura 5. Esquemes que mostren la situació dels pigments de melanina a l'epidermis⁵

En general, com més melanina es presenta, més fosc és el color del pèl; com menys melanina, més clar.

El color de cabell d'una persona pot també canviar amb el temps i pot presentar cabell de diferent color alhora. Existeixen considerables diferències en color i textura entre individus de la mateixa raça.

L'eumelanina pot ser negra i marró. L'augment d'eumelanina en el cabell determina la seva foscor. Una baixa concentració d'eumelanina marró en el cabell li farà ser ros, mentre que més eumelanina marró li donarà un color marró (color castany). Molta més quantitat d'eumelanina negra donarà el cabell negre (morè), i una baixa concentració d'eumelanina negra el convertirà en gris.

Pel que fa a la feomelanina, aquesta és de color vermell. Tots els humans en tenen, però en quantitats diferents, fet que generarà la presència o no de tons pèl-rojos al cabell.

2.1.2 TIPUS DE CABELL: FORMA I COLOR

El cabell en conjunt pot classificar-se de dues formes diferents. D'una banda, segons la seva estructura interna i, de l'altra, tenint en compte el seu color⁶.

⁵ Imatge procedent d'A.D.A.M, pàgina web destinada a la medicina i a la salut <http://www.adam.com>, 30/09/2012

Així doncs, el cabell pot ser, segons la seva estructura i aparença física:

- Llis, laci o liòtric: la forma del fol·licle és circular i està orientat verticalment a la superfície de la pell formant un angle recte amb ella.
- Ondulat: té forma oval i està orientat formant un angle agut.
- Arrissat o ulòtric: té forma el·líptica i la orientació és paral·lela a la superfície de la pell.

Com hem dit, també es pot classificar el cabell segons el color, la tonalitat, d'aquest. Seguint aquest criteri, existeixen 5 tipus de cabells:

- Ros: de tonalitat més clara, entre groc i blanc. És un color de cabell genèticament molt recessiu.
- Pèl-roig: tonalitat entre el vermell i l'ataronjat. Juntament amb el ros, és un cabell també genèticament recessiu.
- Castany: tonalitat entre cafè clar i cafè fosc. És el segon color de cabell més freqüent.
- Morè: és la tonalitat més fosca possible, de color negre. A més, és el color de cabell més freqüent.
- Gris: tonalitat de cabell que generalment es presenta a la vellesa o inclús en anys anteriors, depenent de diferents factors (estrès, alimentació, herència genètica...).

2.1.3 GENÈTICA DEL CABELL

En aquest àmbit es poden diferenciar 2 parts: els gens que controlen la forma del cabell i els que controlen el color d'aquest.

GENÈTICA DEL COLOR CABELL:

La genètica del color del cabell encara no s'ha establert amb total certesa. D'acord amb la teoria més estesa i popular, les lleis de Mendel són les que manen.

Seguint aquesta teoria, almenys dos parells de gens controlen el color del pèl humà.

1. Un gen, que és un parell "marró / ros", té un al·lel marró dominant i un al·lel ros recessiu (veure fig. 6).
2. L'altre parell de gens és un parell "no-vermell/vermell": l'al·lel no-vermell (que suprimeix la producció de feomelanina) és dominant i l'al·lel vermell és recessiu.

Per exemple: si el pare té el cabell castany (AA) i la mare ros (aa), amb quasi tota seguretat que el seu fill tindrà el cabell castany (Aa). Això seria així en el cas de que ambdós pares tinguin una herència pura, ja que si hi hagués un al·lel ros en el pare (Aa), el fill podria heretar-lo i passar a tenir el cabell ros (aa).

⁶ CAMPSIE, Jane. *El cabello*. Colonia: Könemann, 2001.

GENS DETERMINANTS DE CARÀCTERS TRIVIALS	
DOMINANTS	RECESSIUS
Llengua enrotllable	Llengua no enrotllable
Cabell arrissat	Cabell llis
Cabell fosc	Cabell clar
Ulls foscos	Ulls clars
Llavis gruixuts	Llavis fins
Pestanyes llargues	Pestanyes curtes
Orella amb lòbul	Orella sense lòbul
Grups sanguinis A i B	Grup sanguini O

Figura 6. Taula on es determina la recessivitat o domini de diferents caràcters humans, entre els quals trobem el color i la forma del cabell humà⁷

Aquest exemple funcionaria perfectament en el cas que només tinguéssim en compte el gen que determina les tonalitats castany-ros, però també s'ha de comptar amb el paper que exerceix el gen vermellós. Com els dos parells de gens governen el color del cabell, una persona amb dues còpies de l'al·lel vermell serà pèl-roig, però podrà ser o castany-vermellós o d'un color vermell-taronja brillant, depenent de si el primer parell de gens li fa ser castany o ros, respectivament.

El model de dos gens no aconsegueix explicar totes les possibles gammes de marró, ros o vermell (per exemple, el ros platí enfront del ros fosc o castany clar), ni explica per què el color en alguns casos s'enfosqueix amb l'edat. Alguns parells de gens controlen el color fosc enfront del clar en un efecte acumulatiu. Per tant, com més dominants siguin aquests, més fosc serà el cabell. En algunes persones pot haver mesclades de dos o més colors en cabell natural.

D'altra banda, el cabell està subjecte a decoloració per factors externs. En general el cabell s'aclareix o decolora durant l'exposició solar prolongada, o per la immersió reiterada en aigua salada.

GENÈTICA DE LA FORMA DEL CABELL:

En referència als gens que determinen la forma del cabell humà (arrissat, ondulat o llis), es coneix la recessivitat del cabell llis davant de l'arrissat (tal com es mostra a la fig. 6), però els experts encara no han estat capaços d'anomenar i classificar els gens concrets que són culpables d'aquest caràcter.

⁷ Taula extreta de "<http://www.quimicaweb.net>", 29/11/2012

2.2 TRACTAMENTS

Els nostres avantpassats més llunyans ja es començaren a preocupar per la seva imatge, creant així una sèrie de mètodes que, després de ser subjectes a nombroses innovacions, són usats avui en dia⁸.

S'han trobat evidències que els humans de fa milers d'anys ja tenien elements per canviar el color del cabell, com per exemple el pols d'or que usaven els més antics per tenyir-se de colors vibrants. En les civilitzacions antigues europees s'utilitzava matèria animal i vegetal per tenyir (feien mesclades amb sang de vaca i certs olis o preparacions basades en grassa de cabra i cendra de faig). Cap a l'Edat Mitjana i el Renaixement van sorgir tècniques com la henna, que donava un color vermellós al cabell. Durant el barroc, es va popularitzar l'ús de perruques. A més, es va començar a usar el lleixiu de potassi o la sosa càustica per blanquejar el cabell, i aconseguir el color ros; i el nitrat de plata, per enfosquir-lo.

Al segle XIX van començar a sorgir els anomenats tints capil·lars, on hi posaven el peròxid d'hidrogen per decolorar el cabell, tècnica emprada avui en dia.

Des dels egipcis han existit tècniques de permanents. Aquests exercien mètodes molt rudimentaris, com enrotllar tresses fetes als cabells en petits troncs de fang i deixar assecar-les al sol. Al cap d'uns dies, quan el fang resultava completament sec, quedava un ris petit que durava varies setmanes.

La primera permanent de rínxols vertaders va ser creada a principis del s. XIX per Karl Nesser. Va idear un sistema d'ondulació del cabell que consistia en enrotllar-lo i connectar-lo a una màquina que generava escalfor mitjançant una resistència elèctrica. Aquest procés tenia una durada de 6 hores aproximadament. Era una permanent que només era eficaç en perruques, ja que tanta escalfor durant tantes hores acabava sovint cremant tot el cabell i el cuir cabellut.

A partir de la dècada de 1920-1930 el suís Eugene Suter i l'espanyol Isidoro Calvete van crear unes màquines que contenien unes bobines dins un tub d'alumini, en les quals s'enrotllava i s'escalfava el cabell. Durant els anys següents es van anar fent modificacions a aquesta última màquina. El 1938 Arnold F. Willat va inventar el que és el precursor de la permanent actual: "l'ondulat fred", que consistia en cargolar el cabell en rul·los i aplicar-hi una loció reductora de tioglicolat d'amoni que trencava els enllaços disulfur del cabell.

A partir d'aquí, tant els tints com la permanent han anat evolucionant fins a arribar als mètodes actuals, que són en els que detallarem en aquest apartat, entre altres mètodes que també anomenarem.

⁸ ZARAUZA, Gonzalo; CREMADES, Dolores; ONTIVERO, Natividad. *Peinados, acabados y recogidos*. Madrid: Videocinco, 2005.

2.2.1 TINTS I OXIDANTS

El tint és la coloració artificial que li podem donar al cabell, i segons la durada que persisteix se'n diferencien tres tipus:

- COLORACIÓ NO PERMANENT o TEMPORAL: és un tipus de tint poc nociu per al cabell ja que no conté amoníac ni oxidants. L'efecte que té sobre el cabell és revitalitzar i donar volum i brillantor als cabells apagats. Aquests tints no cobreixen els cabells totalment, i la seva coloració desapareix amb els rentats.
- COLORACIÓ SEMIPERMANENT o TO SOBRE TO: utilitzen baixos nivells d'oxidants i no contenen amoníac. Són tints que poden durar entre mes i mes i mig, ja que el color desapareix amb els rentats.
- COLORACIÓ PERMANENT: és d'ús exclusiu per a professionals, ja que són els que s'utilitzen a les sales de bellesa.

Ens centrarem a parlar dels tints permanents, degut a que són els que utilitzarem per a la part pràctica del treball.

Els tints permanents contenen components químics que penetren a l'escorça a través de la cutícula del cabell, cosa que fa que el resultat sigui un efecte molt més natural.

Aquests tints requereixen amoníac i productes oxidants (que oxiden la melanina del cabell, fent que el cabell es ressequi i es torni trencadís) ja que cal que els pigments del color es desenvolupin: per aquest motiu, també s'anomenen tints d'oxidació. Degut a aquest fet, abans de la seva aplicació s'ha de barrejar els tints amb una solució d'oxidant o peròxid, habitualment aigua oxigenada anivellada a certs volums. Aquests volums poden ser expressats de dues formes diferents⁹:

- Tant per cent en pes: indica la quantitat de peròxid d'hidrogen que hi ha en la dissolució. Per exemple, en un oxidant del 3% trobem 3g de H₂O₂ en 100g de dissolució.
- En volums: expressa la quantitat de litres d'oxigen que es formen en descompondre un litre de dissolució. Per exemple, aigua oxigenada de 20 volums significa que d'un litre de dissolució es poden despendre's 20 litres d'oxigen gasós.

Per altra banda, la quantitat d'oxidant depèn de la quantitat de tint que s'utilitzi.

Aquesta solució penetra a l'arrel del cabell i hi diposita el color directament a l'escorça. Per fer-ho, l'oxidant permet que els grànuls de pigmentació artificial procedents del tint s'uneixin entre ells i així i se'n formin de

⁹ *BeautyMarket*, estètica i perruqueria professional, el 18/12/2012.

http://www.beautymarket.es/pelequeria/articulo_display.php?numero=3576

més grans. Aquest fet genera que els pigments artificials puguin penetrar a la cutícula i arribar a l'escorça. Llavors, com que són incapaços de sortir per la cutícula, queden atrapats dins del cabell de forma permanent.

2.2.2 PERMANENTS

És un procés que emprava productes químics per trencar i alterar les cadenes de sulfur del cabell, un dels tres tipus d'enllaç existents (explicades a l'apartat 2.1.1). La permanent consisteix a donar la forma desitjada al cabell moll. Així doncs, per realitzar la permanent arrissada el primer pas és enrotllar el cabell en petits rul·los anomenats bigudins, que determinen quin serà el resultat final (la mida del ris).

Un cop es té la forma que es vol, s'afegeix una loció de base alcalina (sent el tioglicat d'amoni la més freqüent) que s'anomenarà reductor, ja que debilitarà la queratina (passa de α -queratina a β -queratina)(veure fig. 7). Això fa que el cabell pugui adaptar-se sense problemes a la forma que li vulguem donar. A la vegada, dins el cabell es produeix el trencament de les cadenes disulfur, que ajuden a canviar la forma del cabell. Aquesta loció es deixa al cabell durant uns 20-30 minuts.

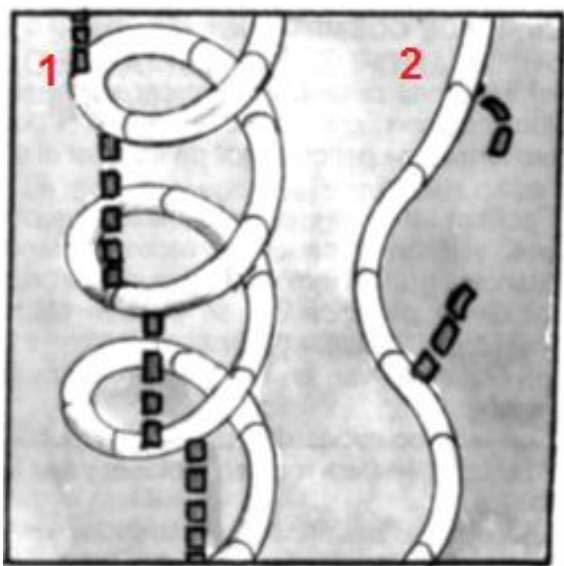


Figura 7. Dibuix que mostra el canvi patit pels enllaços del cabell durant el procés de la permanent.

- 1- α -queratina
- 2- β -queratina

Seguidament, s'esbandeix el cabell i s'asseca, per després aplicar-hi el neutralitzador durant uns 10 minuts, que és el que permet que es tornin a formar les cadenes trencades anteriorment de manera que ja queda fixada la forma que es volia donar al cabell. Per tant, el neutralitzador és un àcid amb el qual el cabell torna a tenir les seves propietats originals.

Al cap d'aquests 10 minuts, es treuen els rul·los o varetes (en cas de cabell arrissat) i es renta el cabell.

2.2.3 ALTRES TRACTAMENTS

A part dels tractaments detallats anteriorment, n' existeixen molts altres destinats a la cura del cabell, que no explicarem tan detalladament perquè no formen part de la nostra part experimental.

- Planxa: aparell electrònic que s'utilitza per allisar i donar forma al cabell gràcies a l'acció de la calor. Aquesta genera una ruptura dels ponts d'hidrogen i els enllaços salins, que són els responsables del cabell ondulat o arrissat. Per tant, el que es produeix al planxar el cabell és la desnaturalització de les seves proteïnes, que són capaces de tornar a la seva forma inicial passat un temps (fet que diferencia aquest tractament de la permanent).
- Mascareta: una de les millors formes de protegir el cabell és l'ús d'aquest producte. Les mascaretes tenen la funció de protegir-lo, nodrir-lo i tornar-li la salut que aquest hagi pogut perdre a causa de agents externs com el sol, el vent, el clor o l'acció negativa d'altres tractaments com les permanents o la planxa. Existeixen multitud de mascaretes segons els seus components i el tipus de cabell al que van dirigides.
- Tractament de queratina: aquest tractament, un dels més innovadors del mercat, utilitza una solució amb queratina (la principal proteïna del cabell) per retornar-li la brillantor i evitar l'encrespament. Així doncs, amb ell es crea una estructura interna renovada que permet que el cabell tingui un acabat perfecte a la vegada que se li atorga una certa protecció contra els agents externs. En resum, es podria dir que el tractament de queratina busca aconseguir el mateix que les mascaretes però amb una eficàcia i penetració més alta.
- Sèrum: el sèrum capil·lar és una solució oliosa que té com a objectiu controlar cabells encrespats, millorant així l'aspecte i aportant-li més brillantor. A més, també s'utilitza com a protecció abans d'utilitzar la planxa o en el cas que s'abusi molt de l'assecador. Aquest producte sol portar també una petita quantitat de queratina junt amb Vitamina A i Vitamina E.

2.3 FACTORS EXTERNS QUE AFECTEN A LA SALUT DEL CABELL

A més dels tractaments que voluntàriament poden ser aplicats al nostre cabell, hi ha una sèrie d'altres factors externs que també són capaços d'afectar la resistència d'aquest.

Malgrat la impossibilitat de trobar explicacions científiques i experimentals, varies fonts asseguren que elements com el clor i l'aigua salada poden ser responsables de la disminució de la força del cabell.

Per una banda, en els mesos d'estiu patim una alta exposició al clor degut a la presència d'aquest en les piscines, ja que actua com a agent desinfectant. Degut a que el clor (Cl_2) és un gas, en les piscines el que es sol afegir és hipoclorit de sodi, que al dissoldre's en aigua es dissocia en:



L'anió hipoclorit procedeix d'un àcid dèbil i té tendència a reaccionar amb l'aigua, fent una reacció d'hidròlisi:



Degut a l'alliberament d' OH^- , l'aigua de la piscina incrementa el valor del pH. Per tant, és necessari controlar molt aquesta xifra, per disposar d'una concentració de HClO efectiva (el pH ha de trobar-se entre els valors 7-7,6)¹⁰. Cal recordar que el pH de la nostra pell és de 5,5 i el del cabell entre 4,5 i 6¹¹, motiu pel qual l'aigua de la piscina pot resultar agressiva.

Pel que fa l'aigua del mar, a 0°C, el punt neutre del pH es troba en 7,33, malgrat que aquest depèn de la pressió, la temperatura i certes substàncies modificadores, que poden condicionar el seu valor fins a 8,1¹².

¹⁰Informació de Blautec, empresa especialitzada en articles de construcció i equipament de piscines: <http://www.blautech.com/productos-quimicos-piscinas/consejos-ph.html>, 19/12/2012

¹¹ Pàgina web d'Austin (Texas) dedicada a l'estudi del cabell: <http://www.naturallycurly.com/curlreading/curl-products/ph-and-how-it-relates-to-hair>, 19/12/2012

¹² Universitat Oberta de Catalunya: http://cv.uoc.edu/JOVELLANOS/y/mat/cursos/gestion_crisis/documentos/lcc/Contenidos/Parte01/Tema_1_22.htm, 19/12/2012

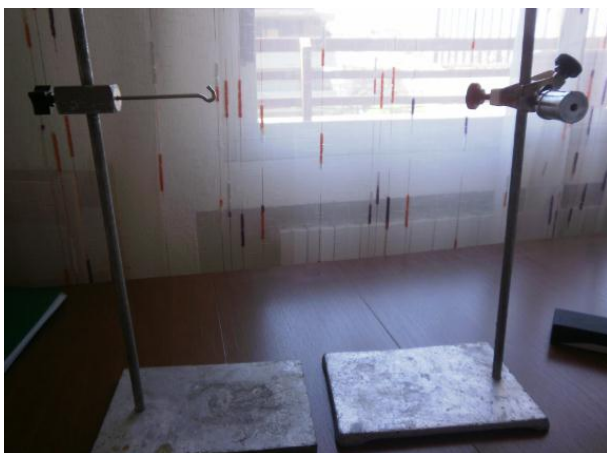
3. ESTUDI DE LA RESISTÈNCIA DEL CABELL

La investigació es fonamenta en mesurar la resistència del cabell humà. Per determinar-la, vam realitzar un muntatge que va ser utilitzat en cada una de les diferents proves i consistia en dos suports, un equipat amb una politja i l'altre amb un ganxo, en el qual el cabell es lligava per un extrem. Per l'altre, s'hi lligava un suport en el qual s'afegien els diferents pesos d'1, 2'5 i 10 grams.

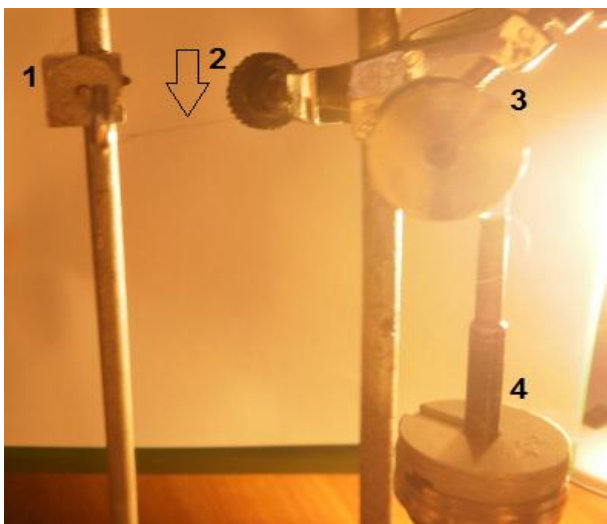
L'experiència es basa en l'addició d'aquests pesos al suport situat a l'extrem del cabell fins arribar al moment de trencament. La dada obtinguda era la suma del nombre de pesos fins al moment de la ruptura, incloent-hi el pes del suport (que era sempre de 10 grams).

La prova es repetia un nombre determinat de vegades i s'obtenia una mitjana, que era la utilitzada després per extreure els resultats.

En les fotografies següents s'observa més clarament com era el muntatge:

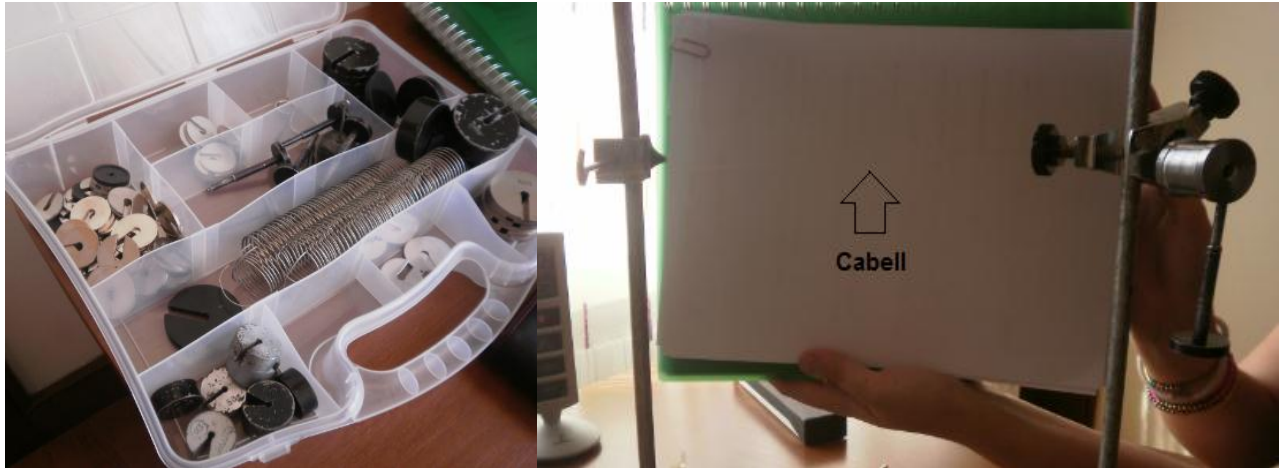


En aquesta, s'observen els dos suports utilitzats. El de l'esquerra conté el ganxo en el qual el pèl era lligat mentre que el de la dreta té una politja on es recolzava el cabell.



Fotografia del muntatge complet:

1. Ganxo en el primer suport al qual es lliga el cabell.
2. El pèl que queda suspès en l'aire.
3. El cabell es recolza en la politja del segon peu i a mesura que s'afegeixen pesos es va estirant fent girar la roda.
4. A l'altre extrem del pèl, s'hi lliga el suport on s'afegeixen els diferents pesos fins al moment del trencament.



En les imatges anteriors es mostra la caixa amb els diferents pesos i una altra foto del muntatge

3.1 ESTABILITAT DEL CABELL AMB EL TEMPS

Al planejar la part experimental vam adonar-nos que calia comprovar si el cabell experimentava una pèrdua de resistència amb el pas dels dies, ja que així sabríem com hauríem d'actuar per fer que el nostre treball fos el més fiable possible. Per tant, la pregunta a resoldre era: *el cabell perdrà resistència amb el pas del temps?*

La nostra hipòtesi inicial era que els cabells no mostrarien canvis en la seva resistència ja que vam establir una comparació amb les perruques naturals: si aquestes són capaces de mantenir-se com el primer dia durant molt de temps, el cabell natural també ho faria.

Per comprovar-ho, vam idear l'experiment següent:

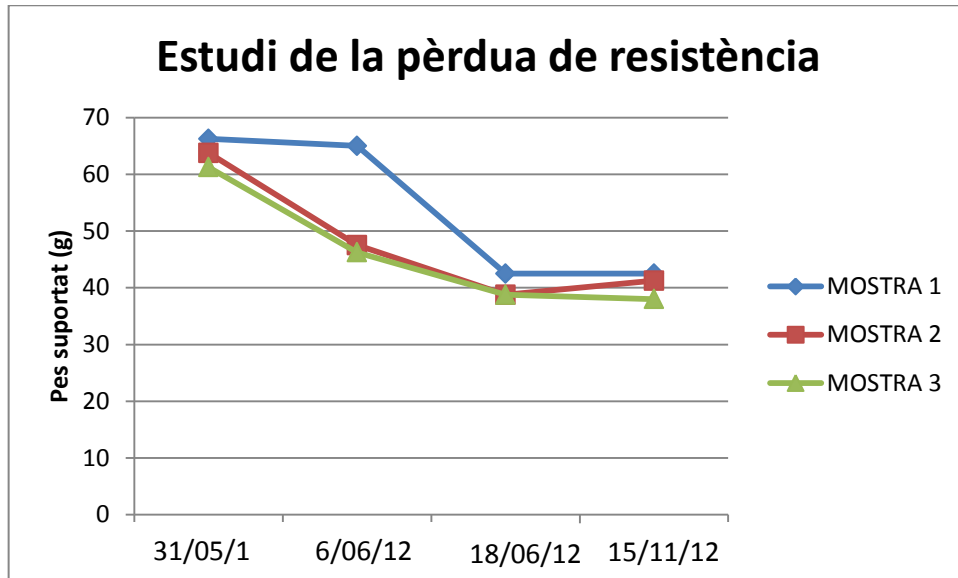
Vam agafar tres mostres de cabell de persones diferents, i vam establir diferents dates, espaiades en el temps, per realitzar la mesura de la resistència. Els resultats obtinguts (en grams) van ser els següents:

	31/05/2012 (grup control)		06/06/2012		18/06/2012		15/11/2012	
PROVA 1	67,5 g	65 g	47,5 g	100 g	42,5 g	42,5 g	40 g	45 g
PROVA 2	65 g	62,5 g	50 g	45 g	42,5 g	35 g	42,5 g	40 g
PROVA 3	60 g	62,5 g	45 g	47,5 g	40 g	37,5 g	37,5 g	38,5 g

En la taula següent, hi ha expressades les mitjanes de cada dia per a cada prova:

	31/05/2012	06/06/2012	18/06/2012	15/11/2012
PROVA 1	66,25 g	65 g	42,5 g	42,5 g
PROVA 2	63,75 g	47,5 g	38,75 g	41,25 g
PROVA 3	61,25 g	46,25 g	38,75 g	38 g

Un cop vam obtenir tots els resultats necessaris, vam decidir que la millor forma d'interpretar-los era fent un gràfic lineal:



Tal i com es reflecteix en el gràfic, s'observa una pèrdua progressiva de la capacitat dels cabells de suportar un pes determinat en els tres casos. Un cop vam comprovar que la nostra hipòtesi era errònia i que en les tres primeres setmanes es notava una pèrdua important de resistència, vam veure que això ens determinava les proves posteriors i que l'objectiu d'aquest experiment ja estava complet.

Malgrat això, vam decidir guardar les 3 rèpliques per tornar a realitzar les proves amb un espai de temps molt més extens (5 mesos). Tot i que ens esperàvem uns resultats molt baixos en comparació amb tots els altres degut al pas del temps que s'havia experimentat, ens vam trobar amb que aquests eren gairebé iguals als obtinguts el 18 de juny.

D'això se n'extreu que tots els cabells un cop tallats pateixen una pèrdua dels components que en determinen la resistència les primeres setmanes, fins arribar tots al mateix nivell. Aquesta conclusió ens determinava la següent experiència.

3.2 COMPARACIÓ ENTRE TIPUS I COLOR DE CABELL EN ADOLESCENTS

En la planificació inicial del treball, aquest experiment havia de ser el més destacat, a partir del qual van acabar sorgint totes les altres proves.

L'objectiu era comprovar la diferència entre els diferents colors (morè, castany i ros) i formes (llis, ondulat i arrissat) de cabell en diferents edats. Degut a la impossibilitat d'obtenir mostres naturals d'edat adulta, vam decidir deixar de banda el caràcter de l'edat i afegir-hi el del sexe.

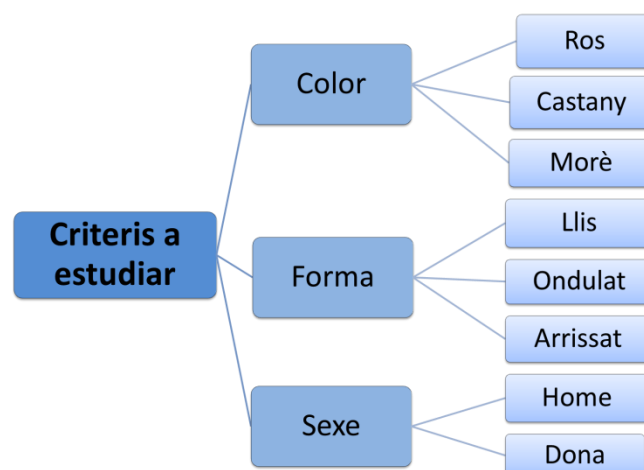
Vam idear un mecanisme de recollida de proves, que consistia en l'elaboració d'una enquesta en la que es demanava informació que podia ser important en el moment de fer les proves (aquesta enquesta es troba a l'ANNEX 1). La persona que voluntàriament ens permetia el tall d'un bri del seu cabell omplia el formulari al qual se li assignava un número. Posteriorment, tallàvem el cabell de la persona i el guardàvem en una bosseta de plàstic, que era etiquetada amb el mateix número que l'enquesta.

Degut als resultats de la prova anterior (apartat 3.1), era necessari fer l'experiment el mateix dia que la recollida del cabell. Per això, vam fer les recollides pel matí i les proves per la tarda en diferents dies.

Per altra banda, com que coneixíem que la humitat pot afectar ("Si es dorm amb el cabell humit, aquest s'espantilla")¹³, ni que sigui mínimament, al cabell, i a causa de la impossibilitat de treballar sempre en les mateixes condicions, vam decidir fer els experiments sempre al mateix lloc, a la mateixa hora del dia i tenint un termòmetre que mesurava la temperatura i la humitat, per intentar ser sempre el màxim de precís possible.

En relació amb la precisió, el nombre de rèpliques de cada persona va ser de 5, i el nombre de persones amb el mateix tipus de cabell i forma vam decidir que fos 3. Per tant, teníem 3 mostres de cabell de cada tipus a estudiar, i en cada mostra es repetia l'experiment fins a 5 vegades.

Les característiques de les quals havíem de tenir mostres eren les següents:



Cal destacar, però, que en el cas dels homes no vam ser capaces de recollir mostres de cabell ondulat, ja que en ells la diferència de forma del cabell no és tant evident com en les dones i, per tant, vam decidir treballar amb cabells o bé llisos o bé arrissats, sense termes mitjos que poguessin portar a errors.

¹³ <http://www.diversica.com/modaybelleza/archivos/2005/01/mitos-sobre-el-cabello.php>

Un cop realitzades les proves seguint la metodologia ja explicada, els resultats obtinguts s'escrivien al mateix full de l'enquesta i es calculava la mitjana. Després, s'unien les 3 mitjanes dels cabells iguals (és a dir, del mateix sexe, color i forma) i es calculava la mitjana altre cop. A partir d'aquí, van sorgir diferents formes d'interpretar els resultats, segons quin era el caràcter a comparar.

A continuació, mostrem les taules on es troben expressats els resultats:

CABELL FEMENÍ

Color de cabell	Forma de cabell	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mitjana total
ROS	LLIS	41	52,3	44	45,767
ROS	ONDULAT	49,5	54	45,5	49,667
ROS	ARRISSAT	65	60	62	62,333
CASTANY	LLIS	66	62,9	62,2	63,700
CASTANY	ONDULAT	65,5	65	66,5	65,667
CASTANY	ARRISSAT	71,5	71	72,5	71,667
MORÈ	LLIS	71	75,5	77,5	74,667
MORÈ	ONDULAT	76	82	80	79,333
MORÈ	ARRISSAT	98,6	106,9	99,5	101,667

CABELL FEMENÍ		CABELL FEMENÍ	
MITJANA ROSSOS	52,589	MITJANA LLISOS	61,378
MITJANA CASTANYS	67,011	MITJANA ONDULATS	64,889
MITJANA MORENS	85,222	MITJANA ARRISSATS	78,556

CABELL MASCULÍ

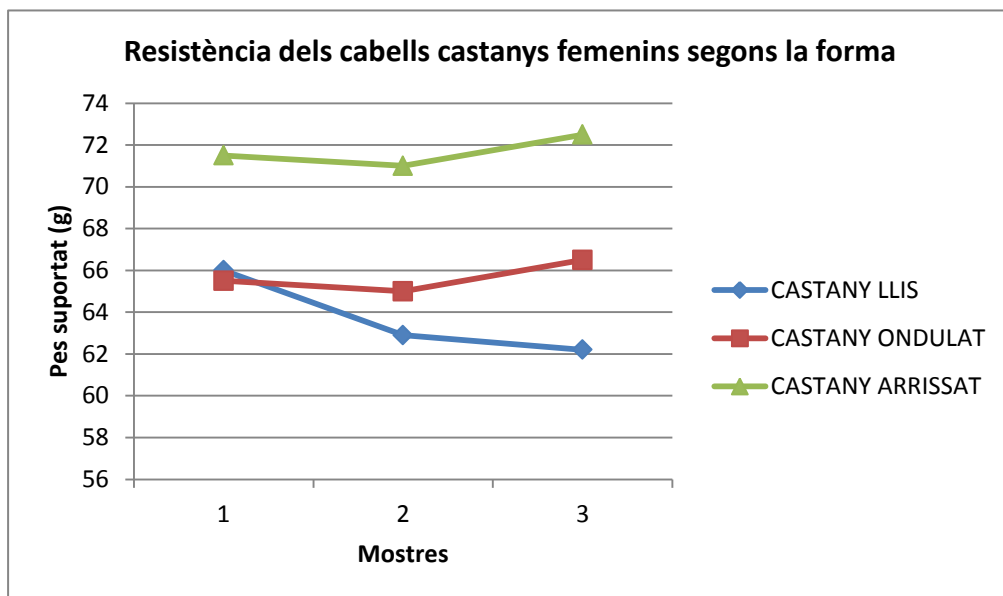
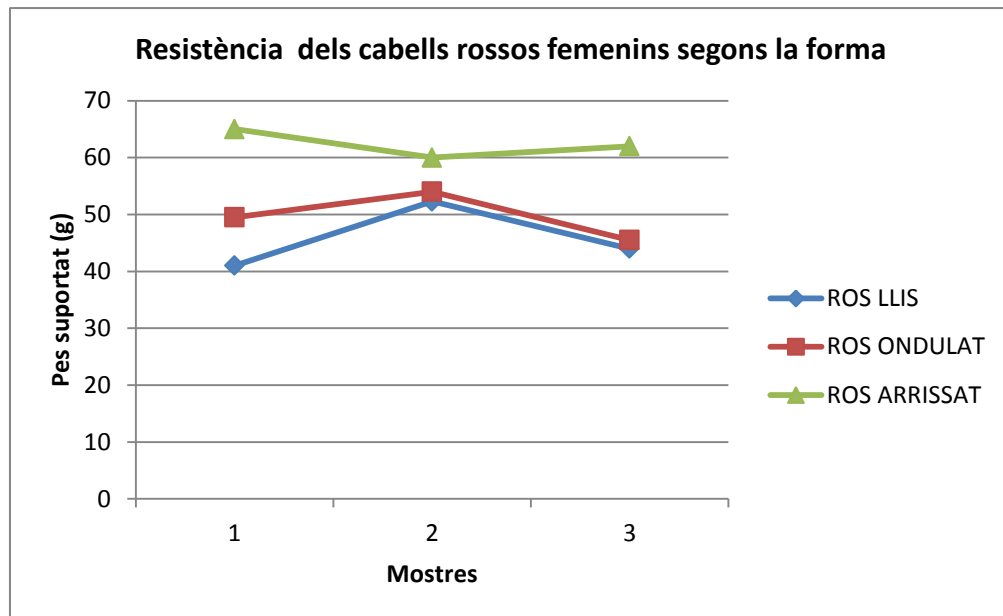
Color de cabell	Forma de cabell	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mitjana total
ROS	LLIS	65,5	63,75	70,87	66,707
ROS	ARRISSAT	88,5	86,5	86,5	87,167
CASTANY	LLIS	72	75,25	68	71,750
CASTANY	ARRISSAT	93	86	101	93,333
MORÈ	LLIS	80,5	113,3	108,2	100,667
MORÈ	ARRISSAT	99	119,1	116,5	111,533

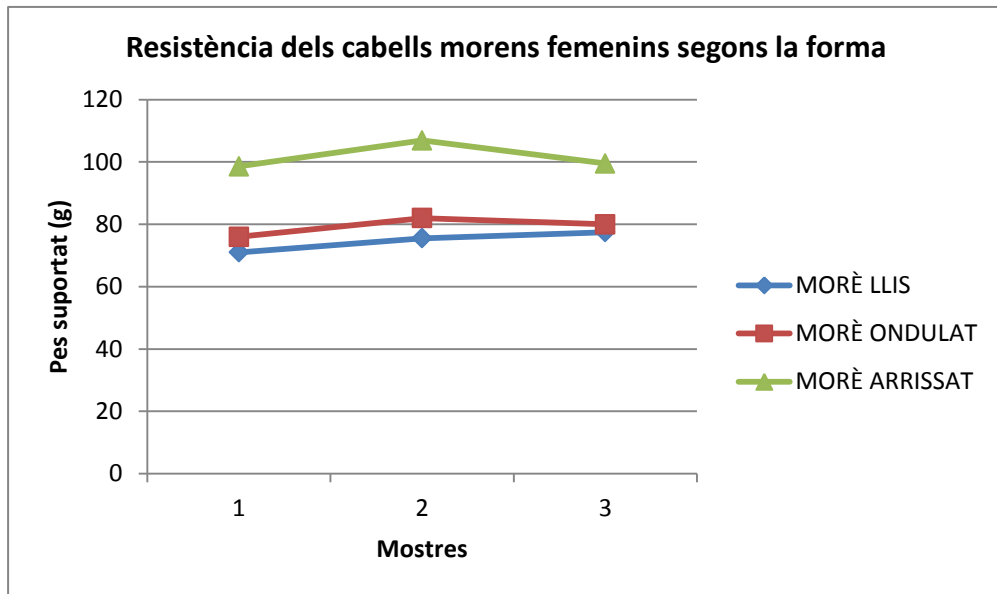
CABELL MASCULÍ		CABELL MASCULÍ	
MITJANA ROSSOS	76,937	MITJANA LLISOS	79,708
MITJANA CASTANYS	82,542	MITJANA ONDULATS	/
MITJANA MORENS	106,100	MITJANA ARRISSATS	97,344

Anàlisi de resultats:

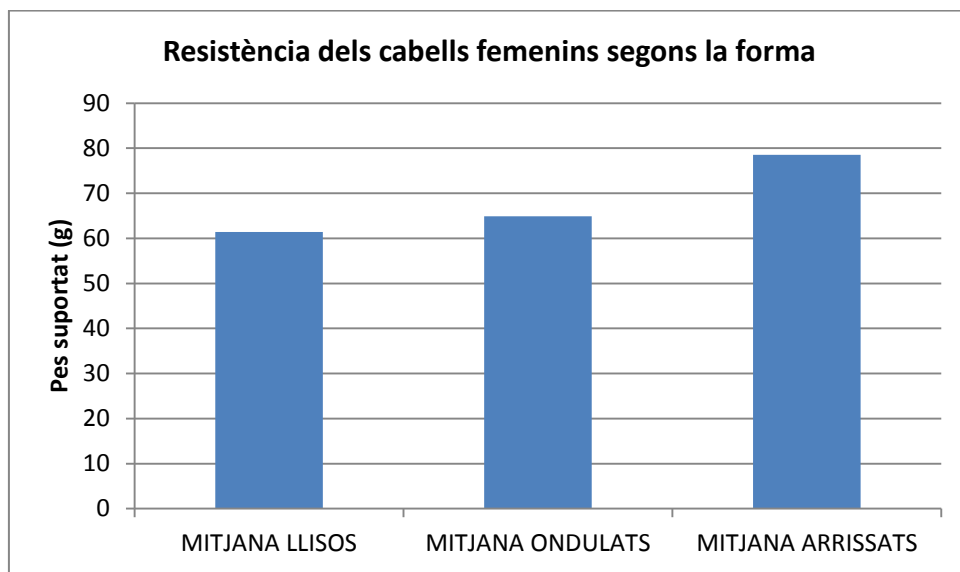
1. **Resistència segons la forma:**

En aquest apartat vam comprovar les diferències de resistència entre els cabells de diferent forma tenint com a base un mateix color de cabell. S'agrupen els resultats en les següents gràfiques:



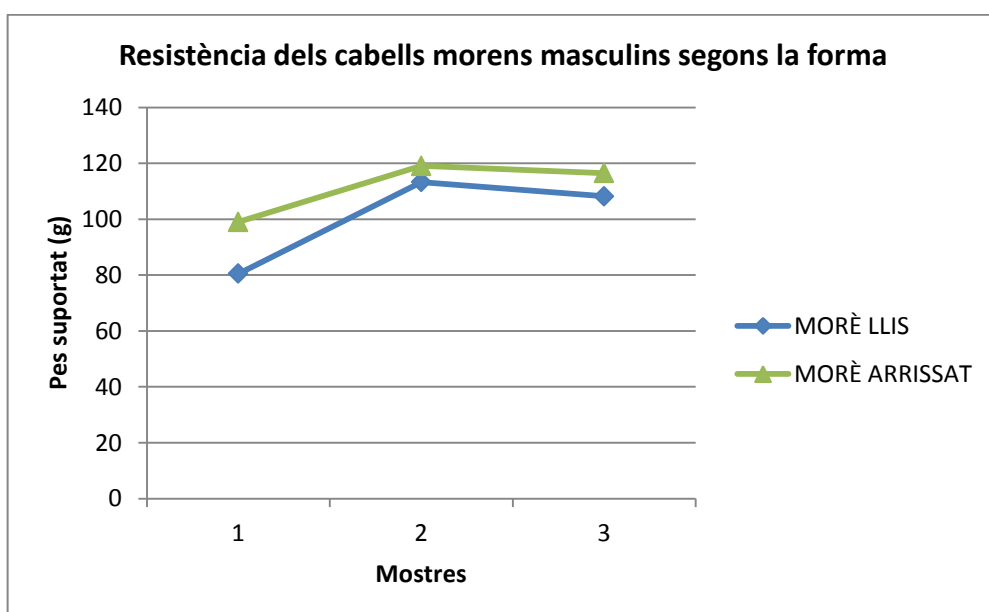
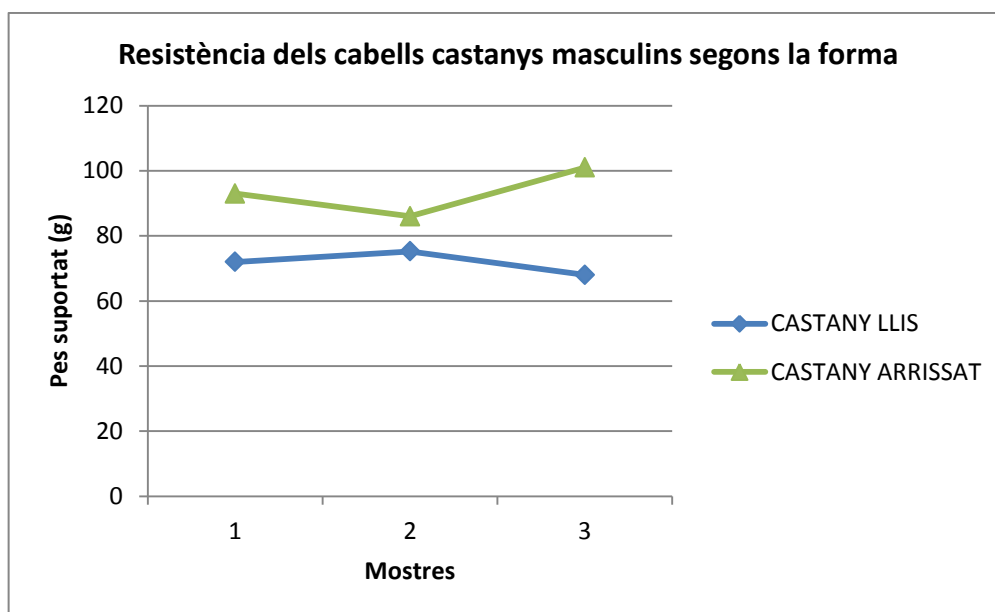
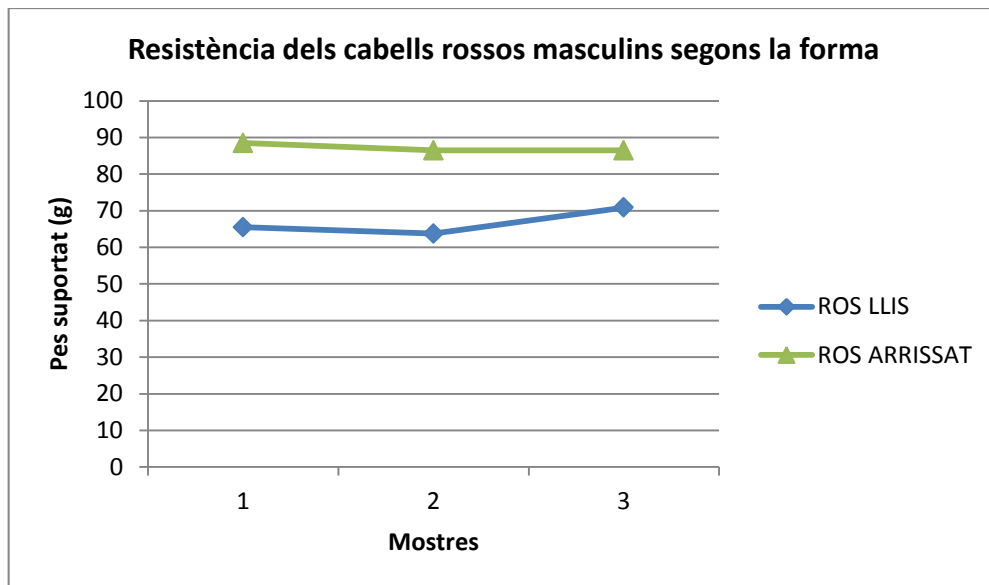


En la gràfica següent, a més, s'expressen les diferències entre les formes de cabell indistintament del seu color, ajuntant les mitjanes de les gràfiques anteriors.

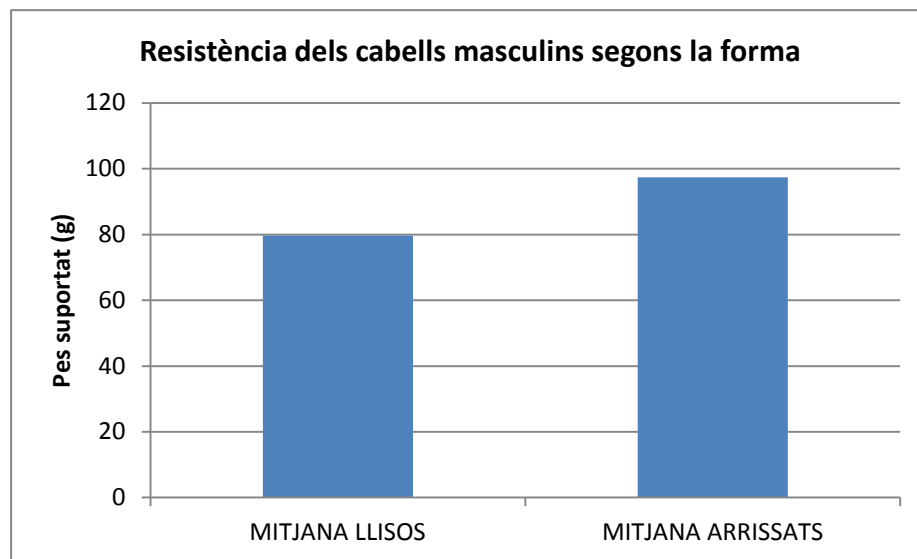


Per tant, podem arribar a la conclusió de que la resistència dels cabells arrissats és notablement superior a la dels altres dues. Aquest fet és degut als enllaços existents entre els components del cabell, responsables de la forma d'aquest (veure apartat 2.1.1).

Amb aquesta primera part feta vam dedicar-nos a seguir el mateix procediment en el cas de les mostres dels homes. Els resultats van ser els següents:



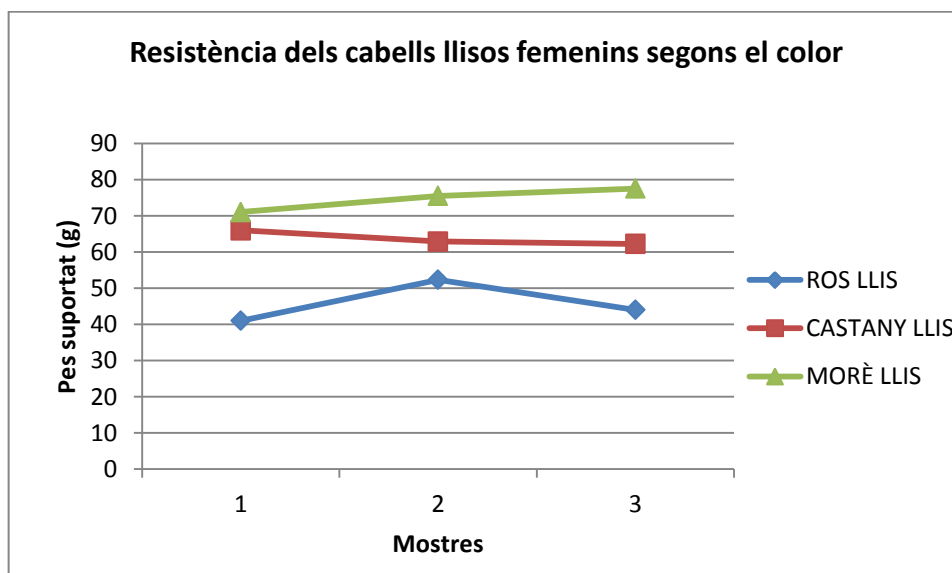
L'agrupament de les mitjanes de les gràfiques anteriors es troba expressat en la gràfica:

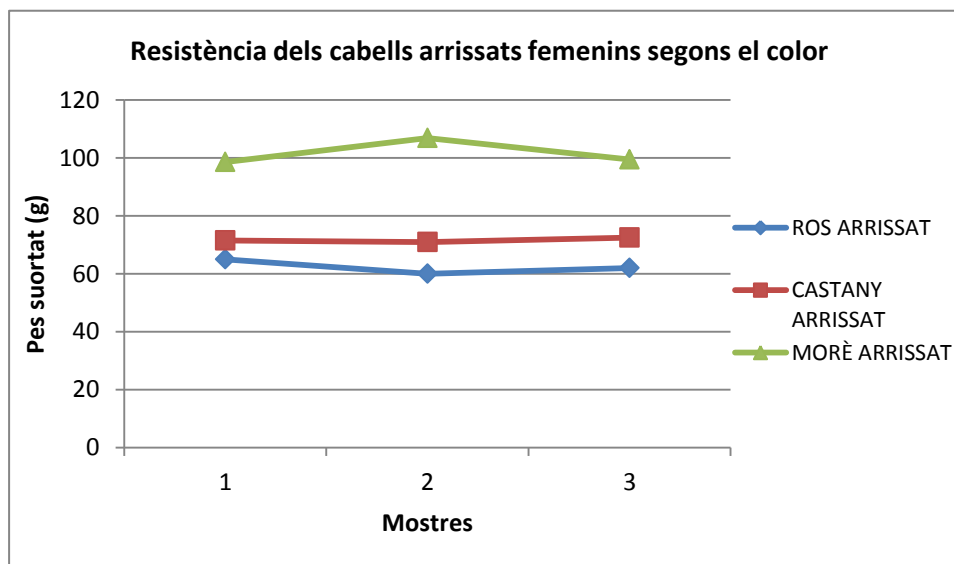
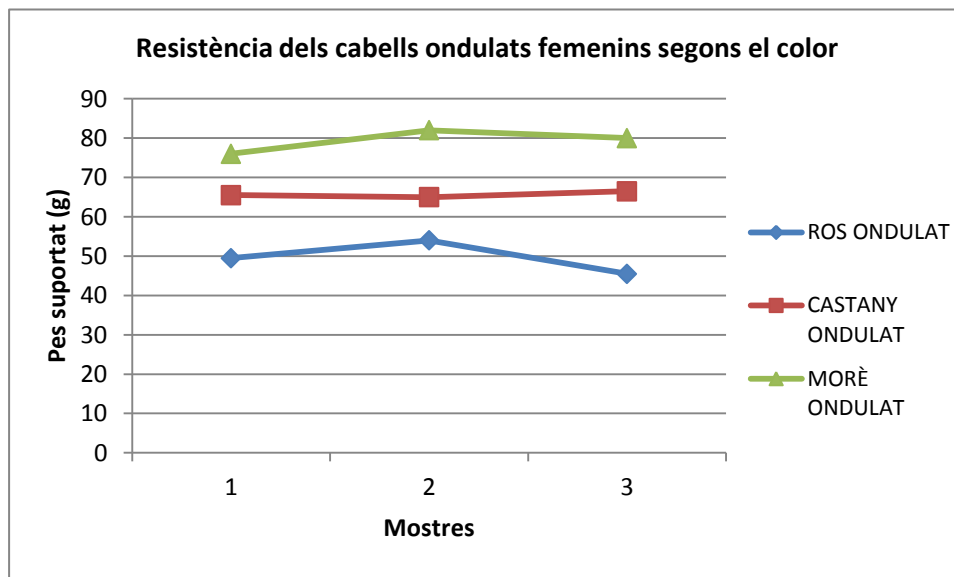


Podem determinar, doncs, que en els homes el cabell arrißat també és més resistent que el cabell llis, tal i com passa en les dones, degut als enllaços explicats anteriorment.

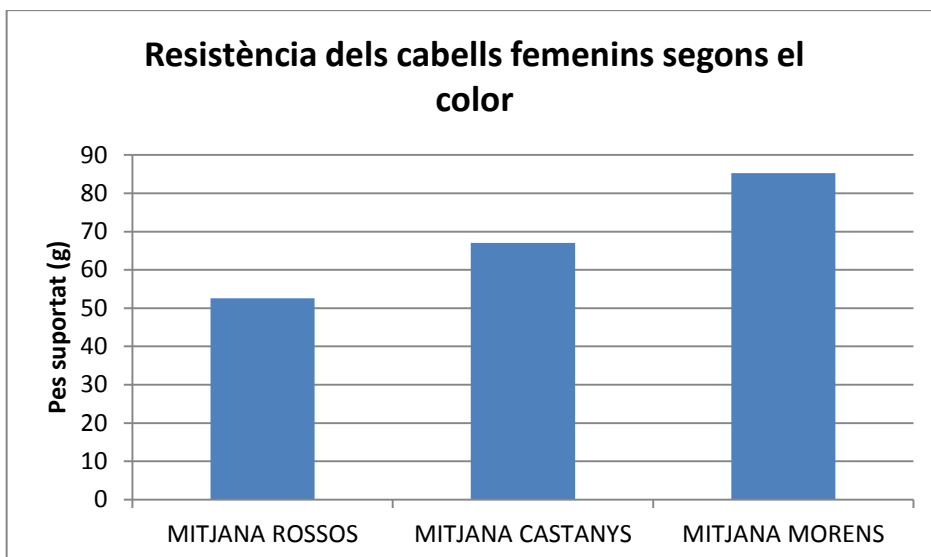
2. Resistència segons el color:

En aquesta secció s'estudia en el pes que suporten els cabells segons el color, partint d'una forma concreta. El procediment ha estat el mateix que en l'últim apartat. Tot seguit, els resultats obtinguts expressats en gràfiques lineals:



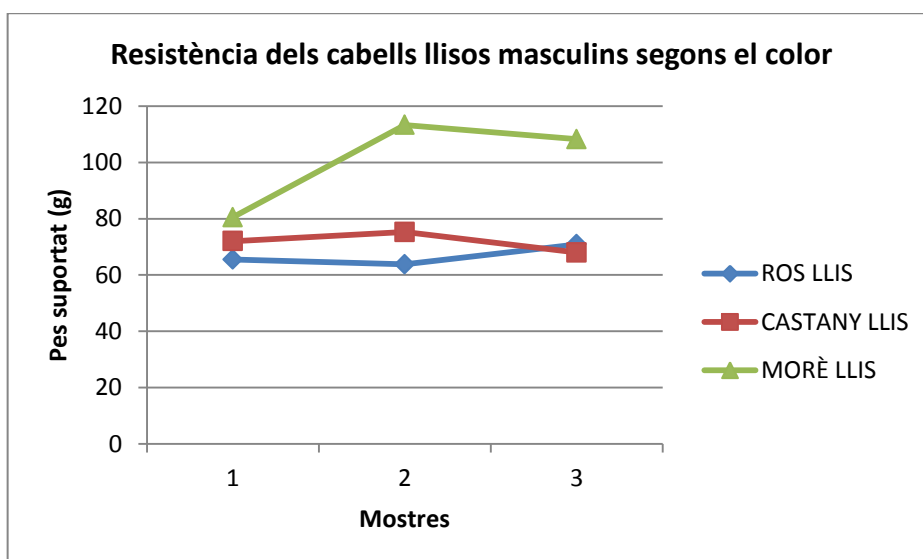


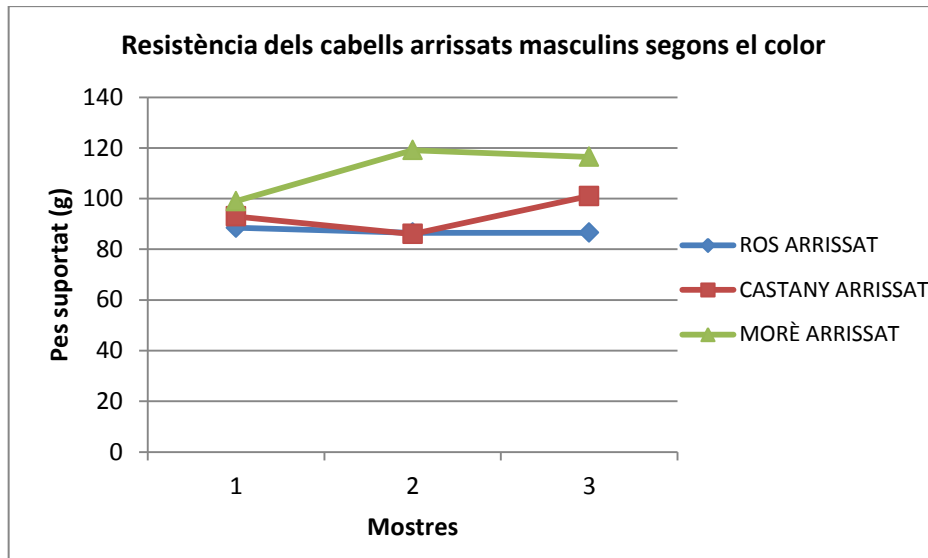
Amb aquestes dades, es pot realitzar una gràfica que reculli totes les mitjanes, per una observació més clara de les diferències:



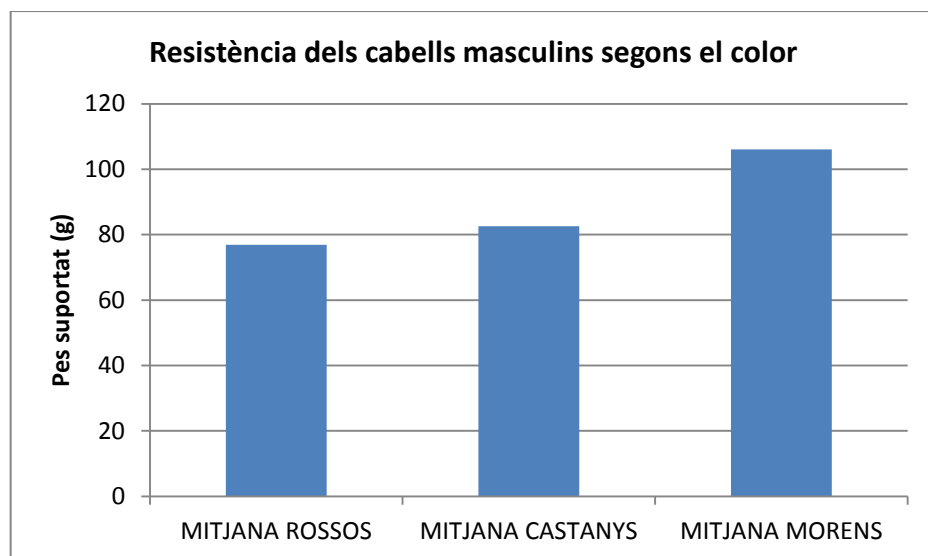
La conclusió d'aquestes gràfiques, com es pot veure clarament, és que els cabells foscos destaquen per sobre dels cabells rossos, ja que tenen molta més resistència. A més, també es comprova que el cabell castany és més fort que el ros, però no tant com el morè.

Seguidament vam comprovar l'experiència en els homes. Els resultats obtinguts van ser:





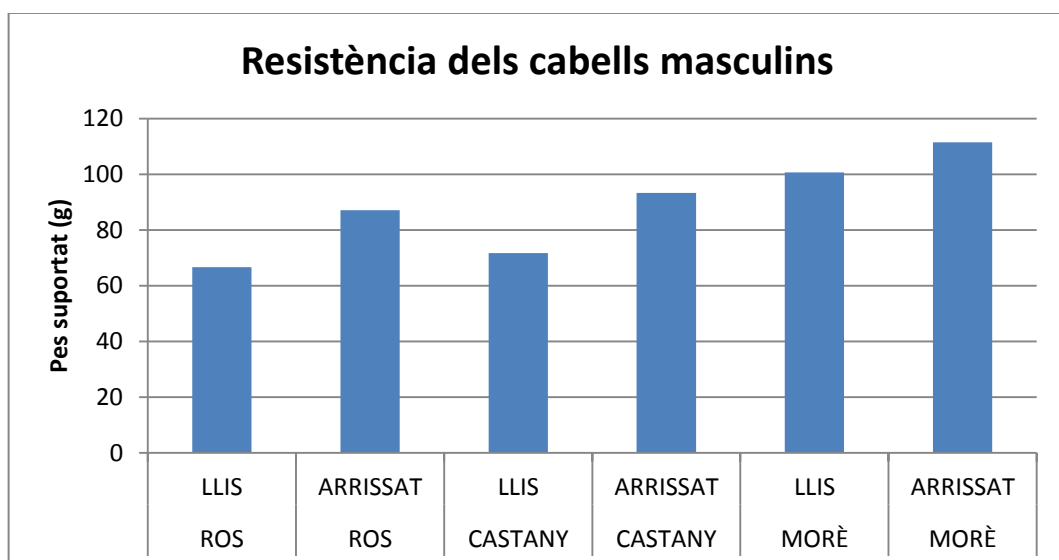
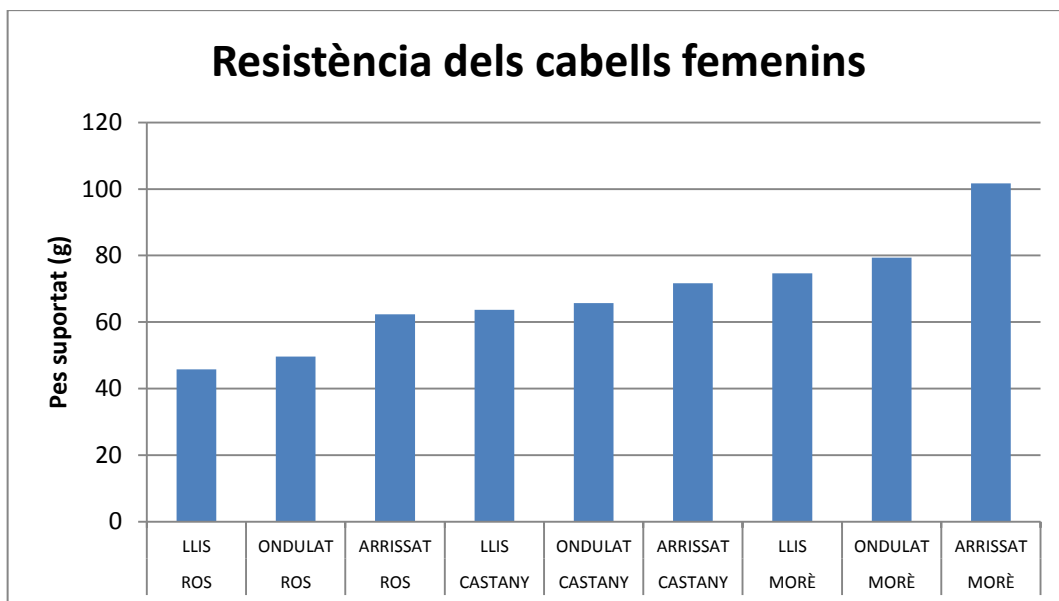
Com fins ara, recollim les mitjanes de les gràfiques per obtenir-ne una de global on es puguin observar clarament els resultats.



Comprovem que, tal i com passa amb les mostres de cabell femení, el cabell morè és notablement més resistent que el cabell ros, sent el cabell castany el nivell intermedi entre els dos.

Amb els resultats obtinguts hem investigat per trobar la possible explicació a aquest fet i, a més, hem extret altres conclusions. Aquesta part es troba recollida a l'ANNEX 2.

Consegüentment hem ajuntat totes les dades de les mitjanes que teníem per fer una gràfica general dels aspectes que hem tingut en compte fins ara, seguint els criteris de separació entre homes i dones.

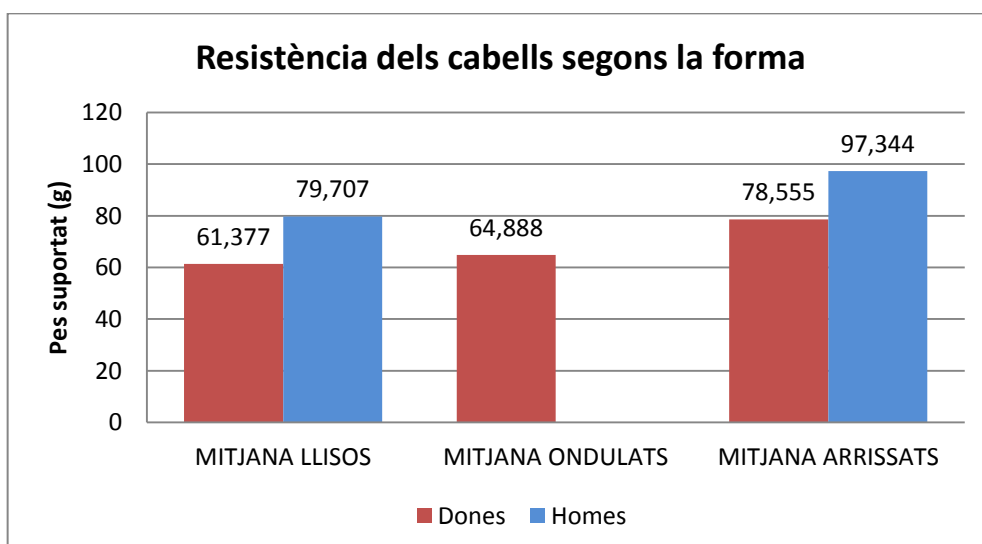
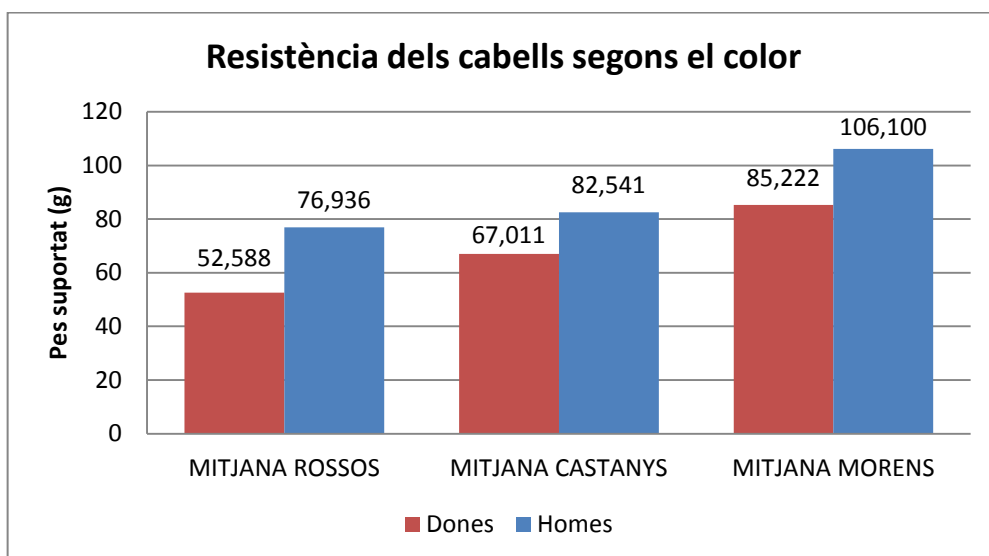


Per tant, com a conclusió i observant aquests últims gràfics, s'observa la clara diferència del pes suportat pels cabells si es comparen els colors i les formes d'aquests.

Es veu que a mesura que augmenta la tonalitat del cabell la resistència d'aquest també ho fa. Per altra banda, els cabells arrissats sempre són més forts que els llisos i, en el cas de les dones, els ondulats també superen als llisos (tot i que aquesta diferència no és tan destacable com l'anterior).

3. Resistència segons el sexe:

Per últim, hem fet una comparació entre les mostres femenines i les masculines, ja que d'aquesta manera veurem si hi ha alguna diferència de resistència deguda al sexe.



Les mostres de cabell masculí són més resistents, tant en color com en forma, que les femenines. En conclusió, el sexe també és un dels caràcters que determina la resistència del nostre cabell.

➡ Com hem comprovat, els caràcters llis i ros, sumats al sexe femení, són els que ocupen les posicions més baixes en referència a la resistència del cabell. Tot i així, al fer l'anàlisi de resultats hem trobat un únic cas en què cap d'aquests tres principis es compleixen. Aquesta mostra es troba detallada a l'ANNEX 3.

3.3 INFLUÈNCIA DE LA UTILITZACIÓ DELS TINTS EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL

L'objectiu d'aquesta experiència és el de comprovar quin impacte té l'ús dels tints en el cabell humà. Per realitzar-ho, va caldre utilitzar un grup control, que en aquest cas va ser un cabell castany que pertanyia a una dona que s'havia tallat la melena aquell mateix dia. Per tant, teníem suficient cabell com per realitzar totes les proves necessàries.

En primer lloc, i abans de començar qualsevol prova, era necessari determinar de quina tonalitat era la mostra de cabell utilitzant l'escala de tonalitats establerta en el món de la perruqueria i que vam extreure d'un llibre mostrari de tints, que ens va proporcionar la professional que ens va ajudar a realitzar l'experiència:

	ALTURA DEL TO DEL CABELL
1	NEGRE
2	CASTANY O BRU
3	CASTANY FOSC
4	CASTANY MIG
5	CASTANY CLAR
6	ROS FOSC
7	ROS MIG
8	ROS CLAR
9	ROS CLARÍSSIM
10	ROS EXTRA CLAR

El cabell base pertanyia a una tonalitat de nivell 4: castany mig. A partir d'aquí, vam establir tres tonalitats amb les quals tenyiríem el cabell: tonalitat 1 (negre), tonalitat 5 (la més semblant a la natural) i tonalitat 8 (ros clar). I, per últim, sotmetríem el cabell a una decoloració. Amb aquesta tècnica s'obté un color ros extremadament clar, i, a diferència dels tints, no es basa en la penetració d'un color determinat a l'interior del cabell, sinó que el peròxid d'hidrogen hi penetra directament i dispersa els seus pigments, fent que cada cop s'aclareixi més. Per tant, aquest mètode és molt més agressiu i, segons el criteri de professionals¹⁴¹⁵, afecta moltíssim a la resistència del cabell. Cal mencionar que els tints utilitzats corresponen a la casa comercial especialitzada *Schwarzkopf*.

¹⁴ Blog del centre d'estudis CCC, curs de tècnic en perruqueria: "www.aprendeconccc.com/2011/10/los-efectos-de-la-decoloracion-sobre-el-cabello/", consultat el 29/11/2012.

¹⁵ Hairfinder, pàgina web especialitzada: "<http://es.hairfinder.com/preguntas/decoloracion.htm>", 29/11/2012.

A més, tal i com ja s'ha explicat en altres apartats, els tints necessiten l'acció d'un oxidant per tenir un bon resultat (veure apartat 2.2.1). Aquests poden ser de molts tipus i poden tenir concentracions d'oxidant diferent segons si es desitja una gran penetració o no. En aquest cas, a la nostra disposició tindríem un oxidant del 3% i un del 9%, sent el de 9 més potent que l'altre.

En resum, el procediment de la pràctica és el següent:

1. Separar un bri de cabell de la mostra inicial que actuarà com a grup control. Cal fer la prova de la resistència d'aquest cabell i apuntar-ne els resultats. Aquesta serà la base respecte la qual s'establiran després les comparacions.
2. Dividir tot el cabell del que es disposa en 8 grupets, de tal manera que hi hagi, aproximadament, la mateixa quantitat en cada un.
3. Tenyir cada grup amb la tonalitat de tint escollida i un dels dos oxidants. Per fer-ho, es prepara la barreja del tint i l'oxidant en un recipient i després s'aplica al cabell amb una brotxa, assegurant la completa penetració del tint en totes les parts del cabell (fins i tot la més interna). Després, es tapa el cabell tenyit amb paper d'alumini i es deixa més de 15 minuts, per finalment rentar les restes de tint.
4. Fer la prova de la resistència del cabell pertanyent a cada grup (fins a 4 vegades). S'obté una mitjana de cada tonalitat de tint amb cada tipus d'oxidant, per després fer una gràfica i comparar els resultats.



Imatges realitzades durant el procés de tintat, en les que s'observa la divisió del cabell en grups, la pasta amb la que es realitza la decoloració i els grups de cabell en ple tintat, tan amb l'oxidant del 3% (esquerra) com del 9% (dreta)

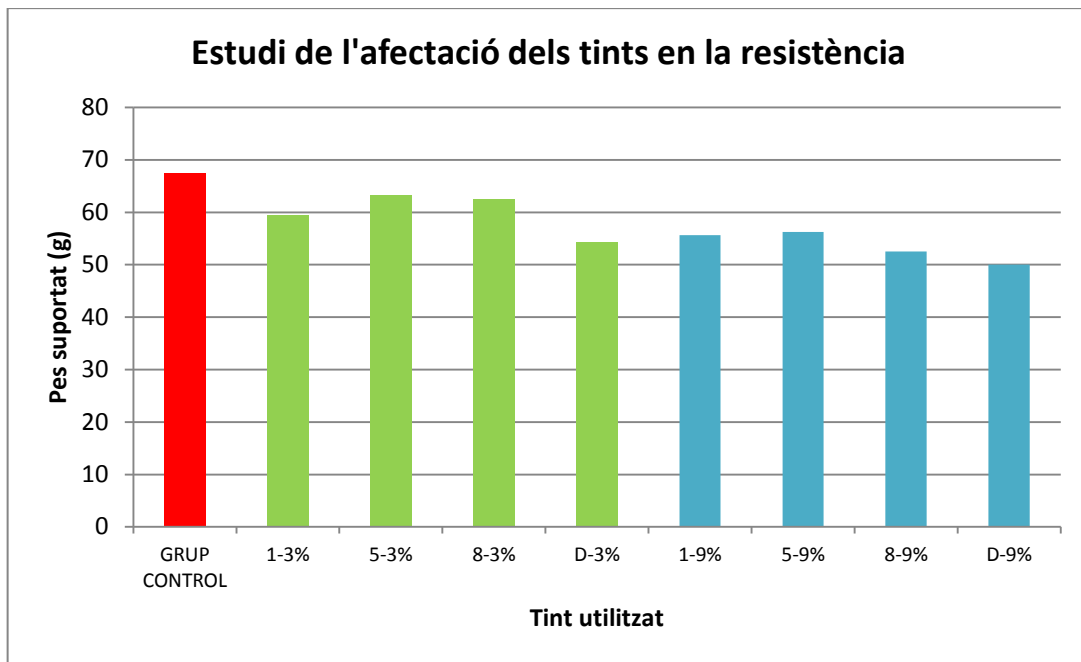


Imatge del resultat final en la que s'observa els grups de tint, sent els de la part esquerra els pertanyents a l'oxidant del 9% i els restants els del 3%.

Els resultats obtinguts s'expressen en la taula següent:

TINTS	MITJANES				
GRUP CONTROL	70g	65g	67,5g	67,5g	67,50g
1-3%	60g	62,5g	60g	55g	59,37g
5-3%	62,5g	60g	67,5g	62,5g	63,12g
8-3%	57,5g	62,5g	65g	65g	62,50g
D-3%	57,5g	52,5g	52,5g	55g	54,37g
1-9%	55g	60g	52,5g	55g	55,62g
5-9%	57,5g	57,5g	55g	55g	56,25g
8-9%	55g	52,5g	52,5g	50g	52,50g
D-9%	50g	52,5g	50g	47,5g	50g

Per una millor observació dels resultats, a continuació s'adjunta un diagrama de barres amb totes les mitjanes expressades.



En primer lloc, es veu clarament com després de l'acció del tint (independentment del tipus), el cabell pateix una pèrdua en la seva resistència, tal i com s'observa en comparar el pes suportat pel grup control (cabell natural, sense tenyir) i tots els altres.

En segon lloc, cal interpretar les diferències que poden existir entre les diferents tonalitats. La diferència entre els tints de les tonalitats 1, 5 i 8 són poc remarcables, tot i que sí que podem extreure que el tint que menys ha afectat el cabell natural és aquell que té una tonalitat semblant al seu (5). Pel que fa a la decoloració (D), és cert que és la tècnica de tint més perjudicial per la salut del cabell.

En referència als oxidants, la diferència és clara. El tint amb un oxidant del 9% és molt més penetrant i, en conseqüència, disminueix molt més la resistència d'aquest.

En conclusió, l'efecte que té el tint sobre el cabell no depèn tant de la tonalitat amb la que ens tenyim, sinó que depèn en gran mesura de la intensitat d'oxidant que utilitzem.

3.4 EFECTE DE LA PERMANENT EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL

Aquest apartat té l'objectiu de comprovar quin efecte té la permanent arrissada, la més habitual, en la resistència del cabell.

Per fer-ho, partíem d'una mostra femenina d'una tonalitat castanya. Aquesta es dividiria en dos grups, un que actuaria de grup control i un altre al qual aplicaríem la permanent.

El procés de la permanent que vam seguir es troba detallat a l'apartat 2.2.2.



Fotografia dels productes utilitzats durant la permanent

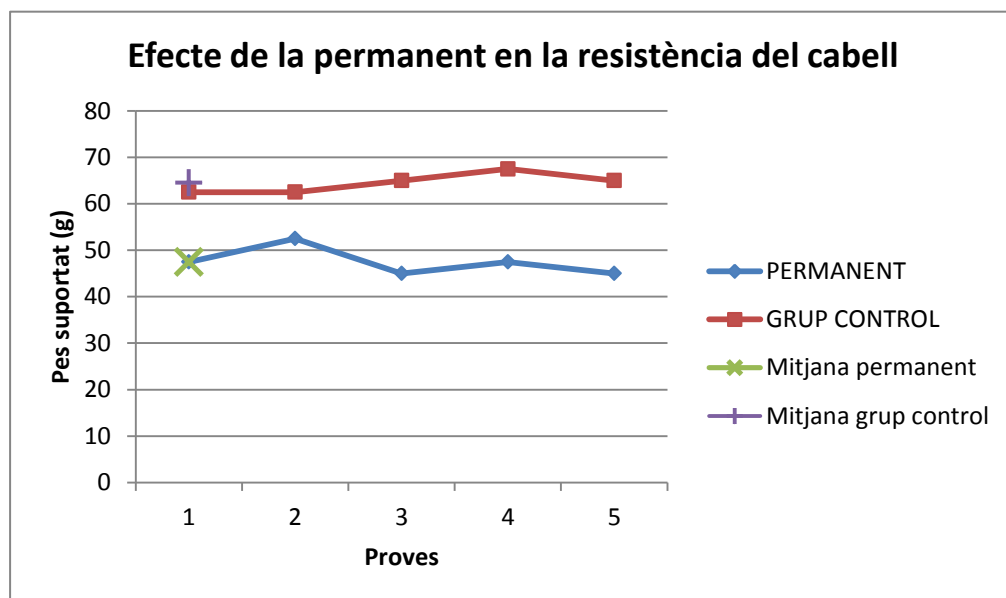
1. Neutralitzant
2. Reductor l'ÓREAL
3. Cotó fluix
4. Bigudins
5. Guants
6. Comptador del temps

Un cop aquesta estava feta, vam realitzar la prova que es va mantenint al llarg del treball per calcular la resistència que aquest aguantava. I, finalment, la tornàrem a realitzar però amb els cabells pertanyents al grup control, per poder establir una comparació.

Els resultats de les dues proves són els següents, expressats en forma de taula i de gràfic lineal:

GRUP CONTROL					
PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
62,5	62,5	65	67,5	65	64,5

CABELL AMB PERMANENT					
PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
47,5	52,5	45	47,5	45	47,5



Observant el gràfic, s'observa una evidenciada disminució de la capacitat de suportar pes dels cabells. Mentre que en el seu inici la mostra de cabell resistia una mitjana de 64,5, després de la permanent aquesta disminuïa 17 grams (sent 47,5). Per tant, un 26,3%.

Aquest efecte és degut al trencament dels enllaços que es produeix durant la permanent i el debilitament del cabell que això comporta, ja que malgrat la formació de nous enllaços (que donen la forma volguda), aquests no es poden comparar amb els naturals que té el cabell en el seu inici.

3.5 EFECTE DEL CLOR EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL

L'objectiu d'aquesta pràctica era comprovar experimentalment l'existència o no d'un efecte del clor sobre la resistència del cabell, ja que és comuna l'advertència de l'acció del clor de la piscina en el nostre cabell.

Per fer-ho, en primer lloc vam establir una mostra de cabell castany llis que funcionava de grup control, i en vam calcular la resistència, seguint el procediment fet en experiments anteriors. Els resultats obtinguts en aquest moment són els següents, amb la mitjana total:

CABELL ORIGINAL

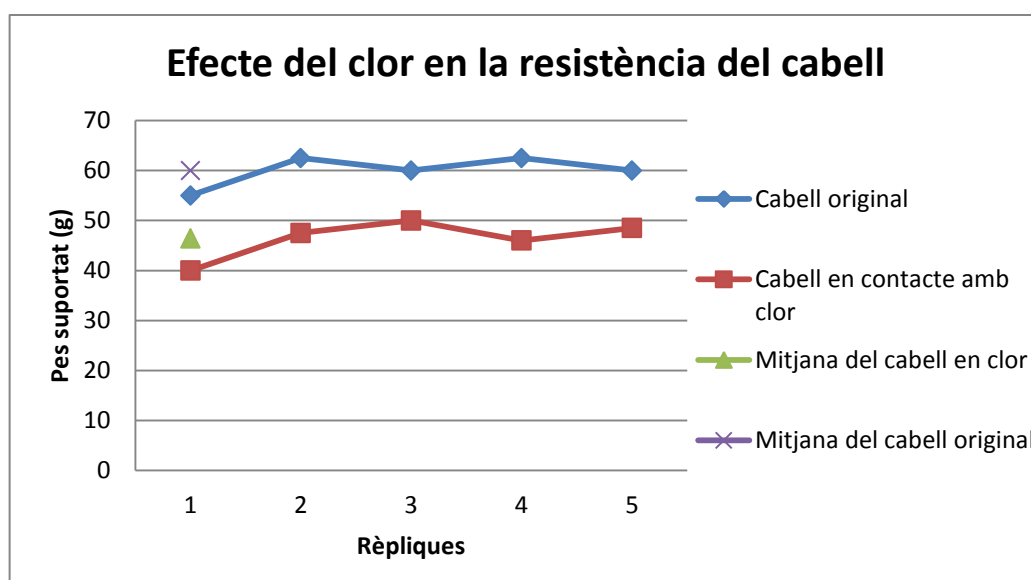
PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
55g	62,5g	60g	62,5g	60g	60g

A continuació, vam posar una bri de cabell de la mateixa mostra en una dissolució d'aigua amb clor durant 6,5h, per després extreure-la i tornar a realitzar la prova. La dissolució, de 150ml d'aigua, contenia una pastilla de clor de 0,18 grams, sent així la concentració 0'033M. La quantitat de clor i el temps van ser escollits sense un criteri estricte, ja que el nostre objectiu principal era comprovar què succeïa.

CABELL AMB CLOR DURANT 6:30 HORES

PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
40 g	47,5 g	50 g	46 g	48,5g	46,4 g

La diferència, doncs, era clara i contundent. Mentre que en el seu inici el cabell era capaç de suportar una mitjana de 60 grams, després de l'acció del clor en ell aquesta disminuïa fins a 46,4 grams. Per tant, la resistència patia un descens de **13,4 grams**. Expressat en tant per cent representa una disminució del 22,3%. Aquests resultats els vam expressar en la següent gràfica:



Així doncs, aquesta pràctica demostra la certesa de l'efecte negatiu del clor en la resistència capil·lar (veure apartat 2.3)

La prova anterior ens va servir per comprovar el gran efecte que pot tenir el clor en el nostre cabell en concentracions molt elevades i durant un llarg període de temps. Però és cert que aquest experiment no s'ajusta a la realitat, perquè ni les concentracions a les piscines són tan altes ni una persona és exposada durant 6,5 hores ininterrompudament a aquest factor.

Per tant, vam decidir ajustar l'experiment a les condicions habituals. Per fer-ho, vam buscar quina és la concentració adient de clor en una piscina pública, dada que vam trobar a diverses pàgines web especialitzades^{16 17}, però vam decidir cercar una font cent per cent fiable i de caràcter legal i normatiu. El decret 95/2000 de la Generalitat de Catalunya¹⁸, que estableix les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic, en l'article 20 informa que la concentració de clor lliure (aquell que s'afegeix a l'aigua) ha de trobar-se entre 0,5-2ppm (equivalent a mg/L).

Així doncs, per poder dur a terme l'experiment en 1 litre d'aigua caldria afegir 0,0015 grams, una quantitat molt difícil de pesar i obtenir. Per això, una solució seria agafar una mostra de l'aigua d'una piscina i realitzar la prova amb aquesta. Degut a les condicions en què ens trobàvem, això finalment va resultar impossible, i vam decidir finalitzar l'experiment en aquest punt, ja que almenys havíem demostrat l'efecte negatiu del clor en els nostres cabells i la importància de la regulació de la quantitat de clor en una piscina.

¹⁶ <http://www.piscinasagua.com/agua/cloro.html>, consultat el 03/01/2012

¹⁷ <http://www.cloro.info/preguntas-frecuentes/preguntas-sobre-cloro-y-agua>, consultat el 03/01/2012

¹⁸ http://www20.gencat.cat/docs/Joventut/Documents/Arxiu/Lleure/Decret95_2000.pdf

3.6 EFECTE DE L'AIGUA SALADA EN LA RESISTÈNCIA DEL CABELL

L'objectiu del següent experiment és comprovar l'efecte de la sal en el nostre cabell, ja que aquesta es troba present en l'aigua del mar i, per tant, és un dels altres factors externs que poden entrar en contacte amb el nostre cabell i afectar-ne, o no, la seva resistència.

En primer lloc, vam buscar quina era la concentració de sal en l'aigua marina, trobant varies fonts que coincidien en la resposta. Segons l'edició digital de la revista *muyinteresante*¹⁹, la concentració de sal en els oceans no és constant, però existeix un terme mig d'entre 33 i 39 grams de sal per litre d'aigua. Per altra banda, el *Colegio Oficial de Ingenieros de Madrid (COIIM)*, publica a la seva revista informativa número 54, pertanyent als mesos de novembre i desembre de 2011, un document sobre les salines de Belinchón²⁰ (Cuenca), on també apareix la mateixa informació. Finalment, una publicació a càrrec de Miguel Torres²¹, cap de l'Àrea de Qualitat de les Aigües CEDEX, per la Confederació Hidrogràfica del Guadalquivir i el Ministeri de Medi Ambient aporta la dada de 35 grams de sal per litre d'aigua, que reforça la veracitat de les informacions anteriors.

Amb aquesta informació, i amb la impossibilitat de tenir aigua del mar, vam preparar una dissolució d'aigua i sal que mantingués els valors de l'aigua del mar. Així, vam posar 300ml d'aigua en un vas de precipitats amb 10,5g de sal (35g/l) i, posteriorment, li vam afegir el cabell recent tallat (de la mateixa persona que a la prova del clor, ja que així ja teníem les dades del grup control).

Vam mantenir el cabell en la dissolució dues hores, ja que ens va semblar un temps raonable durant el qual una persona es posa en contacte amb l'aigua marina a l'estiu.

Els resultats pertanyents al grup control, és a dir, a la mostra de cabell que no havia estat sotmesa a l'aigua salada són els que pertanyen a la primera taula. En la segona taula podem observar els que corresponen al cabell exposat a l'aigua salada:

GRUP CONTROL					
PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
55	62,5	60	62,5	60	60

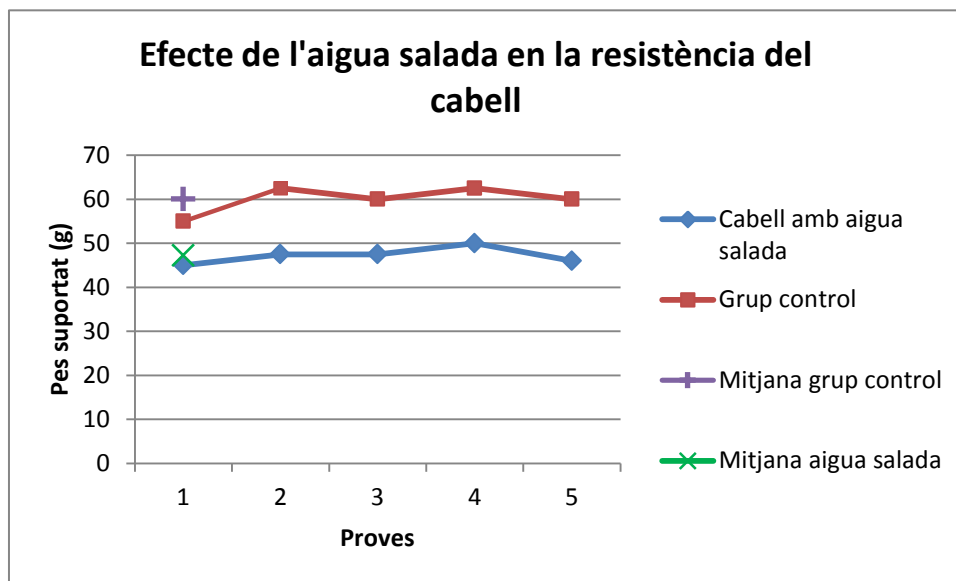
CABELL EN CONTACTE AMB AIGUA SALADA					
PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
45	47,5	47,5	50	46	47,2

¹⁹ <http://www.muyinteresante.es/ila-concentracion-de-sal-en-el-mar-es-constante>, del 2/3/2000. Consultat el 29/12/12

²⁰ http://www.coiim.es/rrii/Revista%20COIIM/Revista_COIIM_54.pdf, novembre-desembre 2011. Consultat el 2/12/12

²¹ http://www.chguadalquivir.es/export/sites/default/portalchg/marcoLegal/planHidrologicoNacional/ficheros/DesalacionAguaMarySalmuera_18_6_04.pdf, del 18/06/04. Consultat el 29/12/12.

Amb les dades següents es pot realitzar el gràfic següent, on es pot veure la disminució en la resistència del cabell que ha patit una exposició a l'aigua salada respecte l'original:



La diferència, doncs, és evident. Mentre que el grup control és capaç de suportar una mitjana de 60 grams, després de l'acció de l'aigua salada en ell aquesta disminueix fins a 47,2 grams. Per tant, la resistència patia un descens de **12,8 grams**. Expressat en tant per cent representa una disminució del 21,3%.

En conclusió, tal i com succeeix amb el clor en l'apartat anterior, l'experiència ens mostra la certesa de l'efecte negatiu de l'aigua salada en la resistència del nostre cabell (veure apartat 2.3).

No obstant, s'ha de tenir present que l'aigua emprada no correspon exactament a l'aigua del mar, ja que aquesta última conté altres substàncies, no és únicament una dissolució d'aigua i sal.

4. RESULTATS

Amb tots els experiments ja acabats, se'ns va proposar fer un estudi de fiabilitat, per poder comprovar fins a quin punt els nostres resultats eren correctes i posar així un punt final al nostre treball.

La tècnica escollida va ser la desviació estàndard (σ), que consisteix en una mesura de variabilitat que s'usa en estadística i teoria de probabilitats. Mostra quina variació de dispersió hi ha respecte la mitjana: una desviació baixa indica que els punts de dades tendeixen a ser propers a la mitjana, mentre que una desviació alta mostra que les dades s'estenen al llarg d'un gran rang de valors.

Aquest mètode s'utilitza molt per expressar la variabilitat d'una població, però també per mesurar la confiança en conclusions estadístiques, que és l'objectiu en el nostre treball.

La fórmula de la desviació estàndard és l'arrel quadrada de la variància. Per calcular aquesta última, es segueix els passos següents:

1. A cada dada obtinguda se li resta la mitjana total.
2. Els números resultants són elevats al quadrat i sumats entre ells.
3. El resultat es divideix pel nombre de dades totals menys 1.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \times \sum (x_1 - \bar{x})^2}$$

A continuació, la taula de les dades amb les desviacions estàndard corresponents de l'experiment 3.2:

CABELL FEMENÍ									
Color de cabell	Forma de cabell	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mitjana total		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
ROS	LLIS	41	52,3	44	45,767		34,2	5,8	12,67%
ROS	ONDULAT	49,5	54	45,5	49,667		18	4,24	8,53%
ROS	ARRISSAT	65	60	62	62,333		6,3	2,5	4,01%
CASTANY	LLIS	66	62,9	62,2	63,700		4	2	3,10%
CASTANY	ONDULAT	65,5	65	66,5	65,667		0,58	0,76	1,15%
CASTANY	ARRISSAT	71,5	71	72,5	71,667		0,58	0,76	1,06%
MORÈ	LLIS	71	75,5	77,5	74,667		11	3,32	4,44%
MORÈ	ONDULAT	76	82	80	79,333		9,3	3,05	3,80%
MORÈ	ARRISSAT	98,6	106,9	99,5	101,667		20,7	4,55	4,47%

CABELL FEMENÍ					
	MITJANA		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
MITJANA ROSSOS	52,589		75	8	15,21%
MITJANA CASTANYS	67,011		23,6	4,8	7,16%
MITJANA MORENS	85,222		208	14	16,42%
CABELL FEMENÍ					
	MITJANA		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
MITJANA LLISOS	61,378		212,8	14,5	23,60%
MITJANA ONDULATS	64,889		220,4	14,8	22,80%
MITJANA ARRISSATS	78,556		422,3	20,5	26,09%

CABELL MASCULÍ									
Color de cabell	Forma de cabell	Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mitjana total		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
ROS	LLIS	65,5	63,75	70,87	66,707		13,7	3,7	5,54%
ROS	ARRISSAT	88,5	86,5	86,5	87,167		1,3	1,15	1,31%
CASTANY	LLIS	72	75,25	68	71,750		13,8	3,63	5,05%
CASTANY	ARRISSAT	93	86	101	93,333		56	7,5	8,03%
MORÈ	LLIS	80,5	113,3	108,2	100,667		311	17	16,88%
MORÈ	ARRISSAT	99	119,1	116,5	111,533		119,4	10,8	9,68%

CABELL MASCULÍ					
	MITJANA		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
	MITJANA		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
MITJANA ROSSOS	76,937		224	14,9	19,36%
MITJANA CASTANYS	82,542		232	15,23	18,45%
MITJANA MORENS	106,100		66,7	8,1	7,63%
CABELL MASCULÍ					
	MITJANA		VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	%ERROR
MITJANA LLISOS	79,708		335	18,3	22,95%
MITJANA ONDULATS	/				
MITJANA ARRISSATS	97,344		160,5	12,6	12,94%

Com s'observa en les taules anteriors, els resultats obtinguts com a desviació estàndard no són excessivament alts tenint en compte les mitjanes inicials (ja que aquestes tenen valors numèrics molt elevats). Així doncs, una desviació de 5,8 no és alarmant si prestem atenció a la mitjana, que és de 45,767 (el tant per cent d'error és del 12,67%).

Per altra banda, les desviacions i tant per cents d'error més elevats pertanyen a aquelles mostres menys uniformes. Per exemple, en la mitjana de cabells rossos s'hi ajunten els cabells arrissats, ondulats i llisos que l'únic que comparteixen és el color, mentre que en la mitjana de llisos s'ajunten cabells de tres

tonalitats diferents amb la mateixa forma. En conclusió, és lògic que les desviacions siguin més elevades en aquests casos que quan les mostres són més uniformes.

Per assegurar la fiabilitat de l'experiment, en comptes de calcular la desviació amb les mitjanes de les 3 mostres de cada tipus de cabell, vam decidir fer-ho a partir de les 15 proves realitzades (5 per a cada una de les 3 mostres). Això es va aplicar als dos tipus de cabell amb la desviació més elevada:

CABELLS MASCULINS, MORENS I LLISOS																		
PROVES REALITZADES															MITJANA	VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
MOSTRA 1					MOSTRA 2					MOSTRA 3								
80	70	90	80	82,5	120,5	110	115,5	120	100,5	110,5	120	115,5	100	95	100,667	273,618	16,5	16,39%

CABELLS MASCULINS, MORENS I ARRISSATS																		
PROVES REALITZADES															MITJANA	VARIÀNCIA	DESVIACIÓ	% ERROR
MOSTRA 1					MOSTRA 2					MOSTRA 3								
95	100	95	115	90	120	110,5	125	125	115	125	112,5	120	115	110	111,533	100,549	10,03	8,99%

Tal i com es pot observar, la desviació estàndard quasi no disminueix i això ens porta a assegurar que els resultats de les desviacions anteriors ja eren els definitius.

També vam proposar comprovar la fiabilitat de l'experiment dels tints (apartat 3.3), sent la taula següent el resultat:

TINTS					MITJANES	VARIÀNCIA	DESVIACIÓ ESTÀNDARD	% ERROR
GRUP CONTROL	70	65	67,5	67,5	67,5	4,166	2,041	3,02%
1-3%	60	62,5	60	55	59,375	9,896	3,146	5,30%
5-3%	62,5	60	67,5	62,5	63,125	9,896	3,146	4,98%
8-3%	57,5	62,5	65	65	62,5	37,5	6,123	9,79%
D-3%	57,5	52,5	52,5	55	54,375	17,21	4,148	7,66%
1-9%	55	60	52,5	55	55,625	29,69	5,448	9,79%
5-9%	57,5	57,5	55	55	56,25	2,083	1,443	2,57%
8-9%	55	52,5	52,5	50	52,5	12,5	3,535	6,73%
D-9%	50	52,5	50	47,5	50	4,166	2,04	4,08%

Com es pot observar, les desviacions estàndard no superen el 10% d'error i, per tant, podem assegurar sense por a equivocar-nos que l'experiment resulta bastant fiable.

5. CONCLUSIONS

Cada un dels experiments que componen la part experimental dóna lloc a les seves conclusions i, en alguns casos, a futures investigacions possibles.

En el cas de la primera pràctica, queda clara la pèrdua de resistència d'un cabell temps després d'haver estat tallat, cosa que genera que aquest cabell passat un temps no sigui igual a l'original, i que en el cas de voler realitzar altres proves és una informació a tenir molt en compte si es desitja una certa fiabilitat. El resultat d'aquesta pràctica ens va sorprendre, ja que va negar la nostra hipòtesi, i ens va fer plantejar una nova pregunta susceptible a ser resolta en un futur: si el cabell perd resistència amb el temps, com és possible l'existència de perruques naturals?

El segon apartat de la part experimental aporta diverses conclusions i noves hipòtesis que podrien ser comprovades en altres treballs i investigacions. En primer lloc, els resultats demostren que depenent de les característiques físiques del cabell, i també el sexe de la persona, la resistència capil·lar varia. Així, trobem la victòria del sexe masculí sobre el femení, del cabell fosc sobre el clar i del cabell arrissat sobre el llis en referència a la resistència del cabell. Això, però, no és tot, ja que tal i com es detalla en els annexos, apareixen noves incògnites que podrien ser resoltes en nous experiments: comprovar si el gruix del cabell és proporcional a la resistència (cosa que donaria explicació a la resistència major dels cabells foscos) o investigar el paper de la genètica més enllà de la transmissió de les característiques físiques.

La secció dels tints suposa l'inici d'un subapartat dins la pràctica degut a que a partir d'aquest punt tot es basa factors externs que puguin afectar al cabell. Aquesta secció contradiu la idea de que els tints són inofensius tan present en la publicitat i la societat i avisa de l'efecte negatiu d'aquest. Aquesta funció també la realitza l'apartat posterior, el que estudia l'acció de les permanents.

Els dos últims apartats, corresponents a l'efecte del cor i l'aigua salada, podrien relacionar-se entre ells ja que ambdós fan referència a elements que poden entrar en contacte fàcilment amb el nostre cabell i alterar-ne la resistència. Tot i que en aquest treball no s'ha utilitzat aigua del mar natural i aigua d'una piscina real, sí que demostra la perillositat del clor en concentracions molt altes i el caràcter negatiu de l'aigua amb sal. A més, obria noves portes a futures pràctiques, com l'experimentació sense la preparació d'aigües artificials.

Per concloure, a més dels nous temes de treball sorgits durant la realització del nostre treball de recerca, cal mencionar algunes idees que teníem abans de començar i que no van poder ser portades a terme per problemes varis.

En primer lloc, seria interessant observar el paper de l'edat en la resistència del cabell, tot agafant mostres de persones adultes i comparant-les amb les adolescents. Aquesta proposta no va ser realitzada degut a la dificultat de trobar suficient cabells naturals, no tenyits, en dones adultes.

En relació amb això, també es podria observar la resistència dels cabells blancs, ja que hi ha la idea establerta de que són els cabells més forts de tots. Així, es podria demostrar la veracitat, o no, d'aquest mite.

El sol seria un dels altres factors externs a poder ser investigats, junt amb altres tractaments diferents als tints i la permanent (els detallats en l'apartat 2.2.3 del treball).

6. AGRAÏMENTS

Creiem convenient mencionar a aquelles persones vitals en la realització d'aquest treball, sense les quals hagués estat molt complicat arribar al final d'aquest.

En primer lloc, donar les gràcies a la direcció i al professorat de l'Escola Paidós per la facilitat que ens va donar en la recollida de mostres als diferents alumnes del centre. A més, agrair a tots aquests alumnes que van decidir col·laborar sense posar cap tipus d'impediment. Evidentment, el treball sense ells i les seves mostres de cabell hagués resultat completament impossible.

En segon lloc, mencionar dos professionals de perruqueria que van col·laborar en la nostra part pràctica. Agrair a Perruqueria Àngela que ens permetés l'accés als seus productes de tint i a les instal·lacions de la perruqueria, i a Mercè Bernat per posar a la nostra disposició els productes per fer la permanent.

També donar un agraïment general a tota aquella gent que ha pogut tenir alguna relació amb el nostre treball i participar-hi d'alguna manera o altra. I, en últim lloc, a Ramón Tarruella, el nostre tutor, per orientar-nos en el nostre treball en tot moment.

7. WEBGRAFIA I BIBLIOGRAFIA

WEBGRAFIA:

CONCENTRACIÓ DE L'AIGUA DEL MAR

<http://www.muyinteresante.es/ila-concentracion-de-sal-en-el-mar-es-constante>

http://www.coiim.es/rrii/Revista%20COIIM/Revista_COIIM_54.pdf

http://www.chguadalquivir.es/export/sites/default/portalchg/marcoLegal/planHidrologicoNacional/ficheros/DesalacionAguaMarySalmuera_18_6_04.pdf

CONCENTRACIÓ DE L'AIGUA DE LA PISCINA

<http://www.piscinasagua.com/agua/cloro.html>

<http://www.cloro.info/preguntas-frecuentes/preguntas-sobre-cloro-y-agua>

http://www20.gencat.cat/docs/Joventut/Documents/Arxiu/Lleure/Decret95_2000.pdf

EFFECTE DE LA HUMITAT EN EL CABELL

<http://www.diversica.com/modaybelleza/archivos/2005/01/mitos-sobre-el-cabello.php>

EFFECTE DEL CLOR EN EL CABELL

<http://azorero.blogspot.com.es/2007/06/por-qu-se-aade-cloro-las-piscinas.html>

<http://www.blautech.com/productos-quimicos-piscinas/consejos-ph.html>

<http://www.naturallycurly.com/curlreading/curl-products/ph-and-how-it-relates-to-hair>

http://cv.uoc.edu/JOVELLANOS/y/mat/cursos/gestion_crisis/documentos/lcc/Contenidos/Parte01/Tema_1_22.htm

ESTRUCTURA DEL CABELL:

<http://es.hairfinder.com/preguntas/estructura-cabello.htm>

<http://www alopecia-pelo-salud.com/estructura-del-cabello.htm>

<http://www.cuidadodelcabello.net/el-cabello/la-composicion-del-cabello/>

<http://www.revistaamiga.com/mapamujer06/10672316449.htm>

http://www.recupereelpelo.com/recuperar/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=182

GENÈTICA DEL CABELL

http://www.hairfinder.com/info/hereditary_hair_color.htm

<http://www.quimicaweb.net>

TINTS I DECOLORACIÓ:

<http://www.nirvel.es/es/detalle-tecnicas-peluqueria.php?id=36>

http://www.esencialidad.com/index.php?option=com_content&task=view&id=342&Itemid=483

<http://www.tratamientodekeratina.net>

<http://www.botanical-online.com/medicinalscuidadodelcabellomascarillas.htm>

<http://www.elmundo.es/elmundosalud/2007/02/02/medicina/1170412215.html>

<http://www.madsci.org/posts/archives/2007-11/1196457017.Gb.r.html>

<http://aprendeconccc.com/2011/10/los-efectos-de-la-decoloracion-sobre-el-cabello/>

<http://es.hairfinder.com/preguntas/decoloracion.htm>

http://www.beautymarket.es/peluqueria/articulo_display.php?numero=3576

ANNEX 3

<http://www.news-medical.net/health/Melanin-Human-Adaptation.aspx>

http://www.schwarzkopf.es/skes/es/home/reparacion/consejos_y_trucos/ciencia_cabello/informacion_sorprendente_cabello.html

BIBLIOGRAFIA:

ARTIGAS GARCIA, José. *El cuidado natural del Cabello*. Barcelona: Ediciones Obelisco, 2007.

CAMPSIE, Jane. *El cabello*. Colonia: Könemann, 2001.

ZARAUZA, Gonzalo; CREMADES, Dolores; ONTIVERO, Natividad. *Peinados, acabados y recogidos*. Madrid: Videocinco, 2005.

7. ANNEXOS

RELACIÓ DE DOCUMENTS:

1. Enquestes en la recollida de mostres
2. Possible explicació de la resistència del cabell
3. Cas excepcional en l'apartat 3.2.

ANNEX 1: ENQUESTES EN LA RECOLLIDA DE MOSTRES

En tallar la mostra de cabell d'una determinada persona, a aquesta se li demanava que omplís una enquesta preparada per nosaltres per obtenir la informació que crèiem que podria ser interessant. L'objectiu era conèixer en quines condicions es trobava la mostra per si apareixien resultats sorprenents, diferents a la resta, i poder determinar el per què d'una manera més fàcil. En aquesta, a més, s'apuntaven els resultats d'aquella mostra i les condicions atmosfèriques d'humitat i temperatura en el moment de la prova.

A continuació, adjuntem una mostra de l'enquesta buida.

Data:

Núm

FITXA DE LA MOSTRA

1) *Característiques físiques*

Edat:

Sexe: Home Dona

Color de cabell: Ros / Castany / Morè / Pèl-roig / Blanc

Forma de cabell: Llis / Ondulat / Arrissat

2) *Hàbits personals*

Ús de tractaments especials? Escuma / Mascareta / Laca / Gomina

(en l'últim mes)

Tractament amb queratina / Sèrum

Altres:

Ús continuat de...:

Planxa
Permanent

Regularitat:

Temps des de l'última vegada:

Coloració del cabell: Tint / Metxes / Reflexes / Bany de color

Temps des de l'última vegada:

Alta exposició al clor: Sí No

3) *Taula amb els resultats**

PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA

 °C %

* Moment del trencament

ANNEX 2: POSSIBLE EXPLICACIÓ DE LA RESISTÈNCIA DELS CABELLS

Davant el fet de la major resistència dels cabells foscs i arrissats, sorgeixen diverses hipòtesis per donar una explicació i conclusions complementàries, que podrien donar lloc a nous treballs i futures investigacions.

En primer lloc, tal i com està explicat a l'apartat 2.1.1, els causants de la foscor del cabell són els pigments de melanina (en concret, l'eumelanina), que es troben als melanòcits del còrtex. Per tant, queda patent que en els cabells morens la presència de melanina és major, però desconeixem si aquests pigments són encarregats, o no, de la resistència del cabell o si, al menys, tenen un paper en aquesta propietat. La casa Schwarzkopf explica que els cabells morens acostumen a ser més gruixuts que els altres²², sent els rossos els més prims, ja que la presència de pigments augmenta el seu volum a nivell de la cutícula. Malgrat que en els nostres experiments no hem tingut en compte aquesta característica i no podem afirmar que aquesta sigui responsable de la resistència, sembla una resposta interessant i susceptible a ser investigada en altres experiències.

En segon lloc, la genètica del cabell reforça la idea que els cabells foscs i arrissats són més forts ja que, tal i com es mostra en l'apartat 2.1.3, aquests caràcters són dominants respecte als cabells clars i llisos. Aleshores, això ens porta a deduir que una major resistència capil·lar és beneficiosa per l'individu, motiu de la dominància d'aquests caràcters.

En tercer i últim terme, l'evolució sembla tenir un paper clau i estar relacionada amb la genètica del cabell i la melanina d'aquest, tal i com mostra News-medical en la seva plana web²³. Cal esmentar que els melanòcits s'encarreguen d'inserir grànuls de melanina en vesícules cel·lulars especialitzades, anomenades melanosomes. Després, aquests són transportats a l'interior d'altres cèl·lules de la pell localitzades a l'epidermis i s'acumulen sobre el nucli de la cèl·lula, on protegeixen l'ADN nuclear de qualsevol mutació causada per la ionització o radiació que provoquen els rajos ultraviolats del Sol.

Estudis freqüents informen que tota la humanitat va ser originada a Àfrica. Degut a això, els primers pobladors tenien grans quantitats de melanòcits productors d'eumelanina, tenint la pell i el cabell foscs (tal i com mostra la gent africana). Quan alguna d'aquestes persones va emigrar i es va establir a altres zones d'Àsia i Europa, la pressió selectiva per la producció d'eumelanina va disminuir en climes on la radiació del sol era menys intensa; aquestes variacions en els gens van fer que la producció de melanina disminuís en la població, resultant en cabell i pell més clars, sobretot en les latituds més altes.

²²http://www.schwarzkopf.es/skes/es/home/reparacion/consejos_y_trucos/ciencia_cabello/informacion_sorprendente_cabello.html, consultat el 23/12/2012

²³ <http://www.news-medical.net/health/Melanin-Human-Adaptation.aspx>, consultat el 23/12/2012

La gent els avantpassats dels quals vivien a regions properes a l'equador generalment tenen quantitats majors d'eumelanina a la pell. Això fa que la seva pell es vegi cafè o negra, i els protegeix de llargs períodes d'exposició solar.

Per tant, la gent amb la pell enfosquida, que ha produït més eumelanina, tenen més protecció contra les cremades solars i el desenvolupament de melanoma, que és una forma potencialment mortal de càncer de pell, així com altres problemes de salut relacionats, incloent la fotodegradació de certes vitamines.

El paper protector de la melanina és, doncs, molt important. Per exemple, ajuda a protegir els ulls de la llum ultraviolada, així com de la llum visible d'alta freqüència i, per això, la gent d'ulls blaus es troba en major risc de patir problemes oculars relacionats amb la radiació solar.

Així doncs, sabem que quan els primers homínids van aparèixer aquests tenien el cabell, i la pell, foscs degut a la necessitat de melanina per protegir-se de la radiació solar. Aquest caràcter s'ha mantingut durant tota l'existència humana, i a més de forma dominant, mostra del benefici que aquest proporciona.

En resum, de l'experiment més important del treball, pertanyent a l'apartat 3.2, en podem extreure una nova hipòtesi. Aquesta buscaria respondre a per què el cabell fosc és el més resistent, i tindria com a punt d'investigació el gruix del cabell. Per altra banda, d'aquest apartat se'n deriven dues conclusions, que relacionen la fortalesa del cabell ja experimentada amb la genètica i l'evolució humana.

ANNEX 3: CAS EXCEPCIONAL EN L'APARTAT 3.2.

Alhora d'analitzar els resultats obtinguts en la recollida de mostres, va sorgir una mostra de cabell femení, ros i llis que destacava per sobre dels altres. La resistència dels cabells d'aquesta mostra es troba detallada en la següent taula:

PROVA 1	PROVA 2	PROVA 3	PROVA 4	PROVA 5	MITJANA
97,5g	97,5g	82,5g	97,5g	95g	94 g

Consultarem la seva enquesta per conèixer si la persona a qui pertanyien els cabells havia realitzat algun tractament que pogués augmentar els resultats de les proves, però la resposta va ser negativa.

En conclusió, ens trobàvem davant una mostra completament diferent, que semblava no seguir cap dels paràmetres que sí seguien la resta, i havíem d'intentar buscar-hi una explicació.

Per sort la noia havia estat la primera persona que ens deixà tallar-li una mostra del seu cabell i, degut a l'amistat compartida amb ella, recordàvem de qui era, cosa que va permetre posar-nos-hi en contacte.

El primer que vam pensar en veure el resultat, va ser que no hi havia cap relació entre la seva resistència i el color i la forma, és a dir, el responsable de la resistència en aquesta persona era quelcom diferent a les característiques físiques del cabell.

Tampoc podíem atorgar una explicació a agents o tractaments externs, ja que la pròpia persona no ho havia indicat a l'enquesta i, a més, al ser preguntada va negar-ho.

El raonament va portar-nos a pensar que el responsable no era tangible, que es trobava a un altre nivell, sent la genètica el nostre pensament final.

Vam preguntar-li a la noia sobre el cabell en la seva família. Va sobtar-nos saber que els seus dos germans són morens i amb el cabell arrissat, totalment oposats a la seva germana. El seu pare té el cabell morè i llis, mentre que la seva mare ros i arrissat. Amb aquesta informació, i la que es mostra en l'apartat 2.1.3, vam decidir plantejar l'encreuament de Mendel que es produí en la seva família.

Sabent que el fenotip de la noia mostra aquells caràcters recessius, podem determinar que el seu genotip conté els dos al·lells homozigots recessius per cada un dels dos caràcters. Per tant, els seus pares han de presentar forçosament un al·lel recessiu de cada caràcter (ja que sinó seria impossible que la noia hagués heretat els caràcters recessius).

Coneixent els genotips dels progenitors, ara ja és possible realitzar l'encreuament.

Establím la lletra *A* al color (sent la lletra majúscula pel color fosc i la minúscula pel clar) i la *B* a la forma (majúscula pel cabell arrissat i minúscula pel llis). Això és degut a que als caràcters dominants se'ls atorga sempre la lletra majúscula. Per tant, els diferents genotips possibles són els següents:

AABB	Cabell fosc i arrissat
AABb	Cabell fosc i arrissat
AAbb	Cabell fosc i llis
AaBB	Cabell fosc i arrissat
AaBb	Cabell fosc i arrissat
Aabb	Cabell fosc i llis
aaBB	Cabell clar i arrissat
aaBb	Cabell clar i arrissat
aabb	Cabell clar i llis

El genotip de la noia és necessàriament el següent: **aabb**.

El del pare podria ser o bé AAbb o Aabb, però podem descartar el primer ja que sabem que la noia ha d'heretar per part seva un al·lel recessiu pel color (a). Per tant, és: **Aabb**.

Pel que fa a la mare, aquesta podria ser aaBB o aaBb. Seguint el criteri anterior però en el cas de la forma, perquè la noia hereti el caràcter recessiu (forma llisa) la mare ha de transmetre-li un al·lel recessiu per la forma (b). Per tant, és: **aaBb**.

L'encreuament dels progenitors es pot expressar de la següent manera:

P.	Aabb	x	aaBb									
G.	50% Ab 50% ab		50% aB 50% ab									
F₁	<table style="border-collapse: collapse; margin: auto;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Ab</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">ab</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">aB</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">AaBb</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">aaBb</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">ab</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Aabb</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">aabb</td> </tr> </table>				Ab	ab	aB	AaBb	aaBb	ab	Aabb	aabb
	Ab	ab										
aB	AaBb	aaBb										
ab	Aabb	aabb										

Els resultats de la F₁ (primera generació filial), mostren 4 genotips possibles amb els 4 fenotips possibles. Per tant, en l'encreuament dels dos progenitors podrien donar-se les següents possibilitats:

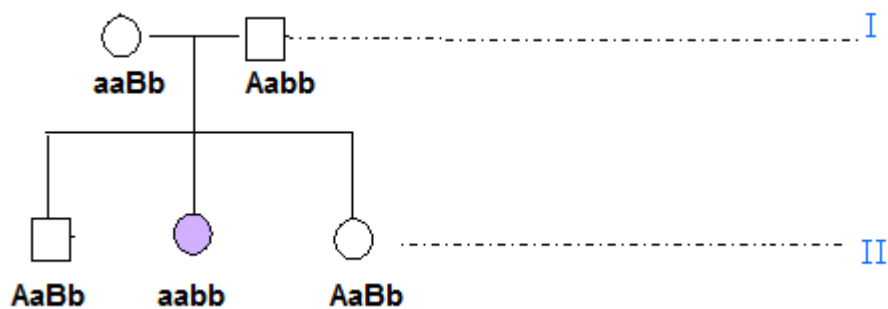
25% AaBb : cabell fosc i arrissat

25% Aabb : cabell fosc i llis

25% aaBb : cabell clar i arrissat

25% aabb : cabell clar i llis

L'arbre genealògic de la família és el següent, amb els diferents genotips representants sota de cada individu:



Així doncs, tal i com es pot comprovar, la noia ha heretat els caràcters (al·lels) recessius d'ambdós pares, a diferència dels seus germans. Això l'ha fet presentar un fenotip recessiu (rossa i amb cabell llis), tot i que per la resistència que presenten els seus cabells sembla tot el contrari. Els resultats, si no es conegués a quina mostra de cabell pertanyen, portarien a pensar que són d'un cabell fosc i arrissat, degut a la seva gran resistència. Per tant, malgrat heretar els al·lels recessius, sembla com si hagués heretat la resistència dels caràcters dominants que tenen els seus pares (arrissat per part de mare i fosc per part de pare), tal i com han fet els seus germans.

El que sí es pot afirmar és que en aquest cas no només es determina la resistència per la forma i el color, caràcters investigats en el nostre treball, sinó que hi ha un altre factor que hi participa.

En conclusió, per demostrar el paper de la genètica en la resistència capil·lar, seria interessant una nova investigació centrada en aquelles persones rosses sense progenitors rossos (o amb el cabell llis i amb progenitors de cabell arrissat). Així es podria comprovar quina és la tendència, si la gran resistència s'obté també en aquests casos o si el cas del qual hem parlat és una excepció.