

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 013**

51 Int. Cl.:  
**A61B 5/103** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03732991 .9**  
96 Fecha de presentación: **25.06.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1531720**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2005**

54 Título: **Sistema y procedimiento para determinar un tratamiento de coloración del cabello**

30 Prioridad:  
**28.06.2002 US 392055 P**  
**16.01.2003 US 345249**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.05.2012**

73 Titular/es:  
**Coloright Ltd.**  
**2 Pakeris Street**  
**76702 , IL**

72 Inventor/es:  
**GROSSINGER, Israel;**  
**SCHERTZ, Avigdor;**  
**MERCIER, Michel y**  
**BENNY, Eli**

74 Agente/Representante:  
**Carpintero López, Mario**

ES 2 380 013 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y procedimiento para determinar un tratamiento de coloración del cabello

**Campo y antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un tratamiento de coloración del cabello

5 A título de introducción, cada cabello consiste en tres capas, a saber, la médula, la corteza y la cutícula. La médula es la capa más interna del cabello y se compone de un material más blando rico en queratina y su aparición en el  
 10 cabello humano parece ser variable, estando normalmente presente en el cabello grueso y largo. La cutícula es la superficie más externa del tallo piloso y se compone de una sustancia queratina dura. Consiste en plaquetas aplanadas de queratina amorfa, enrolladas alrededor del tallo piloso en varias capas, solapando cada capa la  
 15 adyacente, progresando desde la raíz a la punta del cabello. Finalmente, la corteza consiste en la mayor parte del cabello, que forma el cuerpo principal del cabello. La corteza se dispone entre la médula y la cutícula. Se compone de una queratina cristalina fibrosa mucho más blanda. Proporciona fuerza, color y textura al cabello. El cabello humano consigue su color de células especializadas en folículos pilosos, denominados melanocitos, que producen el pigmento para el cabello. Lo seres humanos producen normalmente dos tipos de melanina, a saber, eumelamina y feomelamina. La eumelamina se asocia a un color marrón oscuro y la feomelamina se asocia a un color naranja. El  
 20 cabello marrón y negro viene dado principalmente por la eumelamina. El color ojo viene dado principalmente por la feomelamina. El color rubio y el color que ha encanecido con la edad tienen muy poco de estos pigmentos.

Un tratamiento capilar para cambiar la coloración inicial del cabello a una coloración final del cabello implicar  
 25 blanquear y/o teñir. El cabello puede necesitar ser blanqueado para reducir los pigmentos naturales de eumelamina y feomelamina. La extensión del blanqueamiento depende de la coloración inicial y final del cabello. Se usa generalmente una solución diluida de peróxido de hidrógeno como agente de blanqueamiento. El oxígeno en la solución diluida de peróxido de hidrógeno abre la cutícula del cabello para que el agente de blanqueamiento pueda penetrar en la corteza y eliminar los pigmentos de eumelamina y feomelamina. Una vez terminado el  
 30 blanqueamiento, se aplica tinte capilar al cabello, si fuese necesario. El tinte capilar también incluye oxígeno, que abre la cutícula del cabello para que el agente colorante pueda penetrar en la corteza.

En consecuencia, la precisión del proceso de coloración del cabello se basa en la experiencia del peluquero para  
 35 determinar qué cantidad de blanqueamiento se requiere y que colorante capilar o combinación de colorantes capilares se deberían aplicar para proporcionar al cliente el color final deseado. Parte de la cualificación del peluquero se basa en la experiencia acumulada así como en las directrices proporcionadas por el fabricante del tinte. Sin embargo, el color final a menudo es una sorpresa tanto para el peluquero como para el cliente.

Es relevante para la presente invención la patente de los Estados Unidos nº 4.434.467 de Scott. La patente de Scott describe un procedimiento por el cual el cliente elige un color de una base de datos que es lo más parecido a su  
 40 propio color de cabello. El cliente elige entonces un color final deseado de la base de datos. El ordenador sugiere entonces un tratamiento basado en las instrucciones del fabricante. Un inconveniente del sistema mencionado anteriormente es que el cliente tiene que determinar por comparación visual, el color de pelo más próximo al suyo propio. Otro inconveniente del sistema anteriormente mencionado es que el sistema se limita a tratamientos capilares, que se basan en una selección fija de colores iniciales de cabello, no teniendo en cuenta de este modo el color de cabello del individuo.

Asimismo es relevante para la presente invención la patente de los Estados Unidos nº 5.609.484 de Hawiuk. Hawiuk  
 45 enseña el uso de muestras de filamentos de color para recrear el color inicial del cabello y a continuación añadir muestras de filamentos de color, que se relacionan con un tinte capilar conocido, para ver cómo le afecta al color inicial del cabello el tinte capilar. Un inconveniente del sistema mencionado anteriormente es que el sistema no es preciso. Otro inconveniente del sistema mencionado anteriormente es que la determinación del color inicial implica un alto grado de estimación. Un inconveniente adicional del sistema mencionado anteriormente es que este sistema no aborda el blanqueamiento del color inicial del cabello.

De mayor relevancia para la presente invención son las patentes de los Estados Unidos nº 6.607.504, 6.157.445,  
 50 6.308.088, 6.314.372 y 6.330.341 de MacFarlane, et al., Estas patentes describen un procedimiento, que en primer lugar incluye la obtención de un espectro de reflectancia a partir de una muestra de cabello. Los coeficientes de las coordenadas L, a y b de Hunter del espectro de reflectancia de la muestra de cabello, son analizadas por un ordenador. El color inicial de cabello se clasifica entonces con el ordenador según una gama de coeficientes de las coordenadas de color almacenadas en una tabla de consulta. Un usuario elige a continuación un color de cabello deseado a partir de una elección de posibles colores finales. El ordenador determina entonces el tratamiento capilar apropiado basándose en un tratamiento capilar almacenado en una tabla de consulta para el color inicial de cabello y el color final de cabello. Un inconveniente del sistema mencionado anteriormente es debido al color inicial de  
 55 cabello que se clasifica según un color artificial, que corresponde a una gama de posibles colores. Por lo tanto, el tratamiento capilar sugerido no refleja precisamente el color inicial del cabello del usuario. Otro inconveniente del sistema mencionado anteriormente es que la creación y mantenimiento de la tabla de consulta de tratamiento capilar requiere un amplio número de experimentos. Por ejemplo, para cada tinte capilar, se necesitan experimentos para

5 todos los posibles colores iniciales y finales del cabello que se pueden conseguir para ese tinte. Además, el uso de un sistema de coordenadas de color, tales como L, a y b puede ser engañoso en algunos casos. Por ejemplo, dos muestras de cabello, que parecen sustancialmente iguales al ojo humano pueden tener los mismos valores de coordenadas de color L, a y b aunque tengan diferentes espectros de reflectancia, y por lo tanto, diferentes concentraciones de componentes. Por ejemplo, una muestra de cabello rubio natural que se colorea con el tinte A, puede tener las mismas coordenadas de color que otra muestra de cabello, es decir un cabello marrón coloreado con un tinte B. Además, un gran número de muestras de cabello, teniendo cada una diferentes espectros de reflectancia, pueden generar todas las mismas o muy parecidas coordenadas de color especialmente debido a que las cutículas y la envoltura naranja del cabello también contribuye al espectro de reflectancia. Sin embargo, el mismo tratamiento capilar aplicado a estas muestras de cabello generara diferentes colores finales de cabello debido a las diferentes concentraciones iniciales de cada uno de sus componentes. Por lo tanto mirar simplemente a las coordenadas de color L, a y b u otras coordenadas de color puede conducir a resultados espurios. El documento WO 01/87245 a describe un procedimiento y un sistema para analizar el color del cabello, usando un formato de color tal como los valores L, a y b de Hunter, y para predecir los colores de cabello viables.

10

15 Por lo tanto existe una necesidad de un procedimiento para determinar un tratamiento capilar basado directamente en un color inicial de cabello de la persona.

Asimismo, se requiere típicamente una gran muestra de cabello para producir un espectro de reflectancia utilizable. De este modo, existe una necesidad de un sistema para producir un espectro de reflectancia de cabello utilizable sin tener que quitar el cabello de la cabeza del cliente.

20 **Sumario de la invención**

La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

**Breve descripción de los dibujos**

La invención se describe en la presente memoria, a título de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- 25 la figura 1a es una vista esquemática de un sistema de medición del espectro de reflectancia;
- la figura 1b es una vista esquemática del sistema de medición del espectro de reflectancia de la figura 1a en uso;
- la figura 2 es un diagrama que muestra los espectro de reflectancia de tres factores que contribuyen a los espectros de reflectancia del cabello natural;
- 30 la figura 3 es un diagrama que muestra los espectro de reflectancia de cuatro factores que contribuyen a los espectros de reflectancia del cabello natural;
- la figura 4 es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en el cambio del color del cabello;
- la figura 5a es un diagrama que muestra la proporción de eumelamina respecto del tiempo efectivo de blanqueamiento;
- 35 la figura 5b es un diagrama que muestra la proporción del factor de fondo de feomelamina respecto del tiempo efectivo de blanqueamiento;
- la figura 5c es un diagrama que muestra la proporción del factor de fondo blanco respecto del tiempo efectivo de blanqueamiento;
- 40 la figura 5d es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en la determinación de los efectos del blanqueamiento sobre el espectro de reflectancia del cabello;
- la figura 5e es un diagrama que muestra el coeficiente del factor de blanco respecto de la proporción del factor de eumelamina;
- la figura 6 es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en la determinación de los efecto de la coloración sobre el espectro de reflectancia del cabello;
- 45 la figura 7 es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en la determinación de la coloración sobre el espectro de reflectancia del cabello usando un tinte que tiene un factor similar a los factores humanos; y
- la figura 8 es un diagrama de flujo que permite que un programador escriba un programa para llevar a cabo análisis de coeficientes;
- la figura 9a es un diagrama de la proporción de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento para

una persona media y una persona con un estado de cutícula inferior a la media;

la figura 9b es un diagrama de pendiente media menos pendiente específica respecto de la proporción del factor de cutícula;

5 la figura 9c es un diagrama de flujo de las etapas de un procedimiento para ajustar las fórmulas de blanqueamiento para una proporción específica inicial del factor de cutícula; y

la figura 10 es un diagrama que muestra el valor medio calculado para la proporción del factor de tinte menos la proporción medida del factor de tinte respecto de la proporción inicial del factor de cutícula.

### Descripción de las realizaciones preferidas

10 Los principios y la operación de un aparato de medición de reflectancia del cabello y un procedimiento para determinar un tratamiento capilar apropiado basado directamente en un espectro de reflectancia del cabello según la presente invención se pueden entender mejor con referencia a los dibujos y la siguiente descripción.

Se hace referencia a las figuras 1a y 1b. La figura 1a es una vista esquemática de un sistema **10** de medición de espectro de reflectancia que se construye y se puede utilizar según una realización preferida de la invención. La figura 1b es una vista esquemática del sistema **10** de medición de espectro de reflectancia en uso. El sistema **10** de medición de espectro de reflectancia incluye un dispositivo de sondeo de luz, tal como una esfera integradora **12** que tiene un orificio de muestreo **14** y una superficie interior **16**. Las esferas integradora **12** se usan habitualmente en muchas aplicaciones ópticas. La superficie interior **16** va revestida con una sustancia, que permite que la superficie interior **16** exhiba propiedades de reflectancia difusa muy elevada, tales como sulfato de bario. Se dispone una ventana transparente **18** a través de un orificio de muestreo **14** para evitar que penetre la suciedad, los contaminantes y otras sustancias extrañas dentro de la esfera integradora **12**. Asimismo, y de manera más importante, la ventana **18** también permite un contacto estrecho entre la esfera integradora **12** y una muestra de cabello **19** aplanando la muestra de cabello **19**. Es preferible para la muestra de cabello **19** ser aplastada durante la medición del espectro de reflectancia. El sistema **10** de medición de espectro de reflectancia también incluye una fuente de luz **20** y un detector de luz **22**. La fuente de luz **20** se conecta a la esfera integradora **12** directamente o mediante una fibra óptica **24**. La fuente de luz **20** proyecta luz sobre la muestra de cabello **19** por la ventana **18**. El detector de luz **22** se conecta a la esfera integradora **12** directamente o mediante una fibra óptica **26**. El detector de luz **22** es típicamente un espectrofotómetro. El detector de luz **22** se configura para analizar la luz reflejada desde la superficie interior **16** para producir un espectro de reflectancia de la muestra de cabello **19**. El detector de luz **22** tiene un campo de visión **15** de la superficie interior **16**. El campo de visión **15** excluye preferiblemente el orificio de muestreo **14** y la región donde se conecta la fuente de luz **20** o la fibra óptica a la esfera integradora **12**. Un ordenador **17** lleva a cabo los cálculos necesarios como se describe con referencia a las figuras 2 a 10. En uso, la ventana **18** de la esfera integradora **12** se sitúa en contacto estrecho con el cabello fijado, siendo el cabello fijado a la cabeza. La fuente de luz **20** proyecta luz sobre la muestra de cabello **19** por la ventana **18**. La luz se refleja entonces en la muestra de cabello **19** sobre la superficie interior **16** por la ventana **18**. La luz sale entonces de la esfera integradora **12** directamente hacia el detector de luz **22**, o por la fibra óptica **26** hacia el detector de luz **22**. El detector de luz **22** produce entonces el espectro de reflectancia de la muestra de cabello **19**. Será evidente para el experto en la técnica que la fuente de luz **20** y el detector de luz **22** se pueden disponer en varias orientaciones respecto de la esfera integradora **12**. Será evidente para el experto en la técnica que la esfera integradora **12** se puede sustituir por otro dispositivo de sondeo de luz. A título de primer ejemplo, se usa una pequeña cavidad difusora de luz en lugar de la esfera integradora **12**. A título de segundo ejemplo, no se usan ningún dispositivo de integración, sino que el detector de luz **22** y la fuente de luz **20** se posicionan formando ángulos específicos respecto de la muestra de cabello **19**, para reducir las distorsiones causadas por la orientación, posición y geometría del cabello. Antes de usar el sistema de medición de espectro de reflectancia **10** para medir un espectro de reflectancia, el sistema **10** de medición de espectro de reflectancia se calibra para medir el espectro de reflectancia de un material blanco de referencia. El material blanco de referencia tiene propiedades de reflectancia muy elevada y se envasa típicamente con la esfera integradora **12**. Una vez realizada esta medición de calibrado, todos los espectros de reflectancia se comparan con el espectro de reflectancia del material blanco de referencia. De este modo, el espectro de reflectancia típico de una muestra se visualiza en forma de un gráfico de reflectancia de porcentaje (en comparación con el material blanco de referencia) respecto de la longitud de onda. Se apreciará por parte del experto en la técnica, que en lugar de disponer la ventana **18** entre la muestra de cabello **19** y la esfera integradora **12**, se puede usar una horquilla (no mostrada), un peine (no mostrado) o cualquier otro dispositivo para asegurarse de que la muestra de cabello **19** está fijada a la esfera de integración **12**. El experto en la técnica apreciará que los espectros de reflectancia se pueden obtener para su uso con el procedimiento de la presente invención usando menos canales, basándose en la entrada de medición de uno de los siguientes: (i) uno o más detectores con filtros ópticos, seleccionando cada filtro una región específica del espectro; (ii) una o más fuentes de luz con filtros ópticos, seleccionando cada filtro una región específica del espectro; y (iii) una o más regiones de luz de banda estrecha, radiando cada una una región específica del espectro.

La presente invención utiliza factores de cabello natural, tal como eumelamina, feomelamina y otros factores que contribuyen a los espectros de reflectancia de cabello para predecir un color final de cabello basado en un tratamiento capilar o para determinar un tratamiento capilar apropiado basado en un color de cabello final deseado.

Los factores de cabello natural se analizan para proporcionar una caracterización real del cabello y sus pigmentos de manera que el cabello se trate basándose en las diferentes composiciones de pigmentos y la diferente estructura del cabello. Las fórmulas se usan para calcular los pesos y/o el coeficiente de los factores después de un tratamiento capilar propuesto. Los coeficientes de los factores después de un tratamiento capilar propuesto se pueden usar entonces para analizar las coordenadas de espectro o color del cabello después del tratamiento propuesto para decidir si el tratamiento capilar propuesto debería ser aceptado o cambiado. Por lo tanto, el procedimiento de la presente invención proporciona resultados muy precisos. La presente invención no predice un color final usando coordenadas de color tales como CIE, RGB, Lab u otras coordenadas de color solas. Por lo tanto, las desventajas inherentes del uso de las coordenadas de color, mencionadas anteriormente, se solucionan.

Ahora se hace referencia a la figura 2, que es un diagrama de reflectancia porcentual respecto de la longitud de onda en nm que muestra los espectros de reflectancia de tres factores que contribuyen a los espectros de reflectancia de cabello natural según una realización preferida de la presente invención. Los inventores de la presente invención midieron los espectros de reflectancia de una amplia muestra de cabellos naturales y cabellos blanqueados y llevaron a cabo a continuación un análisis de factores para determinar los espectros de reflectancia de los factores de cabello natural que contribuyen a los espectros de reflectancia del cabello. El análisis de factor se describe en las siguientes publicaciones. En primer lugar, D. Noy, L. Fiedor, G. Hartwich, H. Scheer y A. Scherz (1998) Metal substituted bacteriochlorophylls; 2. Changes in redox potentials and electronic transition energies are dominated by intramolecular electrostatic interactions. *J. Am. Chem. Soc.* 120, 3684-3693. En segundo lugar Second, Noy, R. Yerushalmi, V. Brumfeld, I Ashur, H. Scheer, Kim Baldrig and A. Scherz, (2000) Optical Absorption and Computational Studies of [Ni]-Bacteriochlorophyll-a. New Insight into Charge Distribution between Metal and Ligands. *J. Amer. Chem. Soc.*, 122 (16), 3937-3944 Malinowski, E. R. Factor Analysis in Chemistry; 2<sup>o</sup> ed.; Wiley: 1991. Los inventores llevaron a cabo inicialmente sus análisis suponiendo que los espectros de reflectancia del cabello son debidos a tres factores. El primer factor del cabello natural, mostrado por la curva **20**, es debido al pigmento de eumelanina en el cabello. El segundo factor de cabello natural, mostrado por la curva **32**, es debido al pigmento de feomelanina en el cabello. El tercer factor, mostrado por la curva **34**, se conoce como el factor blanco. El factor blanco se relaciona probablemente con las características de la queratina. Los tres factores anteriores son los tres factores principales presentes en el cabello natural. Los coeficientes de los factores determinan el espectro de reflectancia para un cabello particular. Por ejemplo, una persona con cabello oscuro tiene un coeficiente elevado del factor de eumelanina, una persona con cabello rojo tiene un coeficiente elevado del factor de feomelanina y una persona con cabello blanco tiene un coeficiente elevado del factor blanco. Los inventores extendieron su investigación suponiendo que los espectros de reflectancia del cabello son debidos a cuatro factores como se muestra en la figura 3, que es un diagrama de reflectancia porcentual respecto de la longitud de onda en nm para cuatro factores. Además del factor de la eumelanina mostrado por la curva **30** y el factor de la feomelanina mostrado por la curva **32** y el factor blanco mostrado por la curva **34**, hay un cuarto factor mostrado por la curva **36**, que parece relacionarse con el estado de la cutícula. La proporción del factor de la cutícula aumenta a medida que la calidad de la cutícula aumenta, y viceversa. Por ejemplo, se ha observado que la proporción de este factor se reduce a medida que se blanquea el cabello, lo cual corresponde al deterioro del estado de la cutícula debido al blanqueamiento. La realización de análisis de factores usando partes seleccionadas del espectro electromagnético puede aumentar la precisión de la medición de la proporción relativamente pequeña del factor relacionado con el estado de la cutícula. En particular la selección de la región UV-Azul, que tiene una longitud de onda inferior a 450 nm, mejora la precisión para determinar el factor de la cutícula ya que los otros factores tienen una contribución relativamente pequeña en esta región. Por lo tanto, el análisis del factor de cutícula se puede mejorar tanto por medidas de hardware, tales como la selección de fuentes de luz con un amplio componente en esta región, o seleccionando detectores que son relativamente sensibles en esta región, o por medidas de software que dedican más potencia de cálculo a esta región. La proporción del factor de cutícula puede por lo tanto usarse para predecir más precisamente el resultado del proceso de blanqueamiento, como se describe más en detalle con referencia a las figuras 9a y 9b. Asimismo, la proporción del factor de cutícula se puede usar para predecir más en detalle el resultado del proceso de coloración, como se describe más en detalle con referencia a la figura 10. Alternativamente, el factor de cutícula se puede ignorar y se pueden emplear un análisis de solo tres factores. Cabe resaltar que el procedimiento y las fórmulas descritas con referencia a las figuras 5a a 7 suponen generalmente que un individuo tiene un estado de cutícula medio y las fórmulas no toman en cuenta el estado de la cutícula de un individuo. Sin embargo, cabe resaltar que se podrían derivar las fórmulas descritas con referencia a las figuras 5a a 7 para varias proporciones del factor de cutícula. Sin embargo, este enfoque requeriría muchos experimentos. Por lo tanto, es mejor usar el procedimiento descrito con referencia a las figuras 9a a 10 para tomar en cuenta el estado del factor de cutícula. Los inventores extendieron además su investigación suponiendo que los espectros de reflectancia del cabello eran debidos a cinco factores. Los inventores concluyeron que bien el análisis de tres factores o el análisis de cuatro factores proporciona los mejores resultados. La Tabla 1 muestra los puntos de datos que se pueden usar para recrear el espectro de reflectancia para cada factor tanto para el análisis de tres factores como el análisis de cuatro factores.

Tabla 1: Puntos de datos para análisis de tres factores y de cuatro factores

Longitud de onda (nm)	3 factores (% de reflectancia)			4 factores (% de reflectancia)			
	Blanco	Feomelamina	Eumelamina	Eumelamina	Feomelamina	Blanco	Cutícula
449,9800	15,7104	0,7366	2,0300	0,5784	0,8126	9,1088	410,1482
467,9900	16,9215	2,7911	1,7620	0,4148	1,9523	10,9837	408,6295
486,8800	17,7226	5,1005	1,5001	0,3150	3,3559	12,7938	390,6849
505,7200	17,0110	6,9958	1,3817	0,4194	4,8991	13,4816	339,0551
524,5200	17,2225	9,2190	1,2118	0,4090	6,6024	14,7920	310,5842
543,2600	17,3613	11,9606	1,0318	0,3581	9,1140	16,0657	282,6967
561,9600	17,8852	14,0464	0,9260	0,6002	9,6278	18,3324	231,0784
580,6100	17,8249	17,5524	0,3855	0,9251	9,3863	22,2275	96,7082
599,2100	16,9102	21,3338	0,2559	0,9471	13,6714	22,9888	41,9382
617,7700	15,3779	25,0805	0,1333	0,7795	19,1959	22,4851	6,0427
636,2800	13,5056	28,4938	0,2671	0,5764	26,0908	20,6223	3,3713
654,7400	11,3966	31,5082	0,5252	0,3664	33,3505	18,0127	15,4954
673,1500	9,2616	34,5822	0,7908	0,1546	40,7470	15,3660	28,0484
691,5100	7,4539	38,0087	1,2874	0,3641	47,6618	13,8990	10,9408
709,8300	5,8252	39,8407	1,9640	0,7142	52,8616	12,0771	7,2889
728,1000	4,4744	40,7140	2,8286	1,2097	57,0883	10,1511	15,3769
746,3200	3,0919	41,9966	3,7709	1,7486	62,0540	8,2156	23,9072
764,4900	2,2686	42,7094	5,0605	2,6265	66,3255	6,7167	37,9100
782,6100	1,6167	42,6297	6,5937	3,7073	69,9183	5,0982	59,5171
800,6900	1,0848	40,8118	8,2845	4,9804	71,2813	3,3011	84,1567
818,7200	0,4715	38,9247	10,0087	6,3701	72,2323	1,7384	95,0350
836,7000	0,4071	36,8818	12,0460	8,0518	73,0343	0,6551	111,5327
854,6300	0,3693	35,4924	14,0776	9,8281	74,1342	0,1440	110,3087
872,5200	0,9971	33,9771	16,5324	12,0910	74,7387	0,5798	101,6278
890,3600	1,4347	32,3645	18,4992	13,9346	74,6269	0,8773	91,4167
908,1500	2,3836	30,0323	20,5567	16,1221	72,2188	2,3930	54,4521
925,8900	3,3526	27,9514	22,2814	17,8624	70,3974	3,4314	40,4861
943,5800	3,0357	27,8602	20,2160	15,7161	69,2665	1,9716	94,0455
961,2300	5,1819	23,6027	23,4799	19,3271	63,7427	5,2953	28,1399
978,8200	6,8208	20,5698	24,1780	20,0350	59,6380	6,1958	53,9457
996,3800	9,1525	16,1569	24,7946	21,0241	51,6781	8,6234	47,4904

5 Ahora haremos referencia a la figura 4, que es un diagrama de flujos de las etapas implicadas en el cambio de color del cabello. En primer lugar (bloque **38**) un cliente elige un color de cabello deseado de una selección de posibles colores de cabello. Los espectros de reflectancia de los posibles colores de cabello se determinan por medición usando el sistema **10** de medición de espectro de reflectancia. Cada espectro de reflectancia se introduce a

10 continuación en un ordenador. El ordenador usa el espectro de reflectancia para recrear el color real para su visualización en un monitor. La visualización de un color en un monitor basándose en un espectro de reflectancia es conocida en la técnica. Será evidente para el experto en la técnica que los colores deseados se pueden imprimir en una tarjeta o representarse como muestras de cabello teñido. Por lo tanto cada uno de los colores disponibles tiene un espectro de reflectancia conocido. En segundo lugar, (bloque **40**) se mide un espectro de reflectancia inicial del

15 cabello del cliente por el sistema **10** de medición del espectro de reflectancia. En tercer lugar (bloque **42**), la contribución de los factores de cabello natural al espectro de reflectancia inicial se analiza mediante el ordenador. Dicho de otro modo, el coeficiente de cada factor natural que contribuye al espectro de reflectancia inicial se determina mediante el ordenador, usando típicamente un programa de adecuación de curva que ejecuta cálculos iterativos basándose en los factores de cabello natural conocidos y el espectro de reflectancia inicial. A título de

20 ejemplo no limitativo, las instrucciones que se pueden usar para escribir un programa informático para llevar a cabo análisis de coeficientes con referencia a la figura 8. Encuarto lugar (bloque **44**) el ordenador lleva a cabo cálculos basándose en hipotéticos tratamientos capilares para determinar un tratamiento capilar que da como resultado un espectro de reflectancia final que está tan próximo como es posible del espectro de reflectancia del color deseado. En esta etapa, el ordenador calcula el cambio en los coeficientes de cada uno de los factores de cabello natural

25 debidos a un tiempo hipotético de blanqueamiento y una aplicación hipotética de un tinte o una combinación de tintes. El efecto del blanqueamiento sobre los factores de cabello natural se describe en lo sucesivo más en detalle con referencia a las figuras 5a, 5b, 5c, 5d y 5e. El efecto de la coloración sobre los factores de cabello natural usando un tinte que tiene un factor que es distinto del de los factores de cabello natural se describe en lo sucesivo más en detalle con referencia a la figura 6. El efecto de la colocación sobre los factores de cabello natural usando un

30 tinte que tiene un factor que es similar al de los factores naturales se describe en lo sucesivo en mayor detalle con

referencia a la figura 7. Los tintes que tienen una correlación muy elevada con los factores de cabello natural de eumelamina y feomelamina se describen como tintes de factor de cabello natural. Los tintes de factor de cabello natural se pueden usar cuando el color de cabello deseado es un color de cabello natural. Cuando se introduce un tinte, se introduce también típicamente un nuevo factor asociado a este tinte. Después de que el ordenador haya calculado los nuevos coeficientes de los factores, el ordenador calcula un nuevo espectro de reflectancia (bloque 46), basándose en el hipotético tratamiento capilar, añadiendo la nueva contribución de cada factor. Dicho de otro modo, el ordenador calcula un nuevo espectro de reflectancia basándose en el hipotético tratamiento capilar, añadiendo los productos de los espectros de reflectancia de cada factor y sus coeficientes asociados. Este nuevo espectro de reflectancia se compara entonces con el espectro de reflectancia del color deseado (bloque 48) sustrayendo o dividiendo el nuevo espectro de reflectancia y el espectro de reflectancia del color deseado. El ordenador lleva a cabo entonces muchos cálculos iterativos hasta que se minimiza la diferencia entre el nuevo espectro de reflectancia y el espectro de reflectancia deseado, dados los condicionamientos del proceso de iteración y los tintes disponibles. Según una realización alternativa de la presente invención, el color de cabello deseado se representa usando una presentación de coordenadas de color, por ejemplo una presentación RGB. El nuevo espectro de reflectancia se convierte en una presentación de coordenadas de color que se compara entonces con la presentación de coordenadas de color del color de cabello deseado. Una coincidencia exacta es generalmente imposible debido al condicionamiento de los tintes disponibles. Dicho de otro modo, el ordenador calcula un tratamiento capilar basándose en el espectro de reflectancia deseado dados los condicionamientos del proceso de iteración y los tintes disponibles. Cabe resaltar que si el color de cabello deseado es un color de cabello natural, entonces puede no ser necesaria la coloración usando tintes sintéticos, puede bastar con el blanqueamiento. Asimismo, si un cliente tiene el cabello de un color claro, el blanqueamiento puede no ser necesario para conseguir el color deseado. En quinto lugar (bloque 52), después de que el ordenador haya terminado los cálculos iterativos, el ordenador visualiza los colores de un número seleccionado de posibles colores finales de cabello usando una pantalla de visualización en color estándar o un monitor de ordenador. Esta pantalla de visualización se basa bien en el espectro de reflectancia del color de cabello final o en la presentación de coordenadas del color final. Los posibles colores finales de cabello incluyen generalmente la coincidencia más próxima al color de cabello deseado así como varios otros colores, que son un juego definido del color deseado. El juego definido se puede predeterminar por el peluquero. En sexto lugar (bloque 54) el cliente elige uno de los colores finales de cabello disponibles. En séptimo lugar (bloque 56), el ordenar informa al peluquero del tiempo de blanqueamiento necesario y de los tintes necesarios para conseguir el color deseado. En octavo lugar (bloque 58) se es necesario el blanqueamiento, el peluquero blanquea el cabello durante el tiempo necesario. En noveno lugar (bloque 60, opcionalmente en esta fase, las etapas dos a siete (línea 62), o las etapas una a siete (línea 64), se repiten, antes de la coloración para conseguir resultados de coloración más precisos. En décimo lugar (bloque 66) si se está llevando a cabo la coloración, el peluquero tiñe el cabello usando un tinte o una combinación de los mismos. Será evidente para el experto en la técnica que son posibles otros procedimientos usando la tecnología de la presente invención. Por ejemplo, las etapas anteriores se pueden llevar a cabo en un orden diferente. Igualmente, al cliente se le podría dar un número de elecciones de color de cabello basándose en el uso de un tinte específico con diferentes tiempos de blanqueamiento.

Los inventores han probado por experimentación que los factores de cabello natural no blanqueado son muy similares a los factores de cabello blanqueado. Asimismo, los inventores han probado que un cabello natural vivo tiene sustancialmente los mismos coeficientes de factores que un cabello oscuro que se ha blanqueado hasta el mismo color que el cabello natural vivo. Asimismo a la par que el proceso de blanqueamiento reduce principalmente la concentración de eumelamina dentro del cabello, se eliminan los pigmentos de feomelamina. Ahora se hará referencia al figura 5a, que es un gráfico que muestra la proporción de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo. El siguiente análisis se realizó usando un análisis de 4 factores. Sin embargo, será evidente para el experto en la técnica que el siguiente análisis se puede realizar con cualquier número de factores. La proporción de eumelamina es dada por la siguiente fórmula:

$$W_{EU} = \frac{C_{EU}}{C_{EU} + C_{PH} + C_W + C_{CT}} \quad \text{(Ecuación 1),}$$

donde  $W_{EU}$  es la proporción del factor de eumelamina,  $C_{EU}$  es el coeficiente del factor de eumelamina,  $C_{PH}$  es el coeficiente del factor de feomelamina,  $C_W$  es el coeficiente del factor blanco y  $C_{CT}$  es el coeficiente del factor de cutícula. Si se usa un análisis de tres factores, se ignora el factor de cutícula. Asimismo, las proporciones de los otros factores se calculan respecto de los coeficientes de todos los factores. El gráfico de la figura 5a se realizó llevando a cabo las siguientes etapas. Se midió un espectro de reflectancia de una muestra de cabello y a continuación se calculó  $W_{EU}$  para la muestra de cabello natural. La muestra de cabello se dividió entonces en varias muestras. Cada una de las muestras más pequeñas se blanqueó durante una duración conocida diferente de tiempo. Se volvió a calcular  $W_{EU}$  para cada una de estas muestras más pequeñas después del blanqueamiento. Este mismo proceso se repitió para un número de muestras de cabello. La sustancia de blanqueamiento usada es una mezcla de 50% de agua, 25% de polvo de blanqueamiento del cabello Mon-platinBlondy y 25% de Mon-platin, 12 % de crema de oxígeno, por la noche. La sustancia de blanqueamiento es fabricada por Alef Meshi Industries Ltd, 4 Pinkas David Street, Rishon Le-Zion, Israel. Las ecuaciones 2 a 6 listadas en lo sucesivo se basan en experimentos

llevados a cabo con la sustancia blanqueadora mencionada anteriormente. Se midió un nuevo espectro de reflectancia y se volvió a calcular  $W_{EU}$ . Se recogen todas las secuencias en un solo gráfico suministrando el desfase temporal apropiado para cada secuencia de puntos para cada muestra de cabello. Por ejemplo, una muestra de cabello que tiene una proporción inicial del factor de eumelamina de 0,6 empieza en un tiempo efectivo de aproximadamente 30 minutos (línea 72), otra muestra de cabello que tiene una proporción inicial del factor de eumelamina de 0,4 empieza en un tiempo efectivo de aproximadamente 57 minutos (línea 74). Por lo tanto, a título de ejemplo, si una muestra de cabello tiene un  $W_{EU}$  inicial de 0,6 y la muestra de cabello se blanquea durante 70 minutos, la muestra de cabello tendrá un  $W_{EU}$  final de aproximadamente 0,2. Esto es debido a que la muestra de cabello tiene un tiempo de inicio efectivo de 30 minutos y un tiempo final efectivo de 100 minutos. Asimismo, a título de ejemplo, si otra muestra de cabello tiene una proporción inicial de eumelamina de 0,4, esta muestra de cabello tiene un tiempo de inicio efectivo de aproximadamente 57 minutos. Si esta muestra de cabello necesita ser blanqueada para tener una proporción de eumelamina de 0,2, que es equivalente a un tiempo final de 100 minutos, entonces la muestra de cabello necesita ser blanqueada durante 43 minutos /100 minutos menos 57 minutos). La ecuación del gráfico de la figura 5a se calculó entonces usando un procedimiento de ajuste óptimo. La ecuación del gráfico de la figura 5a es:

$$W_{EU} = 2.3421 \times 10^{-5} t_{EU}^2 - 0.0089 t_{EU} + 0.8455 \quad \text{(Ecuación 2),}$$

donde  $t_{EU}$  es el tiempo de blanqueamiento efectivo en minutos para el factor de eumelamina. La ecuación 2 es válida para cualquier muestra de cabello que use la solución de blanqueamiento mencionada anteriormente. Sin embargo, el experto en la técnica apreciará que la ecuación 2 se puede recalculer llevando a cabo experimentos limitados que usan otra sustancia de blanqueamiento sobre una muestra de cabello. Para determinar las ecuaciones apropiadas para otra sustancia de blanqueamiento, las muestras a usar deberían ser de cabello natural no blanqueado. Se deberían usar muestras de cabello de al menos cinco individuos. Cada muestra de cabello del mismo individuo se debería dividir en varias muestras más pequeñas de manera que cada muestra más pequeña se pueda blanquear durante una duración de tiempo diferente. Este procedimiento se repite para cada individuo. Todos los resultados se recogen juntos en el mismo gráfico suministrando el desfase temporal apropiado a cada serie de puntos de cada individuo. Las muestras usadas deberían elegirse de manera que, las muestras proporcionen una gran variedad en el abanico de posibles colores naturales (desde el cabello brillante al cabello oscuro). El número total de puntos en el gráfico debería ser de al menos 15. Cabe resaltar que solo las constantes de la ecuación 2 cambian con diferentes sustancias blanqueadoras.

Asimismo, la proporción del factor de feomelamina también se reduce debido al blanqueamiento. Sin embargo, cuando se mide un espectro de reflectancia y los se analizan los espectros de reflectancia, el coeficiente y por lo tanto la proporción del factor de feomelamina representa la feomelamina que hay en el fondo de la eumelamina. Dicho de otro modo, la naturaleza oscura del pigmento de eumelamina evita que una parte del factor de feomelamina contribuya al espectro de reflectancia. Por lo tanto, el coeficiente y la proporción del factor de feomelamina que se calculan usando el análisis del espectro de reflectancia solo representan un valor de "fondo". Asimismo, el coeficiente y la proporción del factor blanco que se calculan usando el análisis del espectro de reflectancia solo representan un valor de "fondo" respecto de la eumelamina de primer plano. Por lo tanto,  $W_{PH-B}$  que es la proporción del factor de feomelamina en el fondo se da mediante la siguiente ecuación:

$$W_{PH-B} = \frac{C_{PH}}{C_{PH} + C_W + C_{CT}} \quad \text{(Ecuación 3).}$$

El análisis de blanqueamiento realizado para el factor de eumelamina con referencia a la figura 5a también se llevó a cabo respecto del factor de feomelamina y el factor blanco. Ahora se hará referencia a la figura b, que es un gráfico que muestra la proporción del factor de feomelamina de fondo respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo. La ecuación del gráfico de la figura 5b se calcula usando un procedimiento de ajuste óptimo. La ecuación del gráfico de la figura 5 b es como sigue:

$$W_{PH-B} = 3 \times 10^{-6} t_{PH-B}^2 - 0.0019 t_{PH-B} + 0.4883 \quad \text{(Ecuación 4),}$$

donde  $t_{PH-B}$  es el tiempo de blanqueamiento efectivo en minutos del factor de feomelamina en el fondo. El experto en la técnica apreciará que la ecuación 4 se puede recalculer llevando a cabo experimentos limitados usando otra sustancia blanqueadora en una muestra de cabello. Cabe resaltar que solo las constantes de la ecuación 4 cambian con diferentes sustancias blanqueadoras. Ahora se hará referencia a la figura 5c, que es un gráfico que muestra la proporción del factor blanco de fondo respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo. Se observa en la figura 5c que el factor blanco en el fondo aumenta con el blanqueamiento.

La densidad del factor de feomelamina y el factor blanco en el primer plano de la eumelamina es sustancialmente la misma que la densidad del factor de feomelamina y el factor blanco, respectivamente, en el fondo. Por lo tanto la siguiente ecuación es válida para el factor de feomelamina:

$$W_{PH}(t) = (1 - W_{EU}(t_{EU})) \times W_{PH-B}(t_{PH-B}) \quad \text{(Ecuación 5),}$$

donde  $E_{PH}(t)$  es la proporción total del factor de feomelamina como una función de tiempo,  $W_{EU}(t_{EU})$  es la proporción total del factor de eumelamina como una función de tiempo y  $W_{PH-B}(t_{PH-B})$  es la proporción de fondo del factor de feomelamina como una función de tiempo.

5 El coeficiente final del factor de cutícula es consistentemente bajo. Los inventores calcularon, usando el sistema 10 de medición del espectro de reflectancia, que el coeficiente final del factor de cutícula es aproximadamente de 0,0036. Por lo tanto, se puede usar este valor del coeficiente final del factor de cutícula o se puede ignorar el coeficiente final del factor de cutícula. Cabe destacar que la proporción inicial del factor de cutícula afecta al blanqueamiento y a la coloración y por lo tanto se puede usar la proporción inicial del factor de cutícula para predecir  
10 más precisamente las proporciones finales de la eumelamina, feomelamina y el factor blanco como se describe más en detalle con referencia a las figuras 9a y 9b.

Las ecuaciones 2, 4 y 5, o sus equivalentes, se usan para calcular los efectos de blanqueamiento respecto de las proporciones de los factores que contribuyen al espectro de reflectancia de una muestra de cabello, como se explicará en lo sucesivo con referencia a la figura 5d.

15 Ahora se hará referencia a la figura 5d, que es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en la determinación de los efectos del blanqueamiento sobre el espectro de reflectancia de cabello. En primer lugar se mide un espectro de reflectancia de un cabello de muestra (bloque 80). En segundo lugar, los coeficientes de los factores son analizados por el ordenador (bloque 82). En tercer lugar, las proporciones de los factores se calculan, mediante el ordenador, usando la ecuación 1 y los equivalentes de la ecuación 1 (bloque 84). Para los factores de eumelamina y  
20 feomelamina se determina el tiempo inicial efectivo usando las ecuaciones 2 y 4 (bloque 86). En cuarto lugar, el ordenador sugiere un tiempo de blanqueamiento (bloque 88). En quinto lugar, el ordenador calcula la proporción final después del blanqueamiento del factor de eumelamina usando la ecuación 2 y la proporción final después del blanqueamiento del factor de feomelamina usando las ecuaciones 4 y 5 (bloque 90). En sexto lugar, el ordenador convierte entonces las proporciones finales después del blanqueamiento (bloque 92), como se explicará en lo sucesivo. En esta fase, el coeficiente final del factor blanco se calcula directamente a partir de la proporción final del factor de eumelamina, como se explicará en lo sucesivo. En séptimo lugar, el ordenador determina un espectro de reflectancia final después del blanqueamiento suponiendo que el producto de cada factor con el coeficiente final de factor después del blanqueamiento (bloque 94).

Ahora se hará referencia a la figura 52, que es un gráfico que muestra el coeficiente del factor blanco respecto de la proporción del factor de eumelamina. El gráfico muestra que hay una relación inversa entre el coeficiente del factor blanco y la proporción del factor de eumelamina. La ecuación del gráfico es proporcionada por:

$$C_W = 1.662W_{EU}^2 - 3.3983W_{EU} + 1.7732 \quad \text{(Ecuación 6),}$$

35 donde  $C_W$  es el coeficiente del factor blanco y  $W_{EU}$  es la proporción del factor de eumelamina. El experto en la técnica apreciará que la ecuación 6 se puede recalculer llevando a cabo experimentos limitados usando otra sustancia de blanqueamiento sobre una muestra de cabello. Cabe resaltar que solo las constantes de la ecuación 6 cambian con diferentes sustancias de blanqueamiento. Se observa a partir de la ecuación 6 que el coeficiente final del factor blanco se calcula a partir de la proporción final de eumelamina después del blanqueamiento. Una vez calculado el coeficiente final del factor blanco después del blanqueamiento, los coeficiente finales de los otros factores se calculan usando la algebra básica y las siguientes ecuaciones.

$$40 \quad W_{EU-F} = \frac{C_{EU-F}}{C_{EU-F} + C_{PH-F} + C_{W-F} + C_{CT-F}} \quad \text{(Ecuación 7),}$$

$$W_{PH-F} = \frac{C_{PH-F}}{C_{EU-F} + C_{PH-F} + C_{W-F} + C_{CT-F}} \quad \text{(Ecuación 8),}$$

$$W_{W-F} = \frac{C_{W-F}}{C_{EU-F} + C_{PH-F} + C_{W-F} + C_{CT-F}} \quad \text{(Ecuación 9),}$$

45 donde  $W_{EU-F}$  es la proporción final del factor de eumelamina,  $W_{PH-F}$  es la proporción final del factor de feomelamina,  $W_{W-F}$  es la proporción final del factor blanco,  $C_{EU-F}$  es el coeficiente final del factor de eumelamina,  $C_{PH-F}$  es el coeficiente final del factor de feomelamina,  $C_{W-F}$  es el coeficiente final del factor blanco y  $C_{CT-F}$  es el coeficiente final del factor de cutícula.

Cabe resaltar que las ecuaciones anteriores se usan para calcular los efectos de blanqueamiento sobre el espectro de reflectancia del cabello cuando el cabello es de calidad normal, es decir la cutícula del cabello no está cerrada herméticamente y no se abre anormalmente. Sin embargo, cuando la cutícula del cabello se abre más de la media o se cierra más de la media, el cabello se blanquea más rápidamente o más lentamente, respectivamente, y por lo tanto requiere menos o más tiempo de blanqueamiento, respectivamente. Por lo tanto, las fórmulas anteriores necesitan ajustarse para cualquier cambio en el tiempo de blanqueamiento debido a la condición de la cutícula. Se estima que el tiempo de blanqueamiento necesita ajustarse entre el 5% y el 50% debido al estado de la cutícula. El efecto del estado de la cutícula sobre las fórmulas anteriores se describe más en detalle con referencia a las figuras 9a y 9b.

Teñir el cabello modifica generalmente las proporciones de los factores de cabello natural así como la adición de un nuevo factor del propio tinte. La proporción final del tinte es una función de la suma de los cambios de las proporciones de los factores de cabello natural, como se muestra con la siguiente ecuación:

$$W_{DYE-F} = f(\Delta W_{EU} + \Delta W_{PH} + \Delta C_W + \Delta W_{CT}) \quad \text{(Ecuación 10),}$$

donde  $W_{DYE-F}$  es la proporción final del tinte,  $\Delta W_{EU}$  es el cambio en la proporción del factor de eumelamina debido a la coloración,  $\Delta W_{PH}$  es el cambio en la proporción del factor de feomelamina debido a la coloración,  $\Delta C_W$  es el cambio en el coeficiente del factor blanco debido a la coloración y  $\Delta W_{CT}$  es el cambio del factor de cutícula debido a la coloración. Por razones de claridad,  $\Delta W_{EU}$  es igual a la proporción inicial del factor de eumelamina menos la proporción final del factor de eumelamina. Asimismo, todos los cambios en las proporciones y coeficientes de los varios factores se definen como el valor inicial menos el valor final de la proporción o coeficiente del factor en cuestión, salvo para el cambio en la proporción del factor de tinte que es idéntica a la proporción final del factor de tinte. Cabe resaltar que el efecto del cambio en la proporción del factor de cutícula sobre la proporción del tinte es generalmente insignificante y se puede ignorar. Sin embargo, el estado de la cutícula afecta a las proporciones finales de los otros factores en el proceso de coloración, como se menciona más en detalle con referencia a la figura 10. Además, si se usa un análisis de tres factores el factor de cutícula también se ignora. La diferencia de proporción del factor de eumelamina se correlaciona con el cambio en el coeficiente del factor blanco dividido por la proporción inicial del factor de proporción entre el fondo. Esto se ilustra con la siguiente ecuación:

$$\Delta W_{EU} = f\left(\frac{\Delta C_W}{W_{W-i-B}}\right) \quad \text{(Ecuación 11),}$$

donde  $\Delta C_W$  es el cambio en el coeficiente del factor blanco debido a la coloración y  $W_{W-i-B}$  es la proporción inicial del factor blanco entre el fondo.

Además, la proporción final del factor de tinte se correlaciona altamente con el coeficiente final del factor de tinte. Esto se ilustra con la siguiente ecuación:

$$C_{DYE} = f(W_{DYE-F}) \quad \text{(Ecuación 12),}$$

donde  $C_{DYE}$  es el coeficiente final del factor de tinte y  $W_{DYE-F}$  es la proporción final del factor de tinte.

Asimismo, las siguientes relaciones son válidas, dadas las siguientes ecuaciones:

$$\Delta W_{PH} = f((1 - W_{EU-i}) \times W_{PH-i-B}) \quad \text{(Ecuación 13),}$$

$$\Delta C_W = f((1 - W_{EU-i}) \times W_{W-i-B}) \quad \text{(Ecuación 14),}$$

donde  $W_{EU-i}$  es la proporción inicial del factor de eumelamina,  $W_{PH-i-B}$  es la proporción inicial del factor de feomelamina entre el fondo. Por lo tanto, se puede observar que la experimentación limitada para cada tinte o una combinación de tintes se puede llevar a cabo usando un número de muestras de cabello para determinar las funciones de las ecuaciones 10 a 14 para cada tinte o combinación de tintes. La experimentación limitada implica calcular los coeficientes y proporciones de todos los factores antes y después de la coloración. Los resultados se anotan entonces en los gráficos apropiados y las funciones de las ecuaciones 10 a 14 se determinan mediante las ecuaciones de la pendiente de los gráficos. Por ejemplo, la función de la ecuación 10 se determina trazando un gráfico de  $W_{DYE-F}$  respecto de  $(\Delta W_{EU} + \Delta C_W + \Delta W_{CT})$ . Las ecuaciones determinadas, para un tinte específico, o combinación de tintes se usan para predecir el cambio sobre el espectro de reflectancia aplicando el tinte o una combinación de tintes, como se explicará con la referencia a la figura 6. Las muestras de cabello deberían ser de cabello natural no blanqueado. Se deberían usar las muestras de cabello de al menos cinco individuos. Cada muestra de cabello del mismo individuo debería dividirse en varias muestras más pequeñas de manera que cada muestra más pequeña se pueda blanquear para una duración de tiempo diferente. Entonces se tiñe cada muestra.

Este procedimiento se repite para cada individuo. Las muestras usadas se deberían elegir para que las muestras proporcionen una gran variedad en el abanico de posibles colores naturales (desde el cabello brillante al cabello oscuro). El número total de puntos en cada gráfico debería ser de al menos 15. Es aconsejable aplicar el tinte según las instrucciones del fabricante usando las concentraciones y tiempos de espera correctos. Si no se siguen las instrucciones del fabricante, el tinte necesita ser aplicado de manera consistente para garantizar que los resultados obtenidos sean significativos. Cuando se usa una combinación de tintes las proporciones de cada tinte necesitan mantenerse cuidadosamente.

El factor del tinte o la combinación de tintes se determina por dos procedimientos. El primer procedimiento implica teñir el cabello blanco con el tinte o la combinación de tintes elegidos. Un espectro de reflectancia del tinte o la combinación de tintes se mide y se lleva a cabo un análisis de factor para identificar el nuevo factor asociado al tinte o combinación de tintes elegidos. Se prefiere el cabello blanco ya que los coeficientes de los factores eumelamina y feomelamina son muy pequeños y el análisis de factor es más rápido. El segundo procedimiento incluye situar una gota secada espesa de tinte o combinación de tintes sobre la ventana 18 del sistema **10** de medición de espectro de reflectancia (figuras 1a, 1b). El espectro de reflectancia de la gota espesa de tinte o combinación de tintes solo contiene la contribución del factor del tinte o combinación de tintes elegidos y por lo tanto el factor del tinte o combinación de tintes se identifica más fácilmente.

A título de ejemplo no limitativo, se llevaron a cabo experimentos usando el tinte WELLA KILESTON 3050 moreno claro. Este tinte es producido por Vella AG, Berliner Allee 65, 64274 Darmstadt, Alemania. El tinte se aplicó según las instrucciones del fabricante. El tubo de color se envasó con una crema de oxígeno. Todo el contenido del tubo de color y la crema de oxígeno se mezcló conjuntamente para formar el tinte. Las siguientes ecuaciones, basadas en las ecuaciones 10 a 14, son válidas para el tinte mencionado anteriormente.

$$W_{DYE-F} = -0.3867(\Delta W_{EU} + \Delta W_{PH} + \Delta C_W + \Delta W_{CT})^2 + 1.0139(\Delta W_{EU} + \Delta W_{PH} + \Delta C_W + \Delta W_{CT}) + 0.0069 \quad \text{(Ecuación 15),}$$

$$\Delta W_{EU} = -0.2687\left(\frac{\Delta C_W}{W_{W-I-B}}\right) + 0.4013 \quad \text{(Ecuación 15),}$$

$$C_{DYE} = 5.7757(W_{DYE-F})^2 - 0.519(W_{DYE-F}) + 0.1262 \quad \text{(Ecuación 17),}$$

$$\Delta W_{PH} = 1.1689((1 - W_{EU-I}) \times W_{PH-I-B}) - 0.0688 \quad \text{(Ecuación 18),}$$

$$\Delta C_W = 2.6671((1 - W_{EU-I}) \times W_{W-I-B}) - 0.1573 \quad \text{(Ecuación 19).}$$

Cabe resaltar que los otros tintes tienen ecuaciones, que tienen una forma similar a las ecuaciones 14 a 19, pero con diferentes constantes.

Ahora se hará referencia a la figura 6, que es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en la determinación de los efectos del teñido sobre el espectro de reflectancia del cabello. En primer lugar, si se ha de llevar a cabo el blanqueamiento las proporciones finales después del blanqueamiento se usan como las proporciones iniciales antes del teñido. Si el blanqueamiento no se ha de llevar a cabo o el blanqueamiento efectivo ya se ha realizado en el cabello del cliente, se mide un nuevo espectro de reflectancia y los coeficientes y las proporciones del nuevo espectro de reflectancia se analizan y calculan respectivamente (bloque **96**). En segundo lugar, el coeficiente final del factor blanco se calcula usando la ecuación 14 (bloque **98**). En tercer lugar, la proporción final del factor de eumelamina, después del teñido, se calcula usando la ecuación 11 (bloque **100**). Encuarto lugar, la proporción final del factor de feomelamina, después del teñido, se calcula usando la ecuación 13 (bloque **102**). En quinto lugar, la proporción final del tinte se calcula usando la ecuación 10 (bloque **106**). En sexto lugar, el coeficiente final del tinte se calcula usando la ecuación 12 (bloque **108**). En séptimo lugar, el coeficiente final de los factores de eumelamina y feomelamina se calculan usando el álgebra y las ecuaciones 7 a 9 (bloque **110**). Finalmente, el espectro de reflectancia final después de teñido se determina sumando el producto de cada factor con el coeficiente final de factor después del teñido (bloque 112).

Cuando hay un parecido muy elevado entre el espectro del tinte elegido y uno de los factores de cabello natural, el procedimiento descrito con referencia a la figura 6 se vuelve impracticable. Esto es debido a que el parecido muy elevado entre el tinte y uno de los factores de cabello natural requiere una resolución muy elevada durante el proceso de investigación del programa de ajuste de curva para permitir la identificación de los coeficientes del factor de tinte y el factor de cabello natural con una coincidencia muy próxima. Por lo tanto, se necesita otro procedimiento para predecir el efecto sobre el espectro de reflectancia del cabello debido al tinte, donde el factor de tinte tiene un parecido muy próximo a uno de los factores de cabello natural.

Un procedimiento es fusionar la proporción final del factor de tinte y el factor de cabello natural más próximo. A título de ejemplo, cuando el factor de tinte está muy próximo del factor de feomelamina, la siguiente relación es válida:

$$W_{DYE+PH} = f(W_{EU-i}) \quad \text{(Ecuación 20),}$$

5 donde  $W_{DYE+PE}$  es la proporción final del tinte fusionado y el factor de feomelamina después del teñido y  $W_{EU-1}$  es la proporción inicial del factor de eumelamina.

Asimismo, las siguientes relaciones son válidas:

$$\Delta W_W = f((1 - W_{EU-i}) \times W_{W-i-B}) \quad \text{(Ecuación 21),}$$

$$\Delta W_{EU} = f\left(\frac{\Delta W_W}{W_{W-i-B}}\right) \quad \text{(Ecuación (22),}$$

$$C_W = f(W_{W-F}) \quad \text{(Ecuación 23),}$$

10 donde  $\Delta W_W$  es el cambio en la proporción del factor blanco respecto del teñido,  $W_{W-i-B}$  es la proporción inicial del factor blanco entre el fondo,  $\Delta W_{EU}$  es el cambio en la proporción del factor de eumelamina debido al teñido,  $C_W$  es el coeficiente final de factor blanco y  $W_{W-F}$  es la proporción final del factor blanco. Por lo tanto, se puede ver que la experimentación limitada para cada tinte o combinación de tinte se puede llevar a cabo usando un número de muestras de cabello para determinar las funciones de las ecuaciones 20 a 23 para cada tinte o combinación de tintes, como se ha descrito anteriormente con referencia a las ecuaciones 10 a 14. La experimentación limitada implica calcular los coeficientes y proporciones de todos los factores antes y después del teñido. Los resultados se indican a continuación en gráficos apropiados y las funciones de las ecuaciones 20 a 23 se determinan con las ecuaciones de la pendiente de los gráficos. Las ecuaciones determinadas, para un tinte o una combinación de tintes específicos, se usan para predecir el cambio en el espectro de reflectancia aplicando el tinte o la combinación de tintes, como se explicará con referencia a la figura 7. Es aconsejable aplicar el tinte según las instrucciones del fabricante usando las concentraciones y tiempos de espera correctos. Si las instrucciones del fabricante no se siguen, el tinte necesita aplicarse consistentemente para garantizar que los resultados obtenidos son significativos. Cuando se usa una combinación de tintes la proporción de cada tinte necesita mantenerse cuidadosamente.

25 A título de ejemplo no limitativo, los experimentos se realizaron usando el tinte WELLA KOLESTON 307/64 Cherry fabricado por Wella AG. Este tinte Cherry tiene un parecido muy elevado con el factor de feomelamina. El tinte se aplicó según las instrucciones del fabricante. El tubo de color se envasó con una crema de oxígeno. Todo el contenido del tubo de color y la crema de oxígeno se mezcló conjuntamente para formar el tinte. Las siguientes ecuaciones, basadas en las ecuaciones 20 a 23 son válidas para el tinte mencionado anteriormente

$$W_{CHERRY+PH} = -0.1467(W_{EU-i})^2 - 0.2543(W_{EU-i}) + 0.4336 \quad \text{(Ecuación 24),}$$

$$30 \quad \Delta W_W = 0.7232((1 - W_{EU-i}) \times W_{W-i-B}) - 0.017 \quad \text{(Ecuación 25),}$$

$$\Delta W_{EU} = -0.547\left(\frac{\Delta W_W}{W_{W-i-B}}\right) + 0.0378 \quad \text{(Ecuación 26),}$$

$$C_W = 1.6079(W_{W-F}) - 0.0079 \quad \text{(Ecuación 27),}$$

35 donde  $CHERRY+PH$  es la proporción final del tinte Cherry y el factor de feomelamina combinado. Cabe resaltar que otros tintes tienen ecuaciones, que tienen una forma similar a las ecuaciones 24 a 27, pero con constantes diferentes.

La figura 7 es un diagrama de flujo de las etapas implicadas en la determinación de los efectos de teñido sobre el espectro de reflectancia del cabello usando un tinte que tiene un factor similar a los factores naturales. En primer lugar, si el blanqueamiento se ha de llevar a cabo las proporciones finales después del blanqueamiento se usan como las proporciones iniciales antes del teñido. Si el blanqueamiento no se lleva a cabo o el propio blanqueamiento ya se ha realizado sobre el cabello del cliente, se mide un nuevo espectro de reflectancia y se analizan y calculan

respectivamente los coeficientes y proporciones del nuevo espectro de reflectancia (bloque 114). En segundo lugar, el coeficiente final del factor blanco se calcula usando la ecuación 23 (bloque 116). En tercer lugar, la proporción final del tinte fusionado y el factor de feomelamina se calcula usando la ecuación 20 (bloque 118). Encuarto lugar, se calcula la proporción final del factor blanco, después del teñido usando la ecuación 21 (bloque 120). En quinto lugar, se calcula la proporción final del factor de eumelamina después del teñido usando la ecuación 22 (bloque 122). En sexto lugar, los coeficientes finales de la eumelamina y el tinte fusionado y los factores de feomelamina se calculan usando el álgebra y las ecuaciones 28 a 30, en lo sucesivo (bloque 124).

$$W_{EU-F} = \frac{C_{EU-F}}{C_{EU-F} + C_{DYE+PH-F} + C_{W-F} + C_{CT-F}} \quad \text{(Ecuación 28),}$$

$$W_{DYE+PH-F} = \frac{C_{PH-F}}{C_{EU-F} + C_{DYE+PH-F} + C_{W-F} + C_{CT-F}} \quad \text{(Ecuación 29),}$$

$$W_{W-F} = \frac{C_{W-F}}{C_{EU-F} + C_{DYE+PH-F} + C_{W-F} + C_{CT-F}} \quad \text{(Ecuación 30),}$$

Donde,  $W_{EU-F}$  es la proporción final del factor de eumelamina,  $W_{DYE+PH-F}$  es la proporción final del tinte fusionado y el factor de feomelamina,  $W_{W-F}$  es la proporción final del factor blanco,  $C_{EU-F}$  es el coeficiente final del factor de eumelamina,  $C_{DYE+PH-F}$  es el coeficiente final del tinte fusionado y el factor de feomelamina,  $C_{W-F}$  es el coeficiente final del factor blanco y  $C_{CT-F}$  es el coeficiente final del factor de cutícula. Finalmente, el espectro de reflectancia final después de teñido se determina sumando el producto de cada factor con el coeficiente final de factor después del teñido (bloque 126).

Si el factor del tinte elegido tiene un factor similar al factor de eumelamina, entonces el espectro de reflectancia final después del teñido será muy similar al factor de eumelamina.

Los tintes de factor de cabello natural, tintes que tienen una correlación muy elevada con los factores de cabello natural de eumelamina y feomelamina, se crean mezclando tintes existentes para que la confinación de tintes exhiba un espectro de reflectancia que es muy próximo al factor de eumelamina o feomelamina, respectivamente. Los tintes de factor de cabello natural se usan cuando el color final deseado es un color de cabello natural. Los experimentos limitados se llevaron a cabo con diferentes proporciones de tintes de factor de cabello natural para determinar las ecuaciones de teñido para estas diferentes proporciones. El ordenador calcula un tratamiento capilar llevando a cálculos iterativos usando las ecuaciones para las diferentes proporciones de los tintes de cabello natural. Es ventajoso usar tintes de factor de cabello natural, ya que no se introduce un nuevo factor en el cabello mediante el proceso de teñido. Por lo tanto, el proceso de iteración por ordenador es más rápido. A continuación se pueden usar los tintes de factor de cabello natural para teñir el cabello a un color de cabello natural.

Ahora se hará referencia a la figura 8, que es un diagrama de flujo de un algoritmo que permite que un programador escriba un programa para llevar a cabo un análisis de coeficiente. El algoritmo extrae los coeficientes apropiados de los factores para llevar a cabo iteraciones hasta que los coeficientes producen un espectro de reflectancia, que está lo más próximo posible al espectro de reflectancia medido. El algoritmo supone que el programa informático se escribe en Borland c versión 5.01. Los siguientes parámetros usados en el diagrama de flujo se definen en lo sucesivo:

k es el número de factores (una constante),

j es un parámetro de número entero con valores de 0 a k-1,

i es un parámetro de número entero con valores de 0 a k-1,

n, m son números enteros variables,

temp, gap2 reconstruidos son variables.

$\lambda_n$  es la  $n$ -ésima longitud de onda en una matriz de longitudes de onda, teniendo la matriz Lnum miembros siendo n el índice de la longitud de onda dentro de la matriz (una constante),

Lnum es el número de longitudes de onda (una constante). Por lo tanto,  $n = 0, 1, \dots, (Lnum-1)$ .

$I(\lambda)_M$  es la reflectancia relativa de una longitud de onda dentro de una matriz de longitudes de onda, teniendo la matriz Lnum células para la Lnum longitudes de onda en la matriz (valores constantes).

$C_j$  es el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  factor. Hay  $k$  parámetros de este tipo, que se iteran durante los cálculos hasta que todos los  $k$  parámetros de  $INC_j$  (definido en lo sucesivo) son menores que  $P$  (definidos en lo sucesivo).

$f(\lambda)_j$  representa el espectro del  $j^{\text{ésimo}}$  factor y es una matriz de  $L_{\text{num}}$  células.

5  $gap$  es un parámetro que recibe la suma de diferencias absolutas de la curva de medición a la curva de reconstrucción. La curva de reconstrucción se representa por el término:  $C_1 \cdot f(\lambda)_1 + C_2 \cdot f(\lambda)_2 + \dots + C_k \cdot f(\lambda)_k$ .

$INC_j$  es un parámetro que contiene el cambio incremental en el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  factor usado en la última iteración.

10  $P$  es un parámetro constante de precisión. Su valor se establece antes del inicio del proceso de iteraciones entre los coeficientes (este ajuste puede ser una parte del programa).

$PrGap_j$  contiene el último valor del juego de parámetros de cuando el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  factor se iteró.

$MAX$  es un número constante que representa un valor muy elevado que el juego de parámetros no puede sobrepasar.

15  $floor_j$  es el valor más bajo que el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  factor puede recibir en cada iteración (variable),

$ceil_j$  es el valor más alto que el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  factor puede recibir en cada iteración (variable),

$N$  es un parámetro constante que representa la máxima magnitud que cualquier coeficiente puede posiblemente tener. El parámetro  $ceil_j$  no puede sobrepasar el valor de este parámetro.

20  $Imp_j$  sigue el proceso de iteración. Es un parámetro de números enteros que cuenta cuantos mejoras de ajuste sucesivos se han producido para el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  factor. La indicación de mejora es una reducción en el valor de  $PrGap_j$ ,

$sign_j$  es un parámetro de números enteros que indica si el coeficiente del  $j^{\text{ésimo}}$  se está iterando aumentándolo o reduciéndolo.

25 El diagrama de flujo empieza con un bloque **128**. En este punto, las matrices de los espectros de los factores y el espectro de reflectancia medido se cargan a partir de la base de datos. Asimismo en este punto de la matriz de las longitudes de onda, se carga en una secuencia de números desde la primera longitud de onda a la última longitud de onda en el intervalo. Las matrices de los espectros se configuran para contener un número idéntico de células al de la matriz de las longitudes de onda. En el bloque **130**, se inicializan los parámetros. Los siguientes parámetros se inicializan con los siguientes valores:

30 
$$floor_0=0, floor_1=0, \dots, floor_{k-1}=0$$

$N$  es el valor máximo que un coeficiente puede posiblemente tener (como se ha descrito anteriormente). El valor máximo del espectro de reflectancia medido se divide por el valor máximo del factor dando el menor valor máximo  $N$  menos 1.

$$ceil_0=N, ceil_1=N, \dots, ceil_{k-1}=N$$

$$C_1=N/2, C_2=N/2, \dots, C_k=N/2$$

$$INC_0=\frac{N}{4}, INC_1=\frac{N}{4}, \dots, INC_{k-1}=\frac{N}{4}$$

35  $Imp_0=0, Imp_1=0, \dots, Imp_k=0$

siendo  $MAX=9999999999$  mucho mayor que  $N$ ,

$$PrGap_0=MAX, PrGap_1=MAX, \dots, PrGap_{k-1}=MAX$$

$$j=0$$

40 Ahora se hará referencia a la figura 9a que es un gráfico de la proporción de la eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento para una persona media y una persona con un estado de cutícula inferior a la media. A título de introducción, como se ha mencionado anteriormente, el revestimiento externo del cabello se forma a partir de un material transparente que tiene escamas, que se conoce como la cutícula. La condición de la cutícula tiene un

impacto importante sobre la velocidad de la actividad de blanqueamiento. La velocidad de eliminación de eumelamina y feomelamina se produce a una velocidad mayor durante el proceso de blanqueamiento si las cutículas se abren más, que a veces es debido al daño de las cutículas. Las fórmulas descritas con referencia a las figuras 5a a 5e no consideran el estado de la cutícula de un individuo. Por lo tanto, estas fórmulas descritas con referencia a las figuras 5a a 5e necesitan ajustarse para reflejar el estado de la cutícula de un individuo. En lo sucesivo se ilustra un procedimiento para ajustar la fórmula para calcular el efecto sobre la proporción del factor de eumelamina debido al blanqueamiento, para que de este modo la fórmula ajustada tenga en cuenta el estado de la cutícula de un individuo. El experto en la técnica apreciará que las fórmulas ajustadas se pueden formular tanto para el factor de feomelamina como el factor blanco.

El comportamiento medio del factor de eumelamina debido al blanqueamiento se describe generalmente mediante la siguiente ecuación:

$$W_{EU} = at_{EU}^2 + bt_{EU} + c$$

(Ecuación 31),

donde  $W_{EU}$  es la proporción del factor de eumelamina,  $t_{EU}$  es el tiempo de blanqueamiento efectivo en minutos para el factor de eumelamina y  $a$ ,  $b$  y  $c$  son constantes. El procedimiento para determinar las constantes  $a$ ,  $b$  y  $c$  para un producto de blanqueamiento particular se ha mencionado con referencia a la figura 5a. La ecuación 31 representa el comportamiento general del factor de eumelamina respecto del blanqueamiento para un individuo con un estado de cutícula medio. El tiempo de blanqueamiento efectivo inicial y final, que corresponde a una proporción inicial y final del factor de eumelamina, respectivamente se determinan resolviendo la ecuación 31 como se ha mencionado con referencia a la figura 5a y la figura 9a muestra una línea 132 que representa el comportamiento de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo para una persona con cutículas dañadas. SE ha supuesto que el comportamiento de la proporción de la eumelamina es lineal. Una línea 134 representa el comportamiento de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo para un individuo que tiene un factor de cutícula medio. La línea 134 es parte de un curva mayor que representa el comportamiento de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo. Esta curva mayor no es lineal. Sin embargo, esta curva mayor se trata como lineal, en concreto la línea 134, en el intervalo de tiempo de blanqueamiento efectivo cubierto por la línea 132. Además, la línea 132 se construye desplazando los puntos de datos, de manera que esta línea 134 y la línea 132 se corten en el tiempo de blanqueamiento efectivo inicial como se ha calculado usando la ecuación 31. La línea 134 se construye llevando a cabo un análisis de regresión lineal sobre los puntos de datos en este intervalo. SE ha observado que la pendiente de la línea 132 es superior a la pendiente de la línea 134. Por lo tanto, se observa que el pelo se blanquea más rápidamente cuando el estado inicial de la cutícula está dañado o más abierto que la media.

Ahora se hará referencia a la figura 9b que es un gráfico de pendiente media menos pendiente específica respecto de la proporción del factor de cutícula. El gráfico de la figura 9b se preparó tomando varias muestras de cabello con proporciones iniciales diferentes del factor de cutícula. A continuación las muestras se blanquearon. Para cada muestra, la pendiente de un gráfico de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento efectivo se determinó para dar una "pendiente específica". Para cada muestra, la pendiente de la curva que representa el comportamiento medio del factor de eumelamina en la región de la "pendiente específica" se determinó entonces, dando una "pendiente media". El gráfico de la figura 9b se preparó entonces indicando un punto de dato para cada muestra de cabello de la pendiente media menos la pendiente específica de la proporción inicial del factor de cutícula. El gráfico de la figura 9b representa la siguiente función

$$Pendiente(espec) - Pendiente(media) = S1 * W_{CT-i} - S2 \quad (Ecuación 32),$$

donde  $Pendiente(espec)$  es la pendiente de un gráfico de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento para una persona con una proporción inicial del factor de cutícula de  $W_{CT-1}$ ,  $Pendiente(media)$  es la pendiente de un gráfico de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento para un individuo que tiene una proporción inicial media del factor de cutícula (en el intervalo de tiempo de blanqueamiento efectivo del gráfico de la proporción del factor de eumelamina respecto del tiempo de blanqueamiento para una persona con una proporción inicial del factor de cutícula de  $W_{CT-i}$ ).  $W_{CT-i}$  es la proporción inicial del factor de cutícula,  $S1$  y  $S2$  son constantes. La pendiente(media) se puede calcular usando el diferencial de la ecuación 31, que es  $2at+b$ .  $S1$  y  $S2$  se pueden determinar para cualquier producto de blanqueamiento usando las etapas usadas para preparar el gráfico de la figura 9b. Se estima que  $S1$  se ha de encontrar en el intervalo entre 1 y 2, mientras que  $S2$  se ha de encontrar en el intervalo entre 0,002 y 0,004. El gráfico de la figura 9b muestra que la mejor condición de las cutículas, que es cuando la proporción del factor de cutícula es más elevado, el proceso de blanqueamiento tarda más.

Ahora se hará referencia a la figura 9C, que es un diagrama de flujo que muestra las etapas de un procedimiento para ajustar las fórmulas de blanqueamiento para una proporción inicial específica del factor de cutícula. El procedimiento para ajustar la fórmula de blanqueamiento, representada generalmente por la ecuación 31, para una proporción inicial específica del factor de cutícula  $W_{CT-1}$ , incluye las siguientes etapas. En primer lugar, se mide el cabello de una persona con el sistema 10 de medición de espectro de reflectancia (bloque 136). En segundo lugar, las proporciones de cada uno de los factores dentro del cabello se analizan usando el análisis de coeficientes

(bloque 138). En tercer lugar, el tiempo de blanqueamiento efectivo inicial,  $t_i$  se determina usando la ecuación 31 (bloque 140). Encuarto lugar, se determina una ecuación ajustada basándose en la ecuación 31 usando uno de los siguientes procedimientos (bloque 142).

Un primer procedimiento incluye determinar las constantes  $A$ ,  $B$  y  $C$  de la siguiente ecuación

5 
$$W_{EU-SPEC} = At^2 + Bt + C \quad \text{(Ecuación 33),}$$

donde  $W_{EU-SPEC}$  es la proporción del factor de eumelamina para una proporción inicial específica del factor de cutícula y  $t$  es el tiempo de blanqueamiento efectivo. Una vez determinadas las constantes  $A$ ,  $B$  y  $C$ , se usa la ecuación 33 para determinar el tiempo de blanqueamiento efectivo teniendo en cuenta el estado inicial de la cutícula. Las constantes  $A$ , y  $C$  se determinan resolviendo las siguientes ecuaciones:

10 
$$2At_i + B = \text{Pendiente(espec) en tiempo } t_i \quad \text{(Ecuación 34)}$$

$$At_i^2 + Bt_i + C = at_i^2 + bt_i + c \quad \text{(Ecuación 35)}$$

$$A\left(\frac{B}{2A}\right)^2 + B\left(-\frac{B}{2A}\right) + C = -\frac{b}{2a} = a\left(\frac{b}{2a}\right)^2 + b\left(-\frac{b}{2a}\right) + c$$

(Ecuación 36)

15 La ecuación 34 es el diferencial de la ecuación 33 en el tiempo de blanqueamiento efectivo  $t_i$ . La pendiente(espec) en el tiempo  $t_i$  se calcula usando la ecuación 32. La ecuación 35 supone que las curvas de las ecuaciones 31 y 33 se cortan en el tiempo de blanqueamiento efectivo  $t_i$ . La ecuación 36 supone que el máximo o el mínimo de las curvas de las ecuaciones 31 y 33 tienen la misma magnitud ya que la proporción máxima de eumelamina es un valor absoluto constante, siéndolo de este modo para el valor mínimo posible. La localización del máximo o mínimo de la ecuación 31 está en  $t=-b/2a$ . La localización del máximo o mínimo de la ecuación 33 esté en  $t=B/2A$ .

20 Un segundo procedimiento incluye determinar las constantes  $D$  y  $E$  de la siguiente ecuación:

$$W_{EU-SPEC} = Dt + E \quad \text{(Ecuación 37),}$$

25 donde  $W_{EU-SPEC}$  es la proporción del factor de eumelamina para una proporción inicial específica del factor de cutícula y  $t$  es el tiempo de blanqueamiento efectivo. Una vez determinadas las constantes  $D$  y  $E$ , se usa la ecuación 37 para determinar el tiempo de blanqueamiento efectivo tomando en cuenta el estado inicial de la cutícula. La ecuación 37 supone que  $W_{EU-SPEC}$  varía con el tiempo de blanqueamiento efectivo de manera lineal. Las constantes  $D$  y  $E$  se determinan resolviendo las siguientes ecuaciones:

$$D = \text{Pendiente(espec) en tiempo } t_m \quad \text{(Ecuación 38),}$$

$$E = at_i^2 + bt_i + c - Dt_i \quad \text{(Ecuación 39),}$$

30 donde el tiempo  $t_m$  es el punto medio entre el tiempo de blanqueamiento inicial y final calculado usando la ecuación 31. La pendiente (espec) se calcula usando la ecuación 32. La ecuación 39 supone que la línea de la ecuación 37 corta la curva de la ecuación 31 en el tiempo  $t_i$ .

Según un tercer procedimiento, la siguiente fórmula se usa para determina el tiempo de blanqueamiento efectivo tomando en cuenta el estado inicial de la cutícula:

$$W_{EU-SPEC} = W_{EU} + [\text{pendiente(media)} - \text{pendiente(espec)}] \cdot (t - t_i) \quad \text{(Ecuación 40).}$$

35 La ecuación 31 y la ecuación 32 se sustituyen en la ecuación 40 para dar:

$$W_{EU-SPEC} = at^2 + bt + c + (-S1 \cdot W_{CT-I} + S2) \cdot (t - t_i) \quad \text{(Ecuación 41)}$$

40 Será evidente para el experto en la técnica que los procedimientos descritos con referencia a las figuras 9a a 9c se pueden aplicar al factor de feomelamina y al factor blanco. Cabe resaltar que el factor de eumelamina es el más sensible al estado de la cutícula para la mayoría de las sustancias blanqueadoras. Por lo tanto, el efecto del estado de la cutícula sobre el factor de feomelamina y el factor blanco se podrían ignorar.

Ahora se hará referencia a la figura 10, que es un gráfico que muestra el valor medio calculado predicho para la proporción del factor de tinte menos la proporción medida del factor de tinte respecto de la proporción inicial del factor de cutícula. Como se ha mencionado anteriormente, el estado de la cutícula afecta a los resultados de coloración. Cuanto más abiertas están las cutículas, más pigmentos artificiales penetra en el cabello, y más se reducen los factores de eumelamina y feomelamina a causa de los agentes de blanqueamiento en la mezcla de tintes, y viceversa. El cambio en la proporción del factor de tinte, que es equivalente a la proporción final del factor de tinte, tomando en cuenta la proporción inicial del factor de cutícula es dado por la siguiente fórmula

$$\Delta W_{DYE-SPEC} = \Delta W_{DYE} + f(W_{CT-I}) \quad \text{(Ecuación 42),}$$

donde  $\Delta W_{DYE-SPEC}$  es el cambio en proporción, que es la proporción final del factor de tinte tomando en cuenta la proporción inicial del factor de cutícula  $W_{CT-I}$  y  $\Delta W_{DYE}$  es el cambio en proporción, que es la proporción final del factor de tinte para un estado de cutícula medio. El gráfico de la figura 10 se produjo por el siguiente procedimiento. En primer lugar, para un número de muestras de cabello con diferentes proporciones iniciales del factor de cutícula, la proporción final del factor de tinte se calculó para cada muestra de cabello usando los procedimientos y fórmulas descritos con referencia a las figuras 6 y 7 para el tinte moreno claro de WELLA KOLESTON. Las proporciones finales "calculadas" no toman en cuenta la proporción inicial del factor de cutícula. En segundo lugar, las muestras de cabello se tiñeron usando el tinte moreno claro de WELLA KOLESTON. En tercer lugar, para cada muestra de cabello, la proporción "medida" final del tinte se determinó tomando un espectro de reflectancia del cabello teñido y a continuación llevando a cabo un análisis de coeficiente. En tercer lugar, se realizó un gráfico de la proporción "calculada" del factor de tinte menos la proporción "medida" del factor de tinte respecto de la proporción inicial del factor de cutícula. El gráfico de la figura 10 describe una curva que tiene la siguiente ecuación:

$$\Delta W_{DYE-SPEC} - \Delta W_{DYE} = S3 \cdot W_{CT-I} - S4 \quad \text{(Ecuación 43),}$$

donde  $S3$  y  $S4$  son constantes. La ecuación 43 se puede usar entonces para calcular  $\Delta W_{DYE-SPEC}$ .  $\Delta W_{DYE}$  se calcula usando los procedimientos y fórmulas descritos con referencia a las figuras 6 y 7. Será evidente para el experto en la técnica que las constantes  $S3$  y  $S4$  se pueden determinar para cualquier sustancia de coloración usando el procedimiento descrito con referencia al gráfico de la figura 10.

Será evidente para el experto en la técnica que las proporciones finales de los otros factores que toman en cuenta el estado de la cutícula se pueden determinar usando el procedimiento descrito anteriormente con referencia a la figura 10.

Cabe resaltar que el factor de tinte es el más sensible al estado de la cutícula para la mayoría de las sustancias de coloración. Por lo tanto, el efecto del estado de la cutícula sobre los factores de eumelamina, feomelamina y blanco se podría ignorar.

El experto en la técnica apreciará que la presente invención no se limita a lo que se ha mostrado en particular y descrito anteriormente. En su lugar el alcance de la presente invención se define mediante las reivindicaciones anexas.

35

**REIVINDICACIONES**

1.- Un sistema para el tratamiento del coloración del cabello, que comprende

un procesador configurado para:

(i) recibir como entrada un espectro de reflectancia inicial de una muestra de cabello;

5 (ii) analizar una contribución de una pluralidad de factores a dicho espectro de reflectancia inicial (42), y

(iii) calcular un nuevo espectro de reflectancia de dicho cabello (46) como una función de dicho espectro de reflectancia inicial y de un hipotético tratamiento capilar; comprendiendo dicho cálculo calcular el cambio en los coeficientes de cada uno de dichos factores debido a dicho hipotético tratamiento capilar (44) y sumar (112) los productos de los espectros de reflectancia de cada uno de dichos factores y sus coeficientes asociados;

10 en el que al menos dos de dichos factores son factores de cabello natural, relacionándose uno de dichos factores con eumelamina y el otro de dichos factores con feomelamina.

2.- Sistema de la reivindicación 1, que comprende, además:

15 un sistema (10) de medición de espectro de reflectancia configurado para medir dicho espectro de reflectancia de dicho cabello.

3.- Sistema de la reivindicación 1, en el cual dicho cálculo se basa en una nueva contribución de dichos factores después de dicho hipotético tratamiento capilar.

4.- Sistema de la reivindicación 1, en el cual dicho cálculo comprende, además, llevar a cabo cálculos iterativos para determinar un tratamiento para dicho cabello que da a dicho cabello un espectro de reflectancia deseado.

20 5.- Sistema de la reivindicación 2, en el cual el sistema (10) de medición de espectro de reflectancia comprende:

un dispositivo de sondeo de luz (12);

una ventana (18) dispuesta cerca de dicho dispositivo de sondeo de luz, estando dicha ventana configurada para colocarse en contacto estrecho con la muestra;

una fuente de luz (20) configurada para proyectar luz dentro de la muestra; y

25 un dispositivo de análisis y detección de luz (22) configurado para analizar la luz reflejada desde la muestra sustancialmente por dicho dispositivo de sondeo de luz para producir el espectro de reflectancia de la muestra.

6.- Sistema de la reivindicación 5, en el cual dicho dispositivo de sondeo de luz es una esfera integradora.

7.- Un procedimiento para determinar un tratamiento de coloración del cabello, que comprende las etapas de:

30 recibir como entrada un espectro de reflectancia inicial de una muestra de cabello;

analizar una contribución de una pluralidad de factores a dicho espectro de reflectancia inicial (42), y

35 calcular un nuevo espectro de reflectancia de dicho cabello (46) como una función de dicho espectro de reflectancia inicial y de un hipotético tratamiento capilar; comprendiendo dicho cálculo calcular el cambio en los coeficientes de cada uno de dichos factores debido a dicho hipotético tratamiento capilar (44) y sumar (112) los productos de dichos espectros de reflectancia de cada uno de dichos factores y sus coeficientes asociados; en el cual al menos dos de dichos factores son factores de cabello natural, relacionándose uno de dichos factores con eumelamina y el otro de dichos factores con feomelamina.

8.- Procedimiento de la reivindicación 7, que comprende, además, la etapa de:

40 llevar a cabo cálculos iterativos para determinar un tratamiento para dicho cabello que da a dicho cabello un espectro de reflectancia deseado.

9.- Un producto de software de ordenador, que comprende un soporte legible por ordenador en el cual se almacenan instrucciones de ordenador, estas instrucciones cuando son leídas por un ordenador, hacen que el ordenador determine un tratamiento de coloración del cabello, incluyendo las instrucciones las etapas de:

recibir como entrada un espectro de reflectancia inicial de una muestra de cabello;

5 analizar una contribución de una pluralidad de factores a dicho espectro de reflectancia inicial (42), y

calcular un nuevo espectro de reflectancia de dicho cabello (46) como una función de dicho espectro de reflectancia inicial y de un hipotético tratamiento capilar; comprendiendo dicho cálculo calcular el cambio en los coeficientes de cada uno de dichos factores debido a dicho hipotético tratamiento capilar (44) y sumar (112) los productos de dichos espectros de reflectancia de cada uno de dichos factores y sus coeficientes asociados; en el cual al menos dos de dichos factores son factores de cabello natural, relacionándose uno de dichos factores con eumelamina y el otro de dichos factores con feomelamina.

10

Fig. 1a

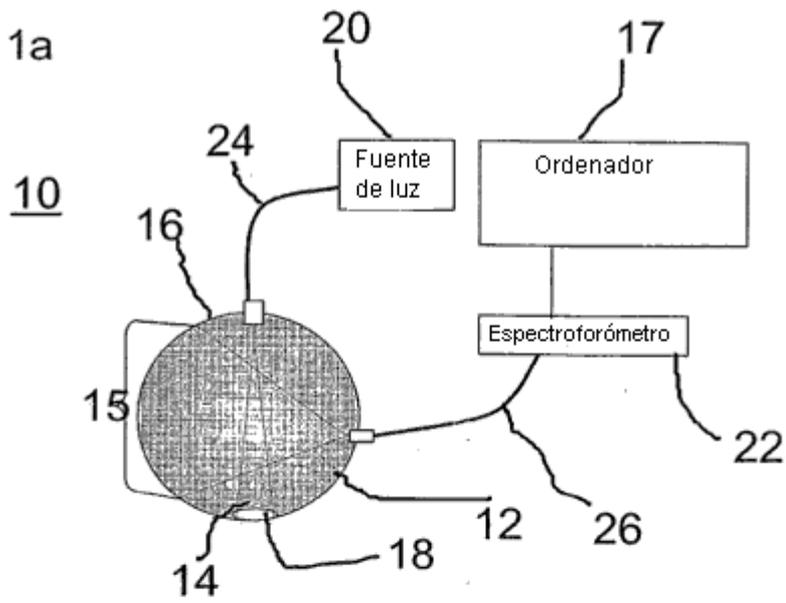


Fig. 1b

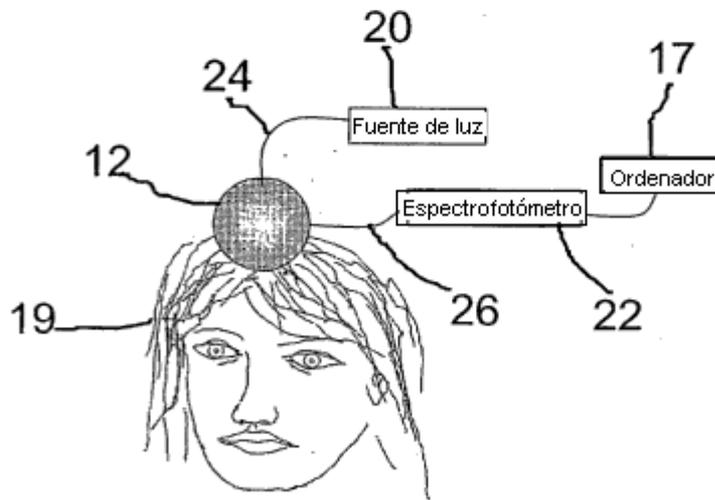
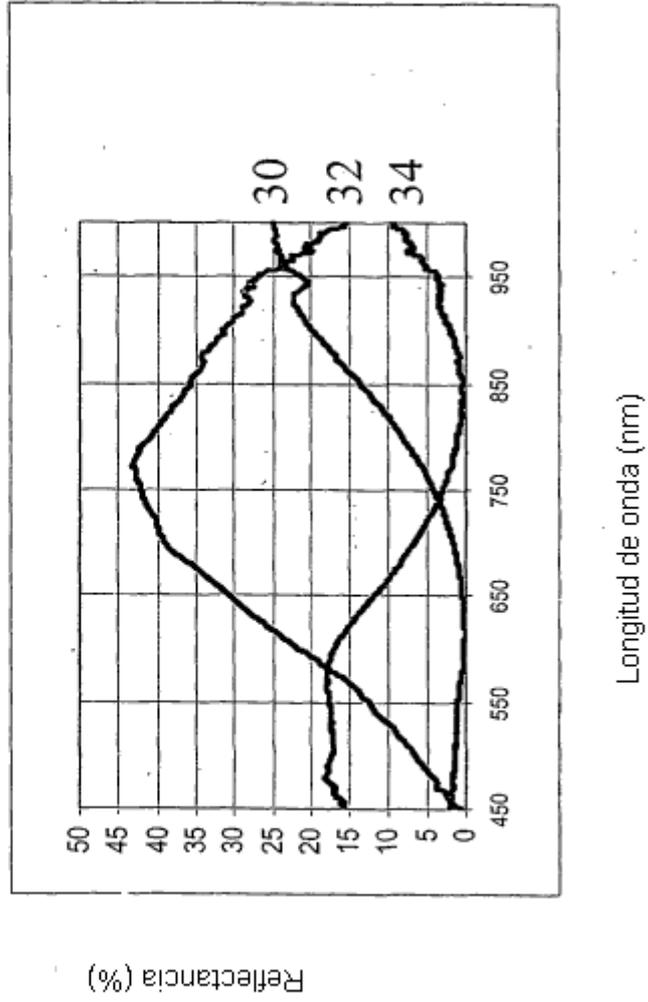
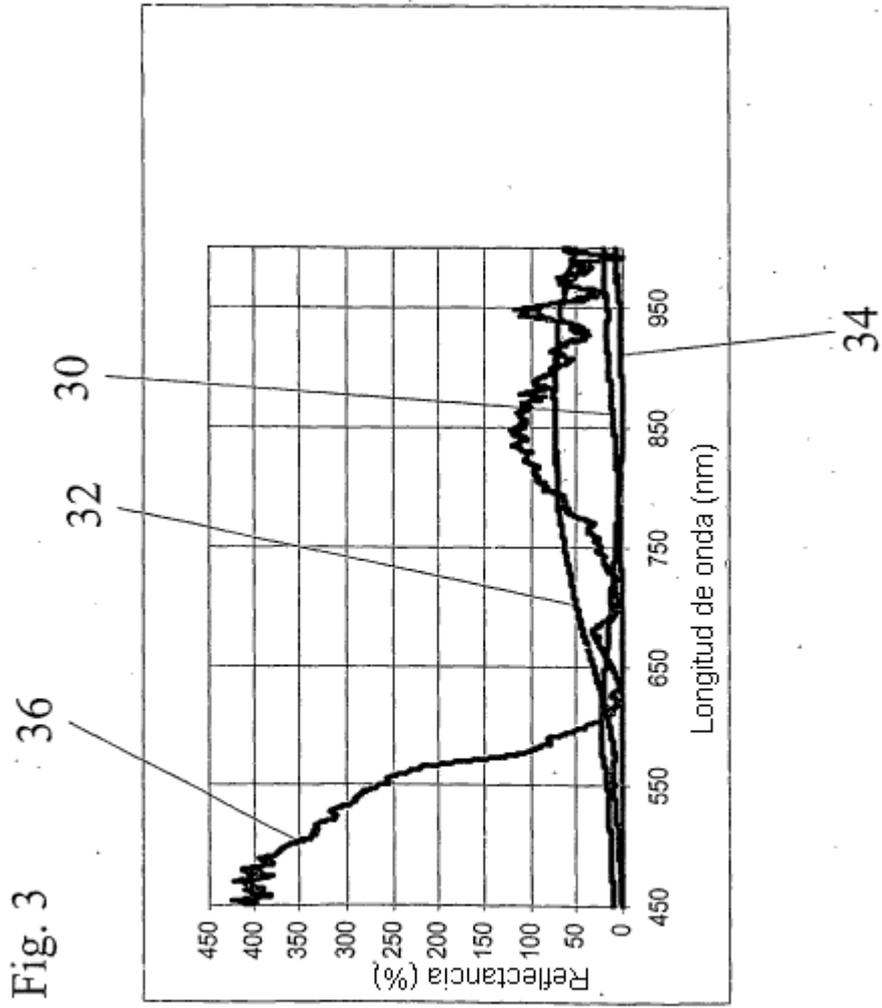


Fig. 2





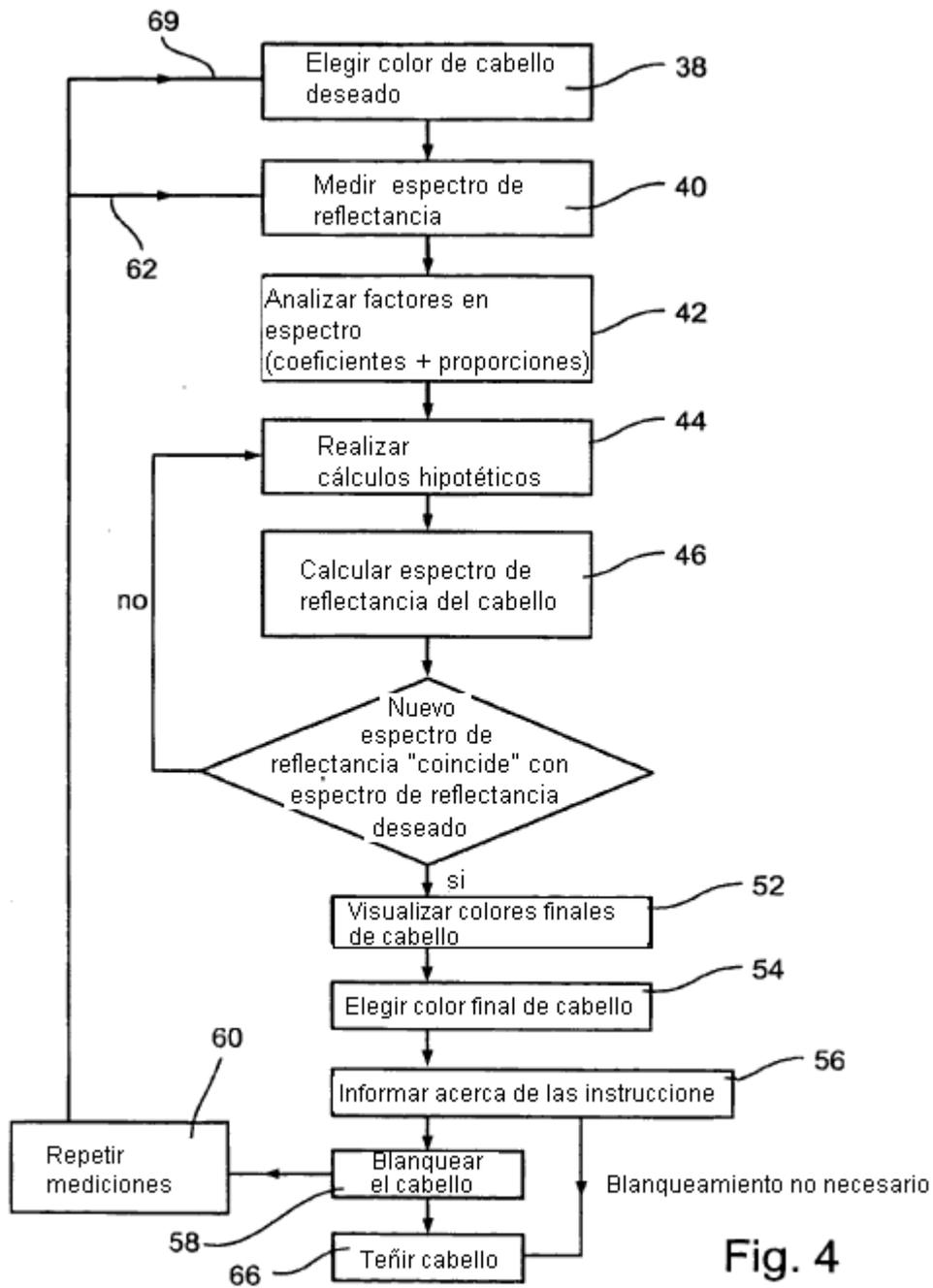


Fig. 5a

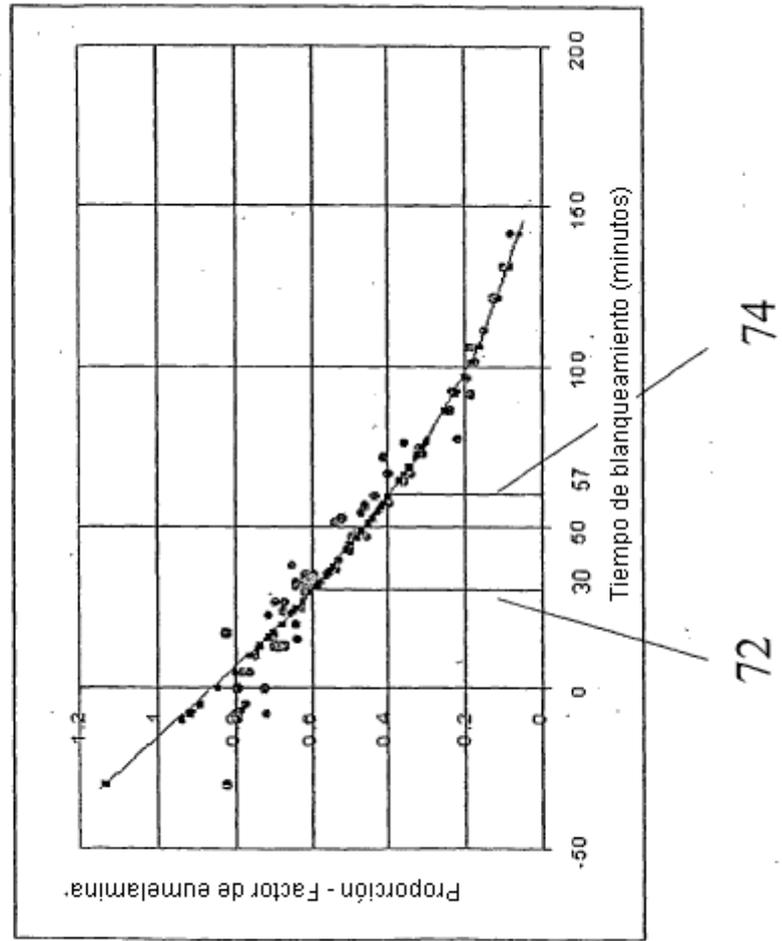
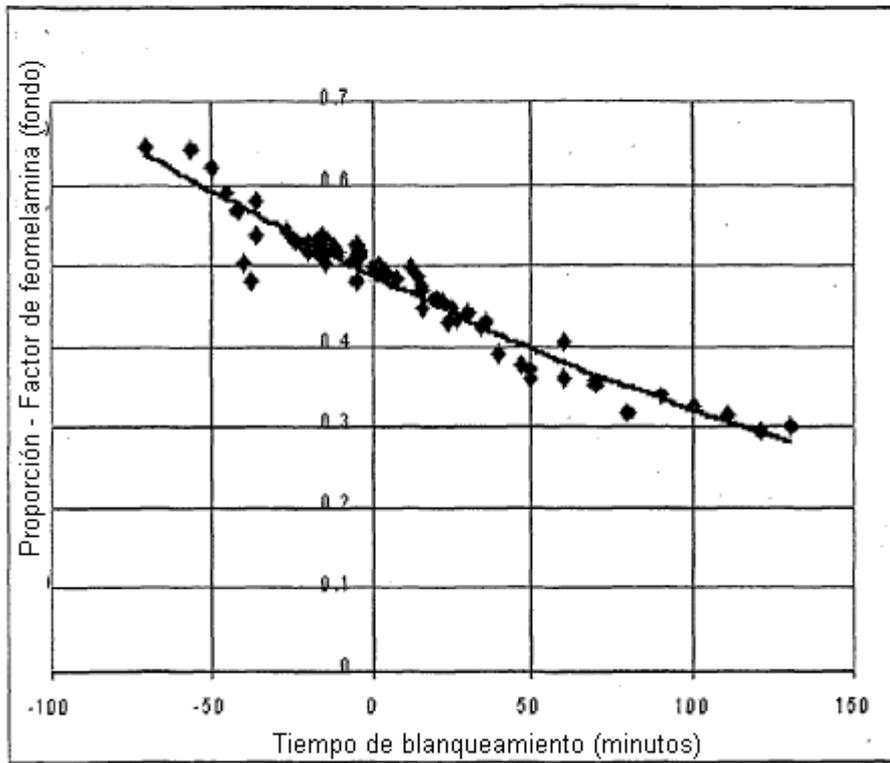


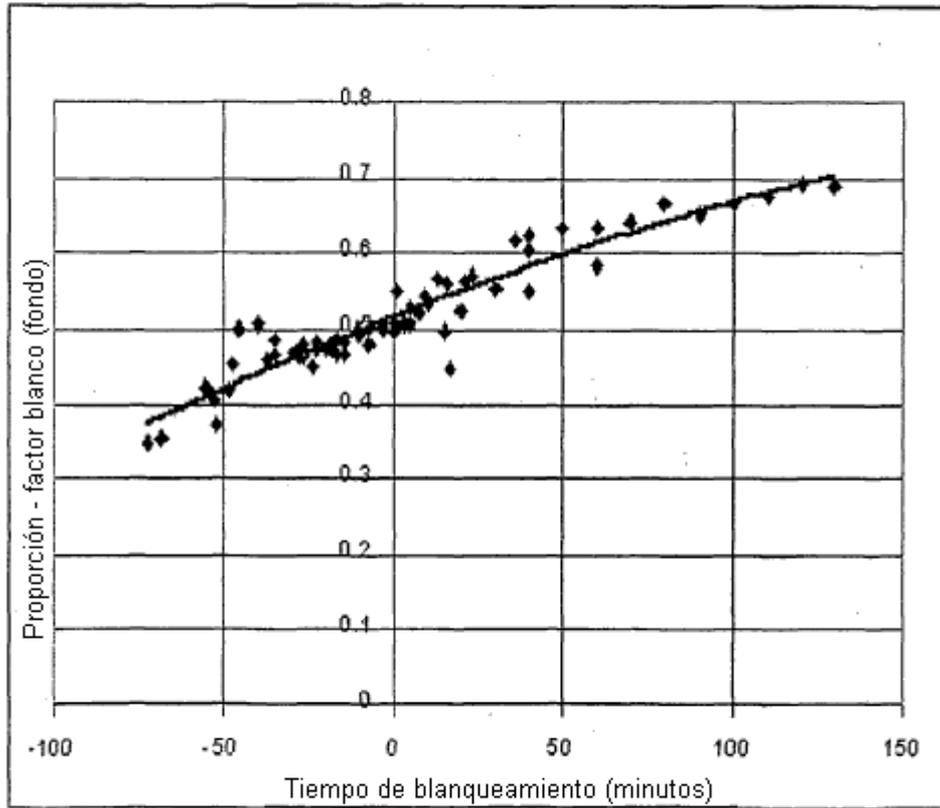
Fig. 5b



74

72

Fig. 5c



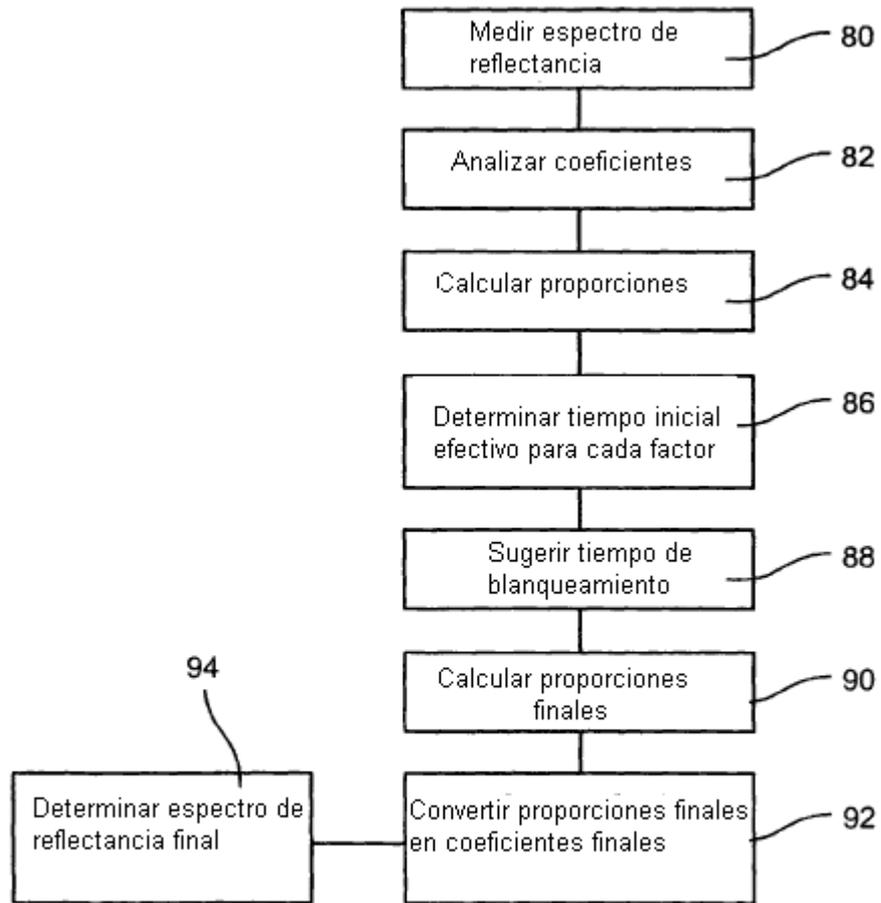
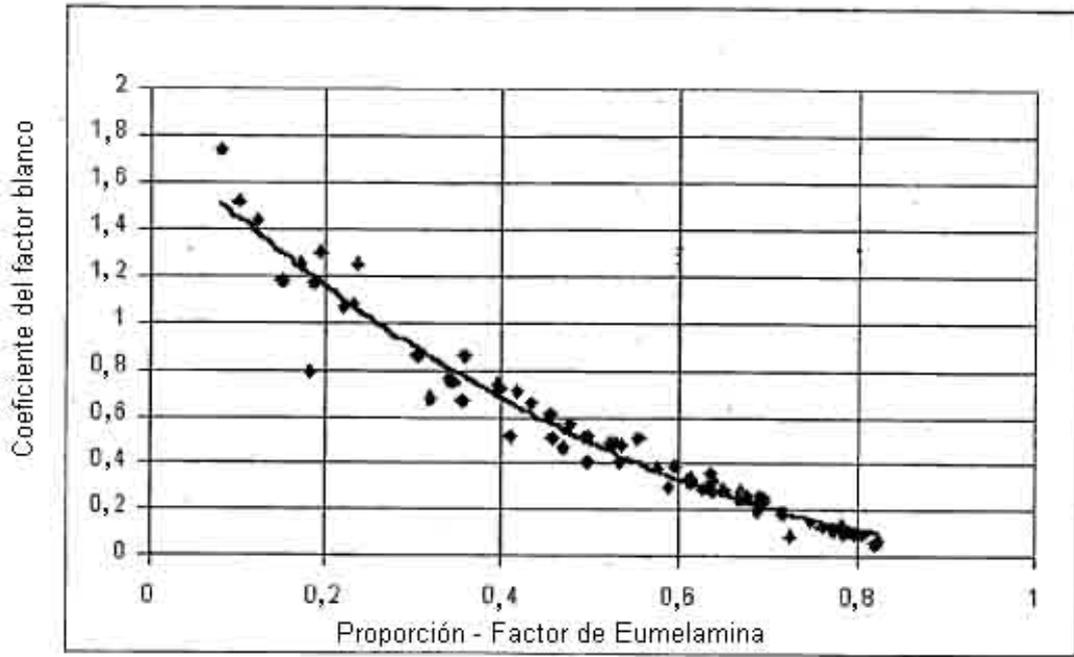


Fig. 5d

Fig. 5e



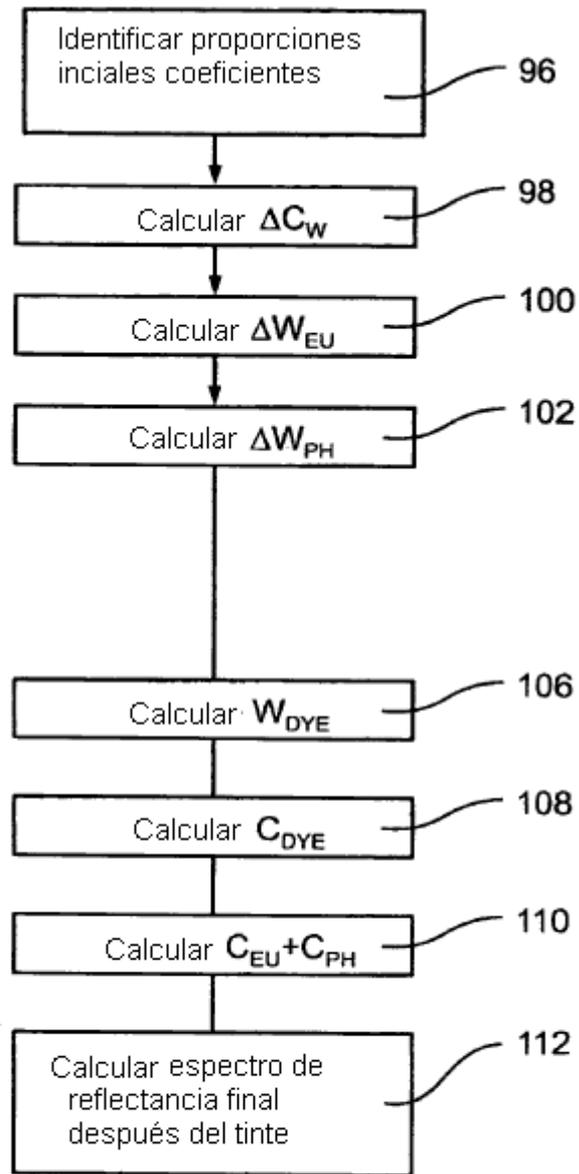


Fig. 6

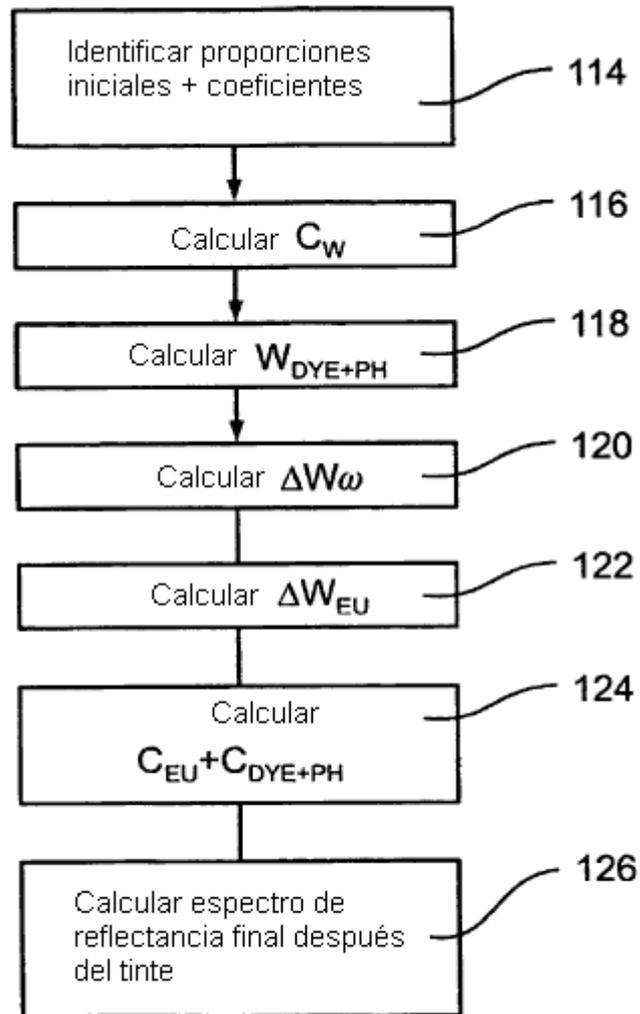


Fig. 7



Fig. 9a

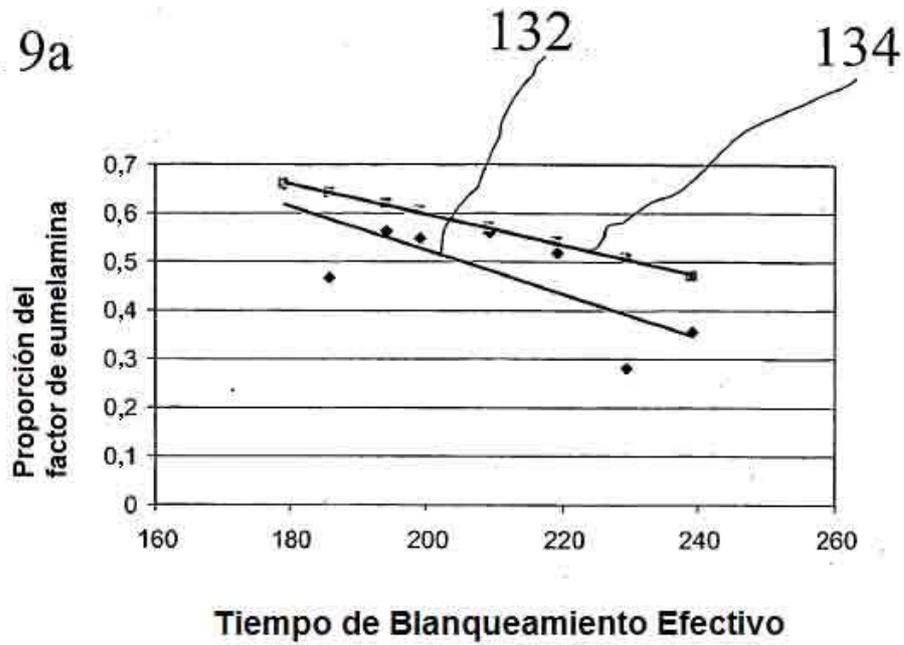
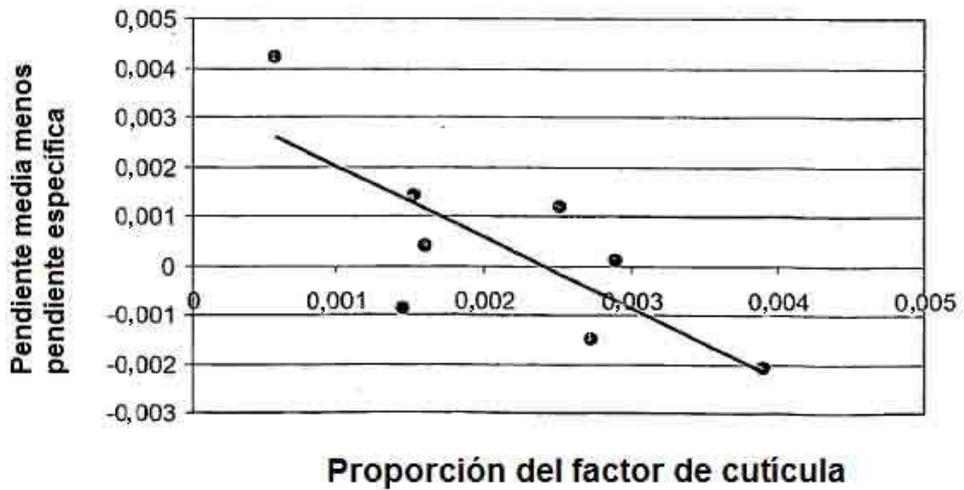


Fig. 9b



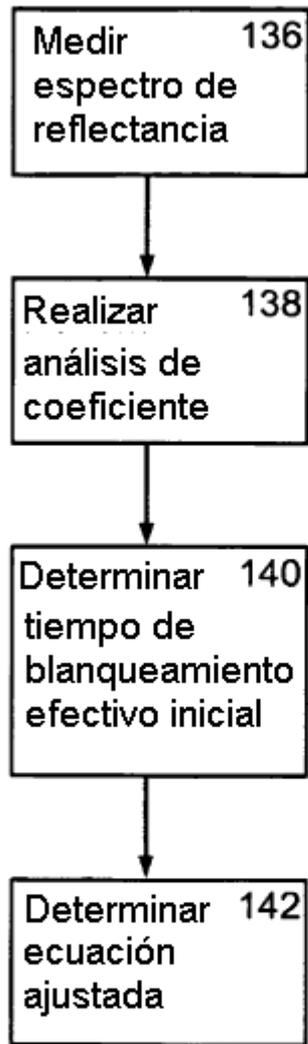


Fig. 9c

Fig. 10

