



**CEU**

*Universidad  
Cardenal Herrera*



**Fundación  
HOSPITALES NISA**

**UNIVERSIDAD CEU CARDENAL HERRERA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**“ APORTACIÓN AL ESTUDIO DE LAS TINTAS PARA TATUAR ”**

**SILVIA DE LA PAZ SILVESTRE QUÍLEZ**

**VALENCIA, 2 de Junio de 2014**



**UNIVERSIDAD CEU CARDENAL HERRERA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**FUNDACIÓN HOSPITALES NISA**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN TÉCNICAS  
AVANZADAS DE ESTÉTICA Y LÁSER**

**“APORTACIÓN AL ESTUDIO DE LAS TINTAS PARA  
TATUAR”**

**Alumna: SILVIA DE LA PAZ SILVESTRE QUÍLEZ**

**Tutor: Dr. DONÍS MUÑOZ BORRÁS**

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

**Valencia, 2 de junio 2014**

# Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. HISTORIA.....	5
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	6
2.1. HIPÓTESIS.....	6
2.2. OBJETIVOS.....	7
3. ANTECEDENTES.....	8
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	8
5. RESULTADOS.....	9
5.1. COMPOSICIÓN DE LAS TINTAS.....	9
5.2. OTRAS TINTAS.....	15
5.3. EFECTOS ADVERSOS.....	16
5.3.1. Infecciones.....	17
5.3.2. Reacciones inflamatorias.....	18
5.3.3. Fenómeno de Koebner.....	19
5.3.4. Tumores.....	19
5.4. LEGISLACIÓN.....	21
5.5. ELIMINACIÓN DE LAS TINTAS.....	26
6. DISCUSIÓN.....	30
7. CONCLUSIONES.....	31
8. BIBLIOGRAFÍA.....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

Los tatuajes han sido, hasta hace unos años, una manifestación estética vinculada a la marginalidad o símbolo de pertenencia a colectivos muy reducidos. Quizá por esto el tatuaje no era motivo de consulta médica ni, menos aún, objeto de regulación legal. Ahora, el número de tatuajes está aumentando en todo el mundo y son otros segmentos sociales los protagonistas de este fenómeno. Como consecuencia de ello el tatuaje ha aparecido en la consulta tanto para tratar sus complicaciones como para solicitar su eliminación.

En este trabajo se aborda el estudio de las tintas utilizadas tanto para la realización de los tatuajes artísticos como para los tatuajes cosméticos o por micro-pigmentación. El interés para la salud relacionado con las tintas incluye el análisis de su eliminación.

Los aspectos estudiados son: la composición de las tintas, las reacciones que pueden producir tanto en la piel como a nivel interno y la respuesta a los tratamientos empleados para eliminar el tatuaje.

Los problemas de salud que generan los tatuajes están relacionados tanto con el procedimiento de ejecución, como con los componentes de las tintas.

Respecto a su ejecución, esta fase se lleva a cabo por profesionales no sanitarios. Dado que el tatuar supone inyectar una sustancia en la piel, los riesgos están directamente vinculados a la salud. La regulación de estos aspectos supone la evitación de contagios o daños en la piel, así como la responsabilidad de que la tinta empleada esté autorizada legalmente. Los organismos gubernamentales de salud a nivel mundial destacan la necesidad de mejorar la legislación sobre la composición de las tintas para tatuar. Reconocen que la normativa debe basarse en las evidencias científicas y que el estudio de los componentes de las tintas es un tema pendiente. Invitan a la comunidad científica a investigar este asunto.

Diversos colectivos están implicados en la tarea de garantizar la seguridad del tatuaje. La normativa legal se establece según las evidencias científicas de diferentes áreas de conocimiento: medicina, toxicología, bioquímica, entre otras.

Como no podría ser de otra manera, en los últimos años ha aumentado de manera destacada el número de publicaciones científicas relacionadas con los tatuajes. Aunque el primer paso sería eliminar del mercado las tintas con componentes dañinos ya conocidos, queda por determinar la inocuidad de algunos componentes, así como demostrar la peligrosidad de otros que se están utilizando hoy en día en la elaboración de las tintas. También su eliminación es objeto de análisis y estudio. Los procedimientos de eliminación, suponen una liberación de estas sustancias al sistema circulatorio, pudiendo ocasionar interferencias en determinadas pruebas diagnósticas, así como en la práctica de la anestesia epidural.

Como siempre, la realidad es la que determina la actividad científica y hoy, el tatuaje tiene una presencia creciente en nuestra sociedad en una franja de población de jóvenes y adultos que constituye el grueso de la población activa.

## **1.1. HISTORIA**

Los primeros tatuajes que conocemos pertenecen a los restos humanos más antiguos y mejor conservados con piel encontrados hasta hoy y datan de hace unos 5.000 años. Distintas civilizaciones han utilizado el tatuaje con motivos muy distintos: estatus dentro de las tribus en la Polinesia, poderes mágico-religiosos o curativos en la cultura egipcia o marcado de prisioneros. [1]

En los países industrializados estuvo limitado a personal militar, de

prisiones, marinos y artistas hasta que surge el movimiento punk en la década de los setenta. Sin embargo, el significado del tatuaje ha cambiado en las últimas dos décadas. Su práctica se ha socializado sobre todo entre los más jóvenes y puede interpretarse como una forma de comunicación, de expresión de la identidad y de culto al cuerpo y no como una identificación de grupo. Junto con otras técnicas como el piercing, la escarificación o el pocketing, forma parte del denominado *body art* donde el sustrato del arte es el propio cuerpo. [2]

En la sociedad actual, se puede entender también como una expresión más en la personalización de la propia imagen en un contexto con crecientes recursos para modificar o mejorar los rasgos propios originales.

Hoy el 24% de la población en U.S.A. es portadora de un tatuaje. En Alemania, el 9% tiene al menos uno y en la franja de edad entre 16-29 años la prevalencia es del 23%. En el resto de Europa, Reino Unido y en Australia esta proporción es cercana al 10%. [3]

## **2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **2.1. HIPÓTESIS**

[¿Son seguras para la salud las tintas utilizadas para tatuar?](#)

Las tintas empleadas para tatuar, en ocasiones, contienen sustancias dañinas para la salud que han sido clasificadas como carcinógenas, mutágenas, genotóxicas o teratógenas. También pueden contener sustancias alergénicas e irritantes, algunas de ellas prohibidas en cosméticos. [3,4]

Se han descrito numerosas reacciones adversas en los tatuajes que se relacionan con las tintas. [5,6,7,8]

La regulación legal de las tintas de tatuaje es escasa e insuficiente. Esto

se debe a que el tatuaje estaba limitado a colectivos muy reducidos. Hoy su prevalencia es mayor y afecta a amplios segmentos de la población tanto jóvenes como adultos, por lo que es objeto de atención sanitaria.

La composición de la tinta es importante para conocer las repercusiones en la salud de las sustancias tanto por su permanencia en la piel como por su paso al interior del organismo. [4]

La demanda de eliminación de tatuajes es creciente. Según la composición de la tinta el procedimiento óptimo para eliminarlos varía. [1]

Los tratamientos con láser pueden modificar la composición de la tinta y también favorecer su entrada en el organismo. [4]

## **2.2. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Explicar los conocimientos actuales acerca de la repercusión en la salud de las tintas empleadas para tatuar.

### **Objetivos específicos**

Documentar los componentes conocidos como perjudiciales para la salud contenidos en las tintas para tatuaje utilizadas habitualmente.

Referir los efectos adversos descritos en los tatuajes que son atribuibles a las tintas.

Documentar la legislación actual y analizar sus carencias.

Describir los procedimientos utilizados para eliminar los tatuajes y la respuesta de las diferentes tintas a los mismos. Valorar la importancia de

la composición en la liberación de sustancias al tratarlas con láser.

### **3. ANTECEDENTES**

La tinta para tatuar no ha existido como tal hasta hace pocos años. Para este fin se empleaban todo tipo de sustancias, desde tinta china a extractos de corteza de árboles o cenizas. Con ellas se realizaban los tatuajes amateur. Las primeras tintas procedían de la industria y eran fabricadas para su uso como pintura de automóviles, tinta de impresora y tintes de tejidos, entre otros [4,9]. Desafortunadamente hoy coexisten con tintas homologadas algunas de las cuales también tienen el mismo origen. En el diagnóstico y tratamiento de las reacciones provocadas en el tatuaje no intervenía el personal médico. No estaban reguladas legalmente. La misma FDA en 2009 aún expone que, aunque son competencia suya, no ha podido ejercer ese control por tener otras prioridades de salud pública [10].

### **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

Revisión bibliográfica en PubMed de las publicaciones en revistas desde el enero 2003 hasta abril 2014 con los términos: "Tattoo", "ink", "dye", "pigment", "composition", "adverse effect", "laser", "elimination", "PAHs", "AZO".

Consulta en:

"Guía práctica para la eliminación de tatuajes con láser Q-Switched".

Muñoz Borrás D. Editorial Tívoli. 1ª edición. 2013.

"Laser and IPL Technology in Dermatology and Aesthetic Medicine".  
Christian Raulin-Syrus Karsai. Springer. 2011.

BOE, AEMPS (Agencia española de medicamentos y productos

sanitarios).

FDA Official Website.

DOGV (Diari Oficial de la Generalitat Valenciana).

## **5. RESULTADOS**

Tatuar se define como la introducción en la dermis de pigmentos y colorantes exógenos para obtener un diseño permanente.

Aunque el término *tatuaje* se refiere habitualmente a los decorativos, existen también otros tipos: los tatuajes traumáticos, los cosméticos y los utilizados en el tratamiento con radioterapia. Los denominados tatuajes temporales, no son tales [2].

Los tatuajes cosméticos o por micropigmentación se utilizan para realzar los rasgos faciales, para el maquillaje permanente de los ojos y de los labios y para mejorar la estética en general. También se emplean para dibujar las aréolas en reconstrucciones mamarias, como también para camuflar lesiones de vitíligo, alopecias y otras hipopigmentaciones o imperfecciones. A diferencia de los tatuajes artísticos, que implantan la tinta en la dermis media y profunda, los tatuajes cosméticos lo hacen a nivel de la unión dermoepidérmica y dermis superficial. Por todo ello, se les considera como tatuajes semipermanentes y como tales precisan por lo general de retoques periódicos [6].

### **5.1. COMPOSICIÓN DE LAS TINTAS**

La tinta para tatuar, se presenta en forma líquida o semilíquida y contiene pigmentos que pueden proceder de las sales metálicas inorgánicas, de moléculas orgánicas o de tintes orgánicos. Contienen también ingredientes auxiliares o excipientes que los hacen adecuados para el procedimiento del tatuado (glicerina, propilenglicol, isopropanol, agua destilada y sustancias para formar lacas) [6,11].

Las tintas se pueden clasificar, según su procedencia, en naturales y sintéticas y según su composición química, en orgánicas (tanto de origen animal como vegetal) e inorgánicas [2].

Las más utilizadas son la tinta negra y la azul oscura, seguida de las tintas rojas, verdes, amarillas, azul turquesa etc. Actualmente se tiende a realizar tatuajes con colores muy variados y ello acarrea una mayor dificultad en su eliminación, en caso de precisarla. La tinta negra está compuesta fundamentalmente por carbón. El resto de colores utilizados actualmente son en su mayoría sintéticos de naturaleza química orgánica.

#### Pigmentos de origen natural

La mayoría de los pigmentos naturales son de origen mineral. La hematita, magnetita, Sienna o arcilla roja, limonita, cincinita, rutilo y corindón, son algunos de los minerales de los que se obtienen los pigmentos. Entre las sales metálicas se encuentran las de cromo, níquel y cobalto. El mercurio y el cadmio, no suelen encontrarse en las tintas actuales [4,6].

Del rizoma de la planta de la curcumina, se extrae un colorante amarillo empleado en algunas zonas como pigmento para tatuar.

Del insecto cochinilla se obtiene polvo rojo. Las maderas de sándalo o Brasil, son también los compuestos orgánicos naturales.

El Indigoid es una planta que proporciona el tinte azulado conocido como azul índigo.

#### Pigmentos sintéticos

Son en su mayoría de naturaleza orgánica.

Algunos compuestos inorgánicos sintéticos como las cianinas o el indigoid, que toma el nombre de la planta de ese color, proceden de la industria química textil o alimentaria.

Los pigmentos contenidos en cada color figuran en la tabla 1.

Tabla 1. Composición habitual de los pigmentos de las tintas según su color.

Color de pigmento	Minerales	Orgánicos naturales	Orgánicos sintéticos	Inorgánicos sintéticos
<b>Rojo</b>	Hematita: óxido férrico. Sienna-arcilla roja: óxido de hierro rojo Sales de mercurio (Hg)	Pigmento de cochinilla Madera de Sándalo Madera de Brasil	de Son los más utilizados para los colores distintos del negro: Compuestos azo	Cianinas
<b>Negro</b>	Magnetita: óxido de hierro negro (OFe) Carbón (C)	Madera de roble	Compuestos azo	Mezclas de colores
<b>Amarillo/ Ocre</b>	Limonita: óxido de hierro amarillo. Cadmio (Cd)	Curcumina amarilla	Compuestos azo	N/A
<b>Blanco</b>	Cincinita: zinc Rutilo: titanio (Ti) Corindón: aluminio (Al)	N/A	Compuestos azo	N/A
<b>Azul</b>	Sales de cobalto (Co)	Planta indigoid	Compuestos azo	Indigoid (sintético)
<b>Verde</b>	Sales de níquel y cromo (Ni), (Cr)	N/A	Compuestos azo	Cianinas

Como los pigmentos naturales suelen dar colores mate y poco duraderos, comenzaron a utilizarse productos de origen sintético. Esto es motivo de controversia ya que la mayoría de éstos contienen compuestos azo que

pueden liberar aminas aromáticas carcinógenas. El 60% de los colorantes orgánicos identificados en las tintas son compuestos azo [4]. Estos pigmentos están manufacturados para su uso como tinta de impresora, pintura de coches, tintes de tejidos o colorantes de varios productos de consumo.

Por colores, las tintas negras están compuestas mayormente por sustancias derivadas de la combustión del carbón, por lo que contienen hidrocarburos policíclicos aromáticos y las tintas del resto de colores por pigmentos sintéticos orgánicos. Por ello la mayoría de las tintas disponibles hoy en día contienen pigmentos azo o compuestos policíclicos. En ocasiones, el color negro se obtiene mezclando tintas de distintos colores, con lo que podría contener ambos grupos de estas sustancias perniciosas [4].

En la tabla 2 se presenta la relación entre los compuestos azo encontrados en las tintas y su potencial carcinógeno según la clasificación de la IARC (Asociación Internacional de Investigación del Cáncer).

Tabla 2.

Compuestos azo con aminas aromáticas	Clasificación IARC (O.M.S.)
Anisidina	Grupo 1 (demostrado carcinógeno para el hombre)
Nitro-o-toluidina Cloro-o-toluidina	Grupo 2 A (probable carcinógeno para el ser humano)
3,3 diclorobencidina	Grupo 2B (posible carcinógeno para el hombre)

Por otra parte, las tintas negras contienen hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), en cantidades importantes. Algunos de los detectados son posibles o probables carcinógenos o mutágenos y generan especies

reactivas de oxígeno (ROS) tras la exposición a la radiación ultravioleta o a la luz láser. Las ROS son tóxicos celulares. En cultivos celulares de queratinocitos humanos, se ha visto que la radiación UVA provoca un descenso significativo de la actividad mitocondrial [12,13].

En la tabla 3 figuran algunos de los PAHs presentes en tintas negras clasificados por su riesgo para la salud según la IARC (Asociación internacional de investigación del cáncer). Grupos y sustancias.

Tabla3

PAHs- Hidrocarburos policíclicos aromáticos encontrados en las tintas	Clasificación IARC (O.M.S.)
Benzopireno	Grupo 1 (carcinógeno demostrado para el ser humano)
Benzoantraceno	Grupo 2 A (probable carcinógeno para el ser humano)
Benzofluoranteno Carbon Black	Grupo 2 B ( posible carcinógeno para el ser humano)

Dado que el tatuar supone la inyección intradérmica de los pigmentos, se plantea una situación nueva con diferencia respecto a los productos aplicados sobre la piel, por el tiempo de permanencia en la piel así como por su paso al interior del organismo. Al tatuar, cientos de miligramos de PAHs son inyectados en la dermis. Para estimar el riesgo para la salud que puede suponer el tatuado se debe determinar la concentración de pigmento en el tejido, lo que, hasta ahora sólo se ha hecho en piel de animales. Parte de los colorantes son transportados a otras localizaciones anatómicas como los ganglios linfáticos.

Las tintas están compuestas también por ingredientes auxiliares no colorantes como agua destilada, alcoholes (etanol, glicerina, propilenglicol, isopropanol, fenol), sustancias espesantes o aglutinantes que hacen insolubles los tintes, u otras para mejorar su brillo o su

manipulación (dibutilfalato, DBP). El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) y el sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>) forman lacas insolubles en agua. Estas sustancias también deben ser tenidas en cuenta en la evaluación de riesgos.

En un estudio en el que se han analizado catorce tintas negras comercializadas en Estados Unidos, Europa y Asia se ha encontrado DBP en todas ellas. Este componente se emplea para conferir propiedades fisicoquímicas como elasticidad, plasticidad o suavidad pero no color. También se identificaron otras sustancias utilizadas como aditivos no colorantes con riesgos para la salud. Tabla 4.

Tabla 4.

Sustancias no colorantes presentes en tintas	Riesgos para la salud
Dibutilfalato (DBP)	Genotóxico, Teratógeno
Hexacloro- 1,3-butadieno (HCBd)	Genotóxico, Carcinógeno (Grupo 2B)
Hexametenetetramina (HET)	Posible genotóxico
Benzofenona (BP)	Alguna evidencia de actividad carcinógena

Tanto la luz ultravioleta como el láser, pueden descomponer los ingredientes originales, siendo estos productos derivados los responsables de las reacciones adversas [4].

La composición de las tintas ha cambiado en los últimos veinte años. Hoy en día es menos probable que contengan sales inorgánicas de mercurio, cadmio o cobalto. Tanto el aluminio, el titanio como el carbón son ingredientes comunes independientemente del color. El cromo, níquel y el cobalto, están en cantidades superiores a los límites alergológicos permitidos. La preocupación que suponen los metales, ha sido desplazada por la presencia de las aminas aromáticas y los PAHs [4,12].

La tinta negra es la que menos efectos irritativos y alérgicos produce, sin

embargo la mayor parte de sus pigmentos son partículas de pequeño tamaño, nanopartículas. El peligro de las nanopartículas reside en que son fagocitadas por los macrófagos por lo que los PAHs pasarían al interior del organismo. Sin embargo, de momento no se sabe si estos PAHs suponen un riesgo de cáncer para los portadores de tatuajes de color negro [12,13].

Respecto al tamaño de las partículas, la tinta de color negro es la de menor tamaño y la blanca la de mayor. El resto de colores tienen un tamaño de partícula intermedio.

## **5.2. OTRAS TINTAS**

Las tintas fluorescentes contienen fósforo lo que las hace visibles únicamente en la oscuridad. Aunque una vez activadas emiten luz por sí mismas, con el fin de hacer que el efecto sea aún más brillante, en ocasiones se añaden elementos radiactivos.

Las tintas llamadas invisibles son las que sólo se ven al exponerlas a luz ultravioleta (luz negra).

Recientemente, se han diseñado las tintas microencapsuladas de pigmentos biorreabsorbibles con el objetivo de que resulten inocuas. Esta idea surgió por los usos médicos potenciales en la cirugía reconstructiva, marcaje en oncología radioterápica y localización de tumores internos para cirugía [14].

La cápsula está formada por un plástico semitransparente, el polimetilmetacrilato (PMMA). Este plástico se emplea en lentes de contacto y válvulas cardíacas artificiales dado que no es tóxico para el ser humano. Dentro de la microcápsula están los pigmentos biorreabsorbibles junto con una sustancia negra tan pequeña que no interfiere en el color

resultante pero que es capaz de reaccionar al láser y romper la microcápsula liberando los pigmentos. Estos serán eliminados de manera natural.

Su distribución en el mercado es escasa; probablemente son más caras por el complejo proceso de fabricación.

Estas tintas compuestas de pigmentos biorreabsorbibles supondrían una solución a los problemas de salud relacionados con ellas que encontramos actualmente.

También, como se comentará más adelante, se facilita la eliminación del tatuaje, siendo suficiente una sola sesión de láser Q-Switched. Es la primera tinta que va a ser estudiada en ensayos clínicos para valorar su seguridad [14].

En la mayoría de las tintas empleadas hoy no figuran los ingredientes en el envase. Y si están, no se dispone de su composición química si no de su nombre como colorante (registrado o no) [6].

Existen varios sistemas de clasificación de los colorantes: La nomenclatura IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) para la lista de ingredientes, el número CAS (Chemical Abstract Service of the American Chemical Society), y el más empleado, el número de Color Index (CI), clasificación internacional de referencia para pigmentos y colorantes utilizados en cualquier sistema de fabricación. La referencia consta de un número y un nombre que indican la estructura química. Esta clasificación se edita en los Estados Unidos y en Reino Unido [15].

### **5.3. EFECTOS ADVERSOS**

Las complicaciones asociadas a los tatuajes incluyen procesos infecciosos, tanto cutáneos como sistémicos, debido a la ruptura de la

barrera epidérmica, diferentes reacciones inflamatorias agudas y crónicas, la aparición de tumores benignos y malignos sobre áreas tatuadas o el brote de ciertas dermatosis. También interfieren en la vigilancia de lesiones de riesgo localizadas en la zona, como ciertos nevus, o en el diagnóstico de lesiones malignas que pueden pasar desapercibidas al camuflarse en el tatuaje [2,4,8].

Los colores más utilizados para tatuar son el negro y el rojo. El hecho de que en el color rojo haya una mayor incidencia de efectos adversos apoya la relación causal de que los componentes de la tinta sean los responsables de, al menos, muchos de ellos [4].

También existe una diferencia entre las lesiones aparecidas en distintos colores. Entre los tumores cutáneos descritos los tipos histopatológicos se agrupan según el color oscuro o rojo de la tinta. Las reacciones de hipersensibilidad son también más frecuentes en las tintas rojas.

La mayoría de los efectos adversos son leves: Sin embargo muchos son persistentes. Una encuesta nacional en países germanos reveló que el 6% de los pacientes presentaban picor, escozor, pápulas, pequeños nódulos, eccema o eritema, de manera crónica. Otros presentaban quemazón y picor en la zona del tatuaje cuando se exponían a la radiación solar [11].

#### 5.3.1. Infecciones

Las infecciones aparecidas en los tatuajes pueden deberse a la contaminación de las tintas o a la ausencia de unos mínimos cuidados posteriores.

Algunos fabricantes de tintas han propuesto eliminar el alcohol y otros conservantes para minimizar las reacciones adversas pero esto aumentaría el riesgo de contaminación microbiológica [5].

Aunque el objeto de este estudio no abarca las infecciones, sí parece interesante resaltar que la realización de un tatuaje supone un factor de riesgo conocido para la adquisición de infección por virus de la Hepatitis B. Tampoco está permitida la donación de sangre en los 12 meses siguientes a la realización del tatuaje. Asimismo, dado el riesgo de endocarditis infecciosa, las personas con cardiopatías congénitas deberían tener en cuenta especialmente esta posibilidad [2].

### 5.3.2. Reacciones inflamatorias

Las reacciones inflamatorias agudas, aparecen inmediatamente. Consisten en enrojecimiento, edema y dolor en la zona y duran una o dos semanas. Son un efecto esperable y constante y no requieren habitualmente actuación médica.

Las reacciones retardadas ocurren semanas o años después.

Las dermatitis alérgicas de contacto son reacciones eczematosas limitadas al área tatuada con ocasional generalización secundaria. Los tatuajes rojos, especialmente los que contienen mercurio, son los que la provocan con más frecuencia. Otro tipo son las reacciones fotoinducidas que consisten en lesiones eritemato-edematosas que se producen tras la exposición a la radiación ultravioleta. Los tatuajes amarillos o rojos que contienen cadmio en su composición son los que las provocan con mayor frecuencia. Las reacciones liquenoides, que se asemejan a un liquen plano, y aparecen sobre todo en el color rojo, son muy frecuentes. Las reacciones granulomatosas pueden ser granulomas a cuerpo extraño con partículas de pigmento en su interior o reacciones de hipersensibilidad. Se asocian al uso de cromo, cobalto, mercurio y manganeso. Los granulomas sarcoideos encontrados pueden ser hallazgos inespecíficos o la manifestación clínica inicial de una sarcoidosis. Las reacciones pseudolinfomatosas son benignas pero obliga a descartar un linfoma

cutáneo [2]. Aparecen asociadas al pigmento rojo fundamentalmente, pero también al verde y al azul. Tabla 5.

Otra lesión benigna es la hiperplasia pseudoepiteliomatosa cuya importancia reside en la dificultad para diferenciarlo de auténticas neoplasias cutáneas como el carcinoma escamoso o el queratoacantoma.

Tabla 5

Reacciones inflamatorias y color de tinta en el que se dan con mayor frecuencia	
Reacciones inflamatorias	Color de tinta más frecuente
Dermatitis alérgica de contacto	Rojo
Reacciones fotoinducidas	Amarillo/ Rojo
Reacciones liquenoides	Rojo
Reacciones pseudolinfomatosas	Rojo/Verde/Azul
Reacciones granulomatosas	Rojo/Verde/Azul

### 5.3.3. Fenómeno de Koebner

Consiste en el desarrollo de lesiones de ciertas dermatosis tras un traumatismo. Se da en pacientes con psoriasis, sarcoidosis o lupus eritematoso cutáneo y puede ocurrir tras la realización del tatuaje [2,5].

### 5.3.4. Tumores

Hasta hoy, se han comunicado poco más de 50 casos de cáncer cutáneo en la piel de tatuajes [4].

Los tipos, por orden de frecuencia, son: carcinoma de células escamosas (SSC) y queratoacantoma (KA), melanoma (MM) y carcinoma de células basales (BCC) [4].

Actualmente la causa de la aparición de estos tumores es desconocida. Si

existe una relación causal entre el tatuado y el cáncer de piel, la carcinogénesis es probable que sea el resultado de un proceso multifactorial. La reacción inflamatoria provocada por la realización misma del tatuaje, la introducción intradérmica de compuestos potencialmente tóxicos o carcinogénicos junto con la exposición a la radiación ultravioleta y factores genéticos predisponentes, serían los responsables de la aparición del tumor.

En relación al potencial debido a las tintas, la mayoría de los carcinomas de células basales (BCC) y melanomas (MM) ocurrieron en tatuajes negros, azul oscuro u otros tatuajes de colores oscuros, mientras que los carcinomas de células escamosas (SCC) y los queratoacantomas (KA) y las hiperplasias pseudoepiteliomatosas benignas se desarrollaron en tatuajes de color rojo.

La alta prevalencia de estas reacciones en dichos colores podría ser sólo un reflejo de la frecuencia de su uso ya que las dos tintas más empleadas son la negra y la roja. Sin embargo esto no podría explicar la detección de melanoma (MM) y carcinoma de células basales (BCC) en los colores oscuros versus carcinoma de células escamosas (SCC) y queratoacantoma (KA) en los tatuajes de color rojo. Por esto la composición de las tintas podría tener un papel crucial en el desarrollo de los procesos patógenos [4].

En los casos de cáncer más recientes reportados en tatuajes, los sujetos son más jóvenes. Esto puede deberse a que el cáncer de piel es más frecuente en jóvenes o a que las tintas utilizadas actualmente son, desde el punto de vista toxicológico, menos seguras que las antiguas a pesar de que éstas contenían sales metálicas como las de mercurio.

En cualquier caso, el número de casos de cáncer de piel aparecidos en tatuajes hasta hoy, es aparentemente bajo y esta asociación debe considerarse por ahora como casual y no causal [4].

Otros efectos adversos se deben a los ingredientes auxiliares no colorantes como el dibutilfalato que es irritante de la piel y causante de dermatitis alérgica de contacto. Según el estudio de tintas negras antes mencionado, el carbón no sería responsable de las reacciones alérgicas o irritativas con tintas negras y éstas se deberían a otros ingredientes [11].

La tinta ideal desde el punto de vista médico debería estar formada por partículas mayores de 6 micras para no ser fagocitadas por los macrófagos, ser poco soluble, no contener metales pesados, no ser tóxica, ser hipoalérgica, estable, no irritante y estéril en origen [6].

#### **5.4. LEGISLACIÓN**

Según la legislación española, tatuar es una práctica que consiste en crear sobre la piel una marca permanente o un dibujo permanente (tatuaje) por inyección intradérmica de productos que contienen colorantes e ingredientes auxiliares.

Un maquillaje permanente consiste en una inyección intradérmica de productos colorantes e ingredientes auxiliares destinados a acentuar los contornos de la cara. (Real Decreto 1599/97) [16].

Los productos para maquillaje permanente y tatuaje se consideran a efectos de la legislación española como productos de higiene personal, posteriormente denominados “productos de cuidado personal”. Entre estos productos se encuentran los productos de estética, que son productos que se aplican en la piel y que no tienen la consideración de cosméticos, medicamentos o productos sanitarios por su composición, indicaciones, mecanismo de acción, de aplicación o duración. A este grupo pertenecen las tintas para tatuajes, los micropigmentos o preparados destinados al maquillaje permanente y semipermanente, las mascarillas de abrasión de la piel por vía química, los parches

transdérmicos o cualquier otro producto que pueda ser calificado como tal.

“Producto de cuidado personal”: sustancias o mezclas que, sin tener la consideración legal de medicamentos, productos sanitarios, cosméticos o biocidas, están destinados a ser aplicados sobre la piel, dientes o mucosas del cuerpo humano con finalidad de higiene o de estética, o para neutralizar o eliminar ectoparásitos. (Ley 10/2013, 24 julio) [17].

La legislación española aplica la Resolución del Consejo de Europa-ResAP(2008)2 sobre tatuajes y maquillajes permanentes.

Según esta Resolución los tatuajes y maquillajes permanentes son una moda creciente que puede suponer un riesgo para la salud por la contaminación microbiológica y/o la presencia de sustancias peligrosas en los productos utilizados así como por las condiciones higiénicas en que se realicen.

Refiere la ausencia de un organismo científico independiente que haya evaluado el uso seguro en los tatuajes y maquillajes de los colorantes no restringidos por esa resolución y de que la evaluación de riesgos es una parte esencial en salud pública.

En el momento de la resolución, las sustancias explicitadas son las prohibidas siendo este enfoque de lista negativa insuficiente y que corresponde sólo a una primera etapa en su regulación.

La comisión recomienda a los gobiernos de los Estados miembros que tengan en cuenta en particular la composición y criterios de evaluación de su seguridad de las sustancias utilizadas en tatuajes y maquillajes permanentes y que se elabore un listado exhaustivo de sustancias cuyo uso se haya demostrado seguro en determinadas condiciones (lista positiva).

Así mismo indica que cada gobierno será libre de imponer

reglamentaciones más estrictas.

Esta resolución se aplica también a la obligatoriedad de informar al público y al consumidor de los riesgos para la salud de los tatuajes, la práctica del tatuado y los maquillajes permanentes.

Para ello especifica que:

Los productos empleados para estos fines no deben poner en peligro la salud o seguridad de las personas o del medio ambiente. El fabricante o responsable de la puesta en el mercado de estos productos deberá presentar un informe de evaluación de riesgos basada en los datos toxicológicos recientes.

Tampoco pueden contener ni liberar las aminas aromáticas del anexo de esta resolución, ni sustancias cancerígenas, mutagénicas y tóxicas para la reproducción de las categorías 1,2 y 3.

Deben cumplir con las concentraciones máximas de impurezas, ser estériles hasta el momento de su aplicación preferiblemente en envase de un sólo uso.

Destaca la norma sobre el etiquetado en la que debe constar: nombre y dirección del fabricante, condiciones de uso y advertencias, fecha de caducidad, lote, la lista de ingredientes según las nomenclaturas internacionales, IUPAC, el número CAS o el número CI y la garantía de esterilidad del contenido.

Aunque debe darse prioridad a la evaluación de la seguridad de los ingredientes colorantes, también incluye a los conservantes.

Respecto a la información pública, se exige al tatuador que suministre información completa, fidedigna y comprensible al consumidor sobre los riesgos de dicha práctica, los cuidados posteriores, su reversibilidad y

eliminación y aconsejar la consulta médica en caso de complicaciones. También recomienda campañas de información a los consumidores potenciales por todos los medios apropiados, de los riesgos y complicaciones del tatuaje.

En España, las tintas de tatuaje tienen registro y autorización sanitaria.

La autorización sanitaria de comercialización de estos productos la otorga la AEMPS (Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios), en base a la evaluación de la documentación toxicológica y de calidad que presentan las empresas que desean comercializar tales productos. En la evaluación se tienen en cuenta los criterios establecidos en la resolución Res Ap (2008) del Consejo de Europa.

Las empresas responsables de la puesta en el mercado de estos productos, deben presentar un documento de "Declaración responsable" en el que especifican disponer de personal cualificado y suficiente, instalaciones y equipos adecuados para la fabricación del producto así como de los sistemas de control de calidad de fabricación (Ley 10/2013, 24 de julio).

La Generalitat Valenciana aplica las leyes nacionales. No obstante, se autoriza a los gobiernos autonómicos que tengan transferidas las competencias en Sanidad, a implantar normas más restrictivas en todos los aspectos concernientes al tatuaje [18].

En la Comunidad Valenciana, se exige la titulación de "Técnico Medio o Superior en Estética" o la realización de un "Curso de formación higiénico sanitaria para los profesionales del cuidado y estética corporal" impartida por los colegios oficiales de Enfermería de las tres provincias.

En Europa se han regulado en los últimos años aspectos importantes

relativos a las tintas y su composición. Alemania, prohibió en 2009 los componentes azo en las tintas. En Francia, la alerta del Sindicato Nacional de Dermatólogos sobre la peligrosidad de las tintas de tatuaje por su contenido en metales e hidrocarburos policíclicos cancerígenos provocó que el gobierno francés elaborara un decreto en el que se prohibían 59 de las 153 colorantes utilizados en los productos cosméticos y en particular en las tintas de tatuaje. Este decreto tendría que haber entrado en vigor en enero 2014.

La legislación danesa ha actualizado la normativa legal en materia de importación, venta y uso de las tintas para tatuajes en el Proyecto de Orden sobre tintas para tatuajes en 2013. En ella destaca la prohibición de contener colorantes azoicos y ciertos hidrocarburos policíclicos a niveles de ppm. Estos compuestos han sido detectados en las tintas de uso habitual en Europa en rangos de microgramos e incluso miligramos. Es nueva la regulación de la concentración de pigmento en un uso esperado y previsible. También la referencia a los efectos debidos al tamaño de las partículas.

En Estados Unidos la FDA (Food and Drug Administration), no tiene autorizado ningún pigmento para uso en tintas para tatuar. Es competencia de la FDA la aprobación de los pigmentos y colorantes utilizados en las tintas para su puesta en el mercado. Sin embargo, reconoce que no ha ejercido esta actividad reguladora por haber tenido otras prioridades de salud pública y por la falta de evidencia científica de los problemas de salud específicamente asociados a estas sustancias. Pero invita a la comunidad científica a aportar los datos necesarios para establecer la seguridad o inocuidad de cada sustancia y que sea esto la base de la legislación [10].

En la Comunidad Valenciana existe una Comisión de Evaluación de Productos Cosméticos que ha ejercido actividad reguladora en el 2013

con la prohibición de dos tintas mediante la publicación de alertas en el BOE- Consellería de Sanidad.

Así mismo la AEMPS ha actualizado la relación de productos autorizados para maquillaje permanente y tatuajes con fecha 17/06/2013.

## **5.5. ELIMINACIÓN DE LAS TINTAS**

El principio de fototermólisis selectiva propuesto por Anderson y Parrish en 1983 revolucionó el tratamiento de los tatuajes. La aplicación de la fototermólisis selectiva consiste en producir un daño en las zonas con pigmento utilizando emisiones de una longitud de onda que permita una buena absorción por el éste y en pulsos más breves que el tiempo de relajación térmica del cromóforo diana. Así se consigue la fragmentación del pigmento sin dañar el tejido adyacente [6,14].

Para la eliminación de maquillajes permanentes o tatuajes decorativos hay consenso sobre que el procedimiento más adecuado o patrón oro es el láser Q-Switched. Su mecanismo de acción consiste en la liberación de gran cantidad de energía en un tiempo ultracorto lo que produce la fragmentación del pigmento de la tinta en pequeñas partículas que serán fagocitadas por los macrófagos y eliminadas viá linfática. El láser Q-Switched emite los pulsos de alta energía en nanosegundos. Cada color de tinta es cromóforo óptimo para una longitud de onda determinada. El láser que emite en esa longitud, será el que mejor resultado proporcione [1,6,14].

Los tipos de láser que eliminan cada color, se especifican en la tabla 3.

Tabla 3. Láseres Q-Switched óptimos para la eliminación de tatuajes según su color	
Azul / Negro	Rubí 694 nm, Alejandrita 755 nm, Nd: YAG 1064 nm.
Rojo/Naranja/Púrpura	Nd: YAG/ KTP 532 nm
Verde	Rubí 694 nm, Alejandrita 755 nm.
Blanco	Mala respuesta en general

Además del color, también la composición es determinante en el éxito de la eliminación del tatuaje. Así, tatuajes de color negro en origen aparecen de un color azulado tras la primera sesión de láser. Esto es debido a la mezcla de colores para obtener una tinta negra con matices y brillo. Son más difíciles de eliminar por no tener un único cromóforo [6].

Las tintas para micropigmentación están formadas por pigmentos inorgánicos, por su mayor estabilidad frente a la luz y el calor, su mayor capacidad de fijación y su mayor tamaño que dificulta su eliminación. Los tatuajes de color carne o carmín están compuestos de óxido de hierro, óxido de zinc y dióxido de titanio. La mezcla del rojo procedente del óxido de hierro con el blanco del dióxido de titanio, proporciona el color rosa carmín. Tanto los pigmentos férricos como de dióxido de titanio, tienden a oscurecerse inmediatamente después de la realización de la primera sesión de láser Q-Switched. Ello se debe a la transformación del óxido férrico en óxido ferroso que es de coloración negruzca. Un proceso similar ocurre también con los pigmentos de titanio que pueden estar presentes en las tintas carmín empleadas para la micropigmentación de los labios. Se cree que tal oscurecimiento de la tinta se produce por el calentamiento provocado por las altas temperaturas generadas por la fototermolisis selectiva inherente tanto al láser Q-Switched como a la IPL [6].

Este problema, conocido como oscurecimiento paradójico, desaparece en la mayoría de los casos con sucesivas sesiones.

El oscurecimiento o viraje también puede darse en las tintas rojas, anaranjadas o blancas que pudieran contener estos óxidos [14].

El color blanco contiene dióxido de titanio ( $O_2Ti_2$ ) y óxido de zinc ( $ZnO$ ) con partículas de gran tamaño y mala respuesta a la luz láser, por no ser buen cromóforo para ninguno de los láseres disponibles [6].

Hasta hoy, no disponemos de un láser que sea capaz de eliminar todos los colores o tintas [14].

Están empezando a emplearse nuevos láseres que emiten en picosegundos. Estos equipos son capaces de trabajar con pulsos aún más cortos, del orden de picosegundos, que con energías menores conseguirán una mayor destrucción del pigmento, con menor residuo térmico y menor daño tisular [1,6,14].

También existen múltiples y variados protocolos de tratamiento tanto simples como combinados, de aplicación en los láseres actuales cuya eficacia está pendiente demostrar y resulta controvertida, tales como el protocolo R-20 para quitar tatuajes en 1 a 2 sesiones propuesto por la Dra. Theodora Kossida, el tratamiento combinado de láser de Erbio:YAG fraccionado y láser Q-Switched de Nd:YAG sugerido por el Dr. Leonardo Marini, entre otros [6].

La fragmentación de las partículas de tinta a tamaños inferiores a 6 micras posibilita su eliminación a través de dos vías: la vía linfática y la transepidermica. Las partículas liberadas tras la fragmentación de la tinta, son fagocitadas por los macrófagos circulantes y se eliminan al exterior a través de los vasos y ganglios linfáticos. Generalmente es más fácil eliminar un tatuaje cuando se localiza en la proximidad de los paquetes ganglionares, (como el cuello, las axilas o las ingles) que cuando lo hace en zonas distales como los tobillos o los pies. No menos interesante resulta la eliminación por vía transepidermica, especialmente si se

emplean fluencias suficientemente altas, capaces de perforar la piel desde la dermis, donde se aloja la tinta, hasta el exterior [4,6].

La seguridad relacionada con la eliminación láser de los tatuajes radica en un aspecto fundamental: que las sustancias perniciosas contenidas en la tinta fueran liberadas de forma masiva al interior del organismo ejerciendo un efecto tóxico en órganos internos. Esto es así tanto para reacciones alérgicas como para los posibles efectos cancerígenos de los productos [2,4,5].

Se puede favorecer la eliminación transepidérmica de la tinta mediante el empleo de fluencias más altas desde la primera sesión, para conseguir un punto final capaz de acelerar la eliminación del pigmento y, además, favorecer que una gran cantidad de pigmento se eliminara a través de la piel, es decir, sin pasar al torrente circulatorio. De esta forma, se evitaría la supuesta afectación de órganos internos. Este mecanismo de eliminación transepidérmica es el que utiliza el organismo de manera natural cuando aparece una reacción de hipersensibilidad a la tinta. Empleando altas intensidades, la inflamación y los canales abiertos por la mayor profundidad favorecen la eliminación externa sobre la linfática [6,14].

El Imiquimod, fármaco utilizado para el tratamiento de las queratosis actínicas o de los carcinomas basocelulares por los dermatólogos, con buenos resultados cuando la inflamación es importante, también se ha utilizado en combinación con láser Q-Switched para eliminar los tatuajes [6,14].

Existe un nuevo sistema de borrado de tatuajes sin láser que, en esencia, emplea una pistola de micropigmentación con la que se introduce en el interior del tatuaje un compuesto patentado a base de ácido láctico, que provoca una fuerte reacción inflamatoria de rechazo y la salida de la tinta del tatuaje que queda atrapada en la costra que genera. Esta vieja técnica ahora actualizada, no está exenta de provocar cicatrices y en absoluto

aporta ventajas respecto al tratamiento convencional con láser, ya que éste, además de eliminar la tinta a través de la vía transepidérmica, también lo hace a través de la vía linfática.

## **6. DISCUSIÓN**

La prevalencia del tatuaje es alta y creciente además de afectar a segmentos de la población en franjas de edad de la juventud y edad adulta. Todo ello confiere una mayor importancia a la aparición de efectos secundarios tanto visibles como ocultos [1,3,4,10,15].

El interés en la comunidad científica en el tema ha crecido de forma paralela a la moda creciente de tatuarse.

Existen numerosas comunicaciones de efectos secundarios en tatuajes en las que los autores señalan a las tintas como factor causal o al menos coadyuvante con otros [2,4,5,19].

En este momento no disponemos de conocimientos fehacientes sobre tintas que hayan demostrado ser seguras para su inyección intradérmica y, por tanto, para su uso en tatuajes [10,15].

Si que se han encontrado en las tintas sustancias que, por sus riesgos para la salud, no están permitidas para contacto con la piel [3].

Los organismos reguladores basan su normativa en las evidencias científicas [10,15].

El consumidor desconoce los riesgos de tatuarse pero la moda provocará un aumento de los casos de efectos adversos.

Las personas que se realicen un tatuaje deberían recibir un documento en el que figuraran su nombre, edad y fecha de tatuado, el centro y su registro sanitario, los datos de identificación del tatuador, la composición

química de las sustancias empleadas, fabricante, lote y fecha de caducidad del producto, la información de los riesgos, los efectos secundarios esperables y sus cuidados así como la recomendación de acudir a consulta médica en el caso de complicaciones. También la firma de consentimiento informado [3].

Sería deseable la comunicación obligatoria de efectos adversos en los tatuajes por los médicos, ya que facilitaría el estudio de los riesgos que conllevan.

## **7. CONCLUSIONES**

1. Las implicaciones en la salud que supone la inyección intradérmica de sustancias, convierten al tatuaje en objeto de regulación de salud pública [10].

2. Las tintas empleadas, en ocasiones, proceden de usos industriales, para las que no existe autorización u homologación [3,4,9].

3. La legislación actual autoriza las sustancias para su empleo como tintas de tatuaje basándose en la ausencia de evidencias científicas de su peligrosidad. La puesta en el mercado de sustancias para inyección precisa estudios rigurosos para establecer su inocuidad [5,15].

4. Tanto la comunidad científica como las autoridades, consideran esta situación como deficiente [2,3,4,10,15].

5. Existe un cambio positivo en la actitud legisladora en este campo con una mayor implicación de los gobiernos de los países con prevalencia alta de personas tatuadas.

6. Las publicaciones científicas sobre tatuajes han aumentado de manera

exponencial en los últimos cinco años. Esto se debe a de que las complicaciones derivadas de los tatuajes son motivo de consulta médica y de interés para la investigación.

7. Respecto a la asociación entre tatuaje y cáncer y más concretamente entre la composición de las tintas y éste, no ha podido establecerse una relación de causalidad.

8. Distintos autores proponen la realización de estudios de cohortes. Por la dificultad y el tiempo que precisan, se impone tomar medidas para excluir de las tintas las sustancias que son tóxicos conocidos para la salud [4,5].

9. La información del consumidor sobre los riesgos de tatuarse es decisiva para conseguir el cumplimiento de la normativa vigente así como para que se establezcan mejoras en la misma. También supone la asunción de los riesgos voluntariamente y no por desconocimiento [4,14,15].

10. La falta de un adecuado marco legal dificulta la mayoría de las veces el conocimiento exacto de los componentes de los tatuajes, ocultos bajo códigos numéricos indescifrables, que no proporcionan al médico una información clara y útil ante una reacción anómala del tatuaje [2,4,6].

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. "Laser and IPL Technology in Dermatology and Aesthetic Medicine". Christian Raulin-Syrus Karsai. Springer 2011. Cap. 14 pgs 190,-198.

2. Mataix J, Silvestre JF. Reacciones cutáneas adversas por tatuajes y piercings. Actas Dermosifiliogr. 2009;100:643-56.

3. Engel E, Santarelli F, Vasold R, Maisch T, Ulrich H, Prantl L, König B,

Landthaler M, Bäuml W. Modern tattoos cause high concentrations of hardous pigments in the skin. *Contact Dermatitis*. 2008 Apr;58(4): 228-3.

4. Kluger N, Koljonen V. Tattoos, inks and cancer. *Lancet Oncol*. 2012 Apr;13(4):e161-8. Review.

5. Ortiz AE, Alster TS. Rising concern over cosmetic tattoos. *Dermatol Surg*. 2012 Mar;38(3):424-9. Review.

6. Muñoz D. El punto final, un marcador fiable. Guía práctica para la eliminación de tatuajes mediante láser Q-Switched. *Tívoli*. 2013. 29-33.

7. Pitarch G, Martínez Menchón T, Martínez Aparicio A, Sánchez Carazo JL, Muñoz Borrás D, Fortea JM. Squamous cell carcinoma over tattoo. *J Am Acad Dermatol*. 2007;56:1072-3.

8. Wenzel SM, Rittmann I, Landthaler M, Bäuml W. Adverse reactions after tattooing: review of the literature and comparison to results of a survey. *Dermatology*. 2013;226(2):138-47.

9. Engel E, Vasold R, Santarelli F, Maisch T, Gopee Neera V, Howard PC, Landthaler M, Bäuml W. Tattooing of skin results in transportation and light-induced decomposition of tattoo pigments- a first quantification in vivo using a mouse model. *Exp Dermatol*. 2010 Jan;19(1)54-60.

10. Tattoos & and permanent make up: Fact Sheet

<http://www.fda.gov/Cosmetics/ProductsIngredients/Products/ucm108530.htm>

11. Lehner K, Santarelli F, Vasold R, König B, Landthaler M, Bäuml W. Black tattoo inks are a source of problematic substances such as dibutylphthalate. *Contact Dermatitis*. 2011 Oct;65(4):231-8.

12. Regensburger J, Lehner K, Maisch T, Vasold R, Santarelli F, Engel E, Gollmer A, König B, Landthaler M, Bäuml W. Tattoo inks contain polycyclic aromatic hydrocarbons that additionally generate deleterious singlet oxygen. *Exp Dermatol*. 2010 Aug;19(8): 275-8.
13. Hogsberg T, Jacobsen NR, Klausen PA, Serup J. Black tattoo ink induce reactive oxygen species production correlating with aggregation of nanoparticles and product brand but not with the polycyclic aromatic hydrocarbon content. *Exp Dermatol* 2013 Jul;22(7) 464-9.
14. Castro T, Vélez M, Trelles MA. Tatuajes y su eliminación por láser. *Cir.Plast.iberolatinoam*, 2013 Jun;39 (2): 195-205.
15. Resolución del Consejo de Europa sobre tatuajes y maquillajes permanentes ResAP (2008)1.  
[http://www.aemps.gob.es/cosmeticosHigiene/cosmeticos/docs/resolucion-CE-tatuajes\\_junio-2008.pdf](http://www.aemps.gob.es/cosmeticosHigiene/cosmeticos/docs/resolucion-CE-tatuajes_junio-2008.pdf)
16. Real Decreto 1599/1997  
[http://www.aemps.gob.es/informa/notasInformativas/cosmeticosHigiene/2008/NI-prodAutorizados-tatuaje\\_julio-2008.htm](http://www.aemps.gob.es/informa/notasInformativas/cosmeticosHigiene/2008/NI-prodAutorizados-tatuaje_julio-2008.htm)
17. Legislación sobre Productos cosméticos, productos de higiene y biocidas de uso en higiene personal .Última actualización: 23/04/2014  
<http://www.aemps.gob.es/legislacion/espana/cosmeticosHigiene/cosmeticosHigiene.htm>
18. DOGV Publicación de la Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios 12/2012 Volumen III  
[http://www.san.gva.es/documents/152919/795139/RevistaOrdenacion12\\_170113.pdf](http://www.san.gva.es/documents/152919/795139/RevistaOrdenacion12_170113.pdf)

19. Domínguez E, Alegre V, García-Melgares ML, Laguna C, Martín B, Sánchez JL, Oliver V. Tattoo pigment in two lymph nodes in a patient with melanoma. J Eur Acad Dermatol Venereol. 2008 Jan;22(1): 101-2.

## AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, Donís, *alma mater* de este trabajo.

A Kika Rausell y a María Gavrilova por su amistad.

A Pepe Vela, el mejor delegado.

A todos los responsables del Máster por su entusiasmo y dedicación.