



UNIVERSIDAD
FASTA

FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA

TRABAJO DE CAMPO

“QUEMADURAS QUÍMICAS Y CARBONIZACIÓN: EFECTOS SOBRE TATUAJES

Y

SU INCIDENCIA EN LA IDENTIFICACIÓN DE CADÁVERES”

AUTORA

ROCÍO ZIMMERMANN

TUTORES

LIC. HERNÁN GACIO

MG. EUGENIA HUINCHULEF

MG. PAULA ARIADNA JESSURUM

AÑO

2022

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia doy gracias a la Universidad FASTA por haber contribuido a mi formación como profesional y como persona, y a los docentes que me acompañaron a lo largo de la carrera, especialmente a Hernán Gacio y María Eugenia Huinchulef quienes me apoyaron en la realización de este trabajo y estuvieron presentes en el desarrollo y evolución del mismo.

A mis amigos, quienes compartieron tristezas y alegrías en el camino e hicieron más ameno el proceso.

A mi familia por el apoyo y cariño incondicional, sin ellos nada de esto hubiera sido posible. Fueron mi mayor motivación y gracias a ello no di el brazo a torcer; mi gran ejemplo de superación, humildad, y sacrificio. Mamá, papá y abuela Cacha, les estaré eternamente agradecida.

DEDICATORIA

Dedico de manera especial este trabajo al pilar más importante en mi vida, mis padres. Ellos apostaron por mí desde el momento en el que elegí la Licenciatura en Criminalística, y pese a los obstáculos que la vida me presentó, no permitieron que abandone. Me inculcaron grandes valores y sentaron en mí las bases de responsabilidad, forjándome como la persona que soy hoy en día.

Su esfuerzo para que yo pudiera estudiar es algo que jamás voy a olvidar; creyeron en mí siempre y aunque hayamos tenido diferencias, nunca me soltaron la mano. Los admiro y amo con mi alma, ojalá pueda retribuirles al menos un poco de lo que hicieron por mí.

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	9
Criminalística.....	10
Principios de la criminalística	10
Medicina Legal	11
Funciones de la medicina legal.....	12
Importancia	12
Lesionología	13
Definición de lesión	13
Clasificación	13
Quemaduras.....	15
Clasificación	16
Quemaduras causadas por agentes físicos	18
Peligrosidad	18
Muerte por quemaduras.....	19
Carbonización cadavérica	20
.....	20
Examen externo	20
Examen interno	21
Quemaduras causadas por agentes químicos	22
Sustancias cáusticas.....	22
Etiología	23

Factores condicionantes de las lesiones.....	23
Efectos lesivos de los cáusticos.....	23
Determinaciones médico-legales	24
¿Qué es un tatuaje?.....	25
Clasificación.....	25
Tintas y pigmentos.....	27
Procedimiento del tatuaje.....	27
Aspectos macroscópicos	28
Aspectos microscópicos.....	29
Estilos de tatuaje.....	29
CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO	34
METODOLOGÍA.....	34
ANÁLISIS DE DATOS.....	37
CAPÍTULO III. REVISIÓN DE DATOS Y CONCLUSIONES.....	50
DISCUSIÓN DE DATOS	50
CONCLUSIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA	53

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consiste en describir el comportamiento de los tatuajes al verse afectados por quemaduras de naturaleza física y química. Uno de los métodos de identificación de cadáveres carbonizados más implementados cuando la destrucción de los tejidos es extensa y fallan los procedimientos habituales, es a través de restos óseos o piezas dentarias; siendo éste último el más útil cuando el cuerpo es sometido a altas temperaturas. Sin embargo, cuando la carbonización es parcial, la tinción de la piel producida por el fuego puede llegar a esconder tatuajes o cicatrices que nos permitirían conocer la identidad de la persona.

La individualización de víctimas mediante tatuajes es una técnica actualmente vigente. No obstante la información actual no hace hincapié en los efectos que tienen ciertas sustancias químicas de acceso común sobre los mismos, o cómo repercute el tiempo de exposición al fuego sobre las lesiones resultantes; de allí surge el problema de investigación: ¿cómo influyen las quemaduras causadas por agentes físicos y químicos sobre los tatuajes y qué consecuencias genera esto en la tarea de identificación de un cuerpo?

Con el propósito de evaluar dichas cuestiones, se han sometido al fuego directo y a la acción de sustancias ácidas y alcalinas ocho tatuajes realizados por un profesional sobre el cuerpo de un cerdo documentando fotográficamente el antes y el después. Se analizan tres variables a lo largo de la investigación, que son: i) tipo de tinta, ii) área corporal, y por último iii) instrumento empleado para la ejecución del diseño.

Inicialmente se estimaba que el detrimento iba a ocupar una similar extensión para ambos agentes; por el contrario, pudo observarse que las quemaduras químicas permitieron una mejor visualización de los tatuajes. Respecto al sector carbonizado, el período de tiempo de exposición tuvo que ser reducido, puesto que al cabo de 10 minutos se percibió una desaparición total de la capa superficial de la piel.

PALABRAS CLAVE

Identificación; quemaduras químicas; carbonización cadavérica; tatuajes; lesiones de la piel.

ABSTRACT

The present research work consists of describing the behavior of tattoos when affected by physical and chemical burns. One of the most common methods of identification of charred corpses when the destruction of tissues is extensive and the usual procedures fail, is through bone remains or dental pieces; the latter being the most useful when the body is subjected to high temperatures. However, when the carbonization is partial, the staining of the skin produced by the fire can hide tattoos or scars that would allow us to know the identity of the person.

The individualization of victims by means of tattoos is a technique currently in use. However, current information does not emphasize the effects of certain commonly available chemical substances on tattoos, or how the time of exposure to fire affects the resulting lesions; hence the research problem arises: how do burns caused by physical and chemical agents affect tattoos and what consequences does this have on the task of identifying a body?

In order to evaluate these questions, eight tattoos made by a professional on the body of a pig were subjected to direct fire and to the action of acid and alkaline substances, documenting photographically the before and after. Three variables are analyzed throughout the research, which are: i) type of ink, ii) body area, and finally iii) instrument used for the execution of the design.

Initially it was estimated that the detriment was going to occupy a similar extension for both agents; on the contrary, it could be observed that chemical burns allowed a better visualization of the tattoos. With respect to the carbonized sector, the exposure time had to be reduced, since after 10 minutes, a total disappearance of the superficial layer of the skin was perceived.

KEY WORDS

Identification; chemical burns; cadaveric carbonization; tattoos; skin injuries

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el arte del tatuaje como técnica de embellecimiento y expresión ha adquirido una considerable relevancia en innumerables sectores de la población, independientemente de factores como la edad o la clase social. Desde el punto de vista de la criminalística esto es de gran interés, ya que éstas “cicatrices intencionales”, al igual que aquellas producidas por accidentes o de naturaleza congénita, son cruciales a la hora de identificar un cadáver cuando otros elementos identificativos se encuentran deteriorados o directamente son inexistentes.

La identificación a través de éstos constituye un método de individualización coetáneo; no obstante, el enfoque está dirigido a responder el problema de investigación que se ha planteado, es decir, qué sucede cuando los tatuajes interactúan con agentes químicos y físicos y cómo influye esto en la identificación de un cuerpo.

El objetivo principal es estimar cuán efectivo es el método identificativo a través de los tatuajes luego de ser afectados por las circunstancias detalladas más adelante. La importancia de estudiar este tema en particular radica en que si bien el incremento de dichas modificaciones corporales en los últimos años ha llevado a que éstas sean consideradas una herramienta más en la labor de identificación, no se han abarcado puntualmente los posibles cambios que pueden experimentar al entrar en contacto con elementos comúnmente utilizados en hechos criminales para deshacerse de un cuerpo.

Con la realización de este trabajo se dispone a señalar detalladamente las alteraciones que estos agentes producen sobre las pieles tatuadas y establecer diferencias a partir de los signos visibles sobre los propios tatuajes. Asimismo, se

ha evaluado el carácter de perdurabilidad de estos últimos y determinado la existencia de variaciones en relación con el elemento y tipo de tinta utilizada, como también al plano anatómico donde se encuentren situados.

El ensayo fue llevado a cabo sobre el cuerpo de un cerdo debido a la semejanza que existe entre la piel humana y la porcina. Ambas están compuestas por tres capas: epidermis, dermis e hipodermis, y poseen un grosor comparable. Por otra parte, tanto la dermis del humano como la del cerdo, se encuentra dividida en tejido papilar y reticular. Otro aspecto destacable es también la producción de colágeno, la cual es biomecánicamente similar en ambas especies. A raíz de estas características en común, la piel porcina es ampliamente utilizada para investigar diversas cuestiones de índole médica que afectan a los seres humanos tales como reacciones inflamatorias, cicatrización de heridas, psoriasis, etc.; de la misma manera, en el mundo del tatuaje los principiantes la eligen por sobre la piel sintética pues su elasticidad, textura y espesor permiten una mayor aproximación de la realidad a la hora de practicar.

En octubre del año 2021 en la Estancia “San Carlos” ubicada en el Paraje Pavón del Partido de General Lavalle, Provincia de Buenos Aires se dio inicio a la experimentación. Se tatuaron un total de ocho diseños básicos sobre la piel de un cerdo vivo empleando una máquina profesional, una aguja de coser y tres tipos de tintas; dos de origen vegetal en color rojo y negro y una tinta china; las primeras son denominadas “hipoalérgicas” ya que reducen en un pequeño porcentaje las posibles reacciones cutáneas. Con respecto al color, el pigmento rojo cuenta con acabados más brillantes e intensos, y crea más contraste con la piel en comparación con el negro. La tinta china ha sido escogida para implementar una técnica vulgarmente conocida como “tumbera” ejecutada usualmente con instrumentos improvisados en unidades penitenciarias, cuya particularidad reside en la profundidad que adquieren los tatuajes a causa de la deficiente distribución de los pigmentos. En orden de verificar la resistencia y el grado de deterioro de los diseños según el área del cuerpo se realizó una distinción entre aquellos asentados sobre plano óseo (extremidad delantera), zona blanda (abdomen) y masa muscular (glúteo).

Trascurridas dos semanas se procedió con la segunda etapa de la práctica, la cual constó de la exposición de los tatuajes ya cicatrizados a los agentes químicos y físicos seleccionados. Para ello, el cadáver del animal fue dividido en dos sectores: el izquierdo fue sumergido en 930 cc de soda cáustica y ácido clorhídrico, dos sustancias de uso industrial, mientras que el sector derecho fue expuesto directamente al fuego. Se fijó un período de 30 minutos para la primera experiencia y de 10 minutos para la segunda, y una vez finalizados tales lapsos de tiempo se documentaron fotográficamente los resultados obtenidos y se procedió a la recolección por escrito de los datos para su posterior comparación.

El cuerpo del trabajo se encuentra segmentado en tres partes; la primera comprende el marco teórico, en el cual se desarrollan a modo de introducción conceptos básicos tales como la definición de criminalística y medicina legal y algunos más específicos como los de quemaduras y tatuajes; la segunda parte plasma a través imágenes la metodología llevada a cabo durante la experimentación, y la tercera sección integra el análisis e interpretación de los datos, y las conclusiones a las cuales se arribaron.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que se desarrolla a continuación abarca los conceptos básicos para un óptimo entendimiento del proyecto en cuestión. Cada uno de ellos es necesario para comprender la relevancia del problema de investigación aquí planteado.

Primeramente se define a la Criminalística como ciencia y se enuncian los principios que la rigen con el fin de dar a conocer el área a la que dicho proyecto pertenece.

En segundo lugar se halla el concepto de Medicina Legal, que a su vez engloba el de lesionología, ambos fundamentales para avanzar luego con la noción de quemaduras; se establece una clasificación entre los diferentes tipos y agentes causantes de las mismas. Resulta indispensable realizar esta descripción

ya que las lesiones examinadas cuentan con características específicas que permiten su inmediata identificación y clasificación.

En última instancia se incorporan la definición de tatuaje, que constituye el principal objeto de estudio, las alteraciones que ocurren tanto a nivel externo como interno durante el procedimiento, los diversos estilos que existen en la actualidad y finalmente, tipos de tintas y su composición. Estas cuestiones son de gran importancia pues se ven involucradas en las variables planteadas en los objetivos.

Criminalística

Según Guzmán (2008), es una ciencia multidisciplinaria que tiene impacto en prácticamente todos los elementos del sistema judicial criminal. La misma es definida como "*la profesión y disciplina científica dirigida al reconocimiento, individualización y evaluación de la evidencia física, mediante la aplicación de las ciencias naturales, en cuestiones legales*". Sus objetivos son similares a los de las ciencias naturales; entre ellos, dedicarse a la búsqueda de la verdad a través de la aplicación del método científico, a diferencia de la subjetividad del testimonio que está más abierto a la especulación.

Se podría concluir que ésta se ocupa de reconstruir la historia de un hecho pretérito a través de los vestigios materiales que deja en su accionar el delincuente. A estos vestigios se los ha dado en llamar testigos silenciosos o mudos; ellos, debida y rigurosamente analizados e interpretados, garantizarán al hombre sus derechos más preciados: la vida y la libertad.

Principios de la criminalística

- **Principio de uso:** Este principio afirma que en todo hecho criminal intervienen factores mecánicos, físicos, químicos o biológicos. Son de interés

criminalístico aquellas muertes dudosas o intencionales en las cuales se estudiarán las evidencias a fines de determinar el tipo de agente empleado.

- **Principio de producción:** Según este principio, todo hecho delictivo es generador de evidencia física.

- **Principio de correspondencia:** Sostiene que cuando un cuerpo que posee mayor cohesión molecular actúa sobre otro de menor cohesión molecular, produce un rastro o vestigio, el cual permite lograr la identificación y, en ciertos casos, la reconstrucción del instrumento de comisión.

- **Principio de reconstrucción:** De acuerdo a este principio, mediante el análisis técnico y exhaustivo de la evidencia se puede conocer cómo se desarrollaron los hechos.

- **Principio de intercambio:** Edmund Locard es quien estableció este principio. En él plantea la interrelación entre la víctima, autor, sitio del suceso, medios de comisión y las evidencias físicas involucradas causando traslado, transferencia o intercambio de uno de esos factores al otro.

Medicina Legal

La medicina legal surgió en el continente europeo, más específicamente en Francia e Italia. Son considerados como los padres de esta disciplina el francés Ambrosio Paré (1517- 1590) y el italiano Paolo Zacchia (1584-1659).

Se define como el área de la ciencia médica que efectúa el estudio teórico y práctico de conocimientos médicos y biológicos para la resolución de problemas

planteados por autoridades penales, civiles o sociales. Es reconocida como el punto de contacto entre la Biología y el Derecho.

Funciones de la medicina legal

- Dictaminar y verificar la responsabilidad profesional de médicos y colegas.
- Determinar causa, mecanismo y circunstancias que rodean la muerte cuando ésta es de origen violento.
- Auxiliar a la justicia en la resolución de cuestiones derivadas de sucesos médicos brindando un testimonio experto sobre eventos médicos complejos para un no ilustrado.

Importancia

Su importancia radica en que constituye una rama de la medicina que contribuye con eficacia al correcto funcionamiento de la administración de justicia.

Entre los aspectos que la destacan se encuentran:

- ✓ La responsabilidad de su ejercicio, la cual es de dos órdenes: moral y material.
- ✓ Obligatoriedad. El médico no puede sustraerse de su ejercicio; debe actuar aún a su pesar, expuesto a una sanción si no se cumple y si no se ejerce bien.
- ✓ Antecedentes históricos. Ésta posee una tradición histórica ininterrumpida a lo largo de los siglos.
- ✓ Categoría científica. En la actualidad, utiliza las técnicas y los procedimientos científicos más depurados en la resolución de los problemas que

se le plantean incorporando también conocimientos propios de campos afines tales como la química, física, anatomía, entre otras.

Lesionología

La lesionología es el área de la medicina legal que se ocupa del estudio de las lesiones traumáticas, en pos de determinar sus causas y consecuencias.

Definición de lesión

Una lesión se define como el producto de un traumatismo la secuela orgánica o fisiopatológica que un organismo experimenta como consecuencia de una noxa externa (traumas) o interna (venenos) desde el punto de vista médico.

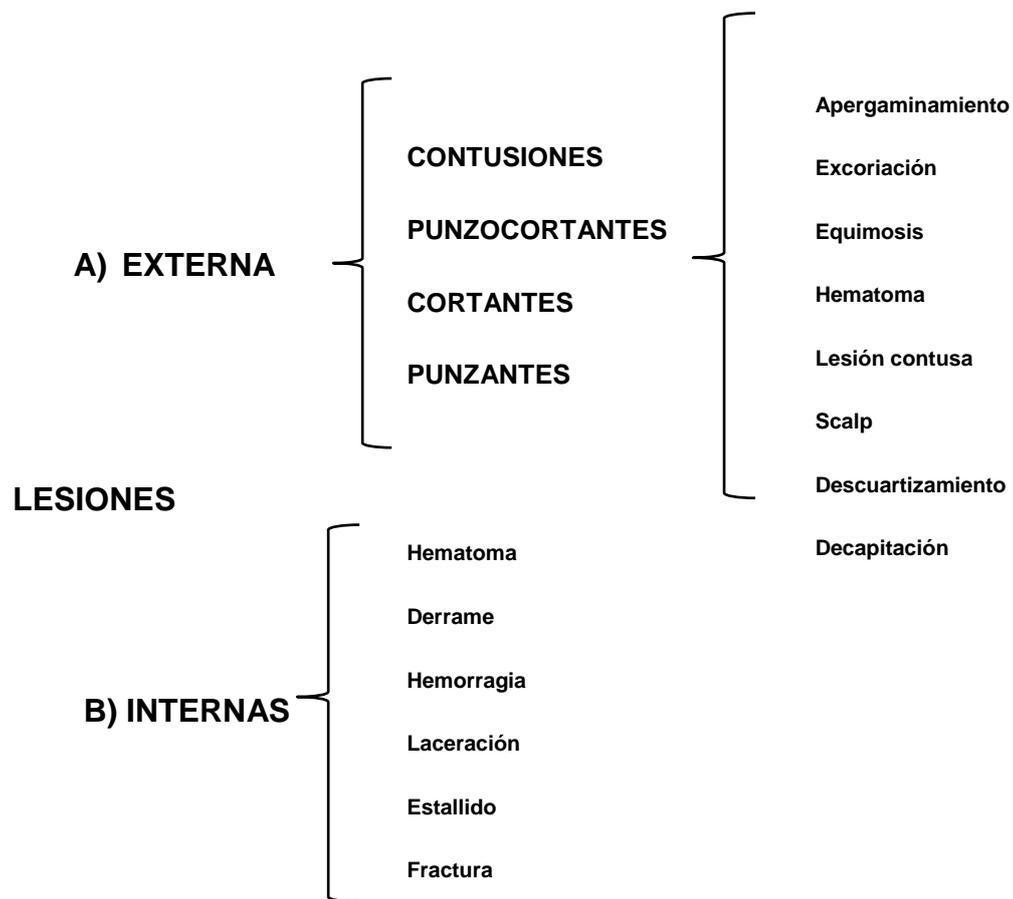
Desde el punto de vista del código penal, una lesión es un delito en contra de la vida y la salud de la persona que se comete con el propósito de causar un daño que deje en su cuerpo un vestigio o altere su salud física o mental. Se contempla como "todo daño en el cuerpo o la salud", es decir, implícitamente denota la idea de un perjuicio. Engloba cualquier factor externo que afecte la estructura anatómica y determine cambios en la morfología del organismo humano provocando un detrimento en aspectos de la salud psíquica, somática o funcional.

Clasificación

La clasificación de las lesiones es de carácter complementario. Por lo tanto, hemos de distinguirlas en primer lugar según el aspecto médico-legal para continuar con el aspecto morfológico o somático; los agentes productores y el mecanismo de producción; la evolución y la diferencia entre las lesiones vitales y postmortem.

Según la morfología:

De acuerdo al aspecto con que se presentan al observador las lesiones pueden clasificarse en la forma que se detalla en el siguiente cuadro:



Clasificación de lesiones según morfología. Fuente: Patitó José A, (2000). Medicina Legal. Ediciones Centro Norte.

Según el agente productor y el mecanismo lesional

Estudia los caracteres morfológicos que nos permiten identificar, a partir de la lesión el posible agente productor.

Puede afirmarse entonces que:

AGENTES FÍSICOS Y QUÍMICOS —→ producen —→ **QUEMADURAS**

Quemaduras

Las quemaduras son lesiones de la piel y otros tejidos resultantes de la acción de agentes físicos, químicos o biológicos cuya gravedad se relaciona estrechamente con la extensión, profundidad y grado de repercusión sobre el organismo. Entre los agentes etiológicos causantes pueden distinguirse:

- Agentes físicos: calor, electricidad, radiaciones.
- Agentes químicos: sustancias cáusticas y corrosivas.
- Agentes biológicos: seres vivos.

Dentro de estos agentes, aquellos que producen una mayor deterioro son los físicos y químicos, que pueden ocasionar la destrucción o alteración de las partes blandas e incluso la afectación ósea.

Los dos tipos de respuesta que se generan al producirse una quemadura son:

1. La respuesta local, que se caracteriza por la existencia de tres zonas: la de coagulación, que representa el máximo daño ya que las proteínas se degeneran causando pérdida irreversible de los tejidos; la zona de estasis en la cual si bien el flujo sanguíneo se ve disminuido, el tejido no se pierde por completo aún, siendo potencialmente recuperable con la adecuada administración de líquidos y por último, la zona de hiperemia, donde aumenta el flujo sanguíneo.

2. La respuesta sistémica, que comprende la liberación de citosinas y sustancias pro inflamatorias que incrementan la permeabilidad vascular y la disminución de la contractilidad miocárdica. Se observa también broncoespasmo y posible desarrollo de insuficiencia respiratoria aguda.

Clasificación

Actualmente sigue empleándose la clasificación de Dupuytren, que establece diferentes grados según la respuesta del área afectada:

• Quemaduras de primer grado

Caracterizadas por la presencia de eritemas. Consisten en un enrojecimiento de la piel resultante de la vasodilatación capilar local; prurito y dolor por irritación de terminaciones nerviosas. Sólo es visible en el vivo. En el cadáver, su morfología es lineal y suele ser periférica a quemaduras más graves. (Figura A)

• Quemaduras de segundo grado

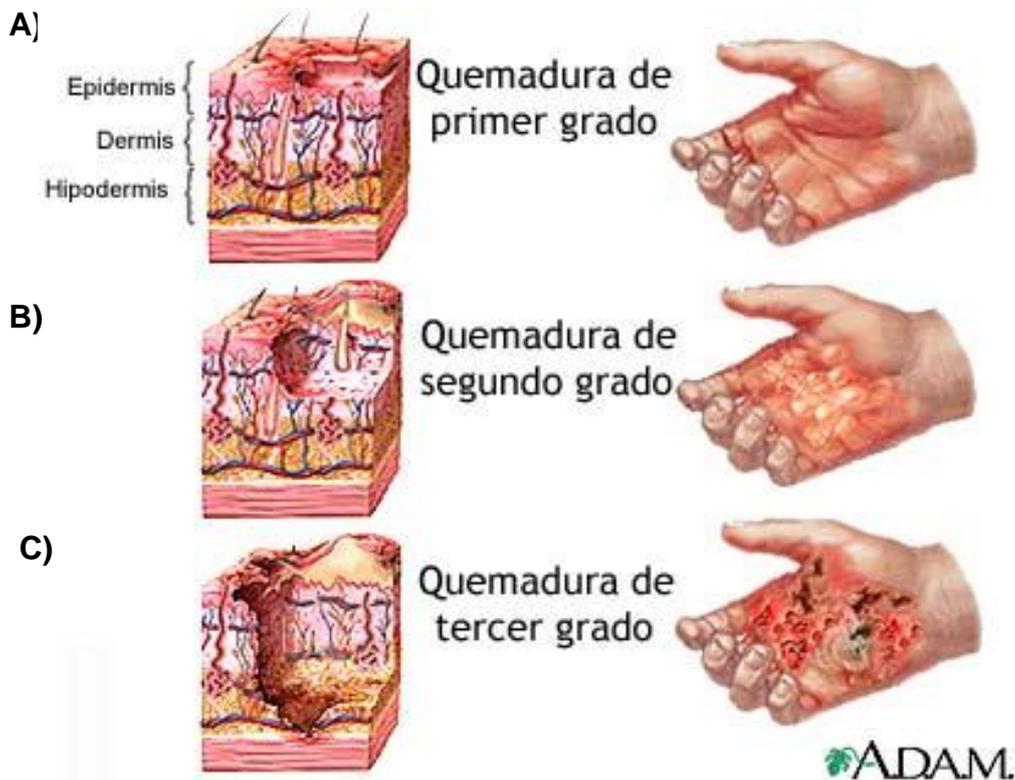
Se observa la formación de vesículas o flictenas por licuefacción del cuerpo mucoso de la dermis. Se produce un aumento de la permeabilidad con edema perilesional. (Figura B)

• Quemaduras de tercer grado

Existe una destrucción parcial de la piel, originando una escara que afecta la dermis y el tejido conjuntivo subyacente. Lesión de aspecto blanco-grisáceo o gris pardo y apergaminado en el cadáver. (Figura C)

- **Quemaduras de cuarto, quinto y sexto grado**

Causan un deterioro extremo del tejido llegando a la carbonización que afectará, según el grado, la dermis y epidermis, tejido celular subcutáneo y envolturas del tejido muscular. Puede incluso afectar a los huesos.



Clasificación de quemaduras según profundidad
Fuente: Blog de medicina legal, (2008). Medicina legal al día. Quemaduras.

Según el mecanismo que las ocasionó las quemaduras pueden clasificarse en:

- **Térmicas:** producidas por una fuente externa de calor cualquiera sea su estado, pudiendo encontrarse en fase líquida, sólida o gaseosa.

- **Eléctricas:** resultan de la generación de calor y la electroporación de membranas celulares asociadas a un flujo de electrones. Causan daño

tisular profundo que suele extenderse hacia los tejidos conductores de la electricidad.

- **Químicas:** pueden actuar en superficie o por ingestión siendo de carácter accidental o criminal. Se deben a la acción de ácidos y álcalis fuertes; se observa necrosis de la piel y tejido profundo

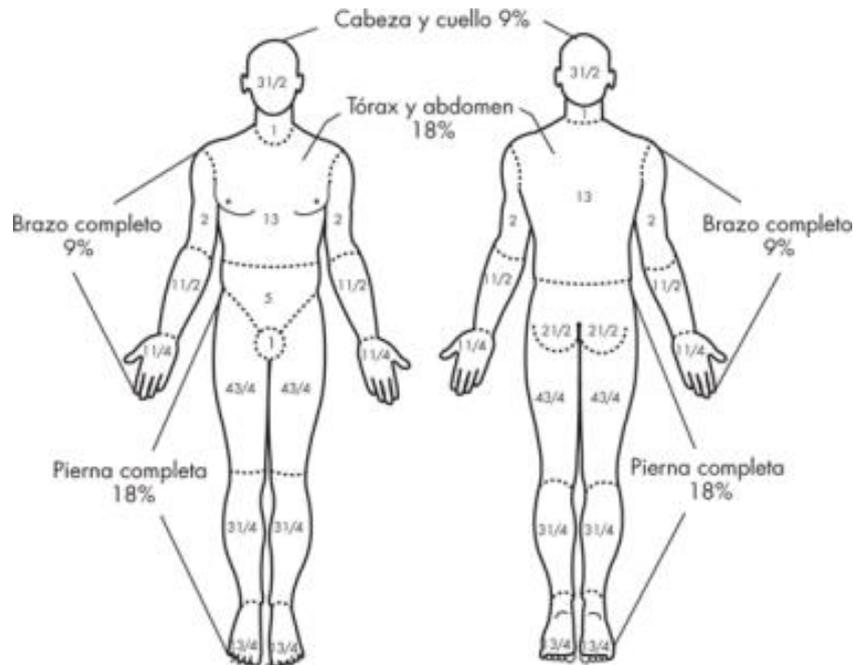
Quemaduras causadas por agentes físicos

Generalmente dan lugar a quemaduras anchas, extensas y de superficie irregular y mal contorneada. Pueden observarse desde eritemas hasta zonas de destrucción máxima. Las quemaduras de llama suelen tener una dirección de abajo hacia arriba. Desde el punto de vista patológico éstas pueden originar los diversos grados de las quemaduras, lo cual dependerá del tiempo de actuación de la llama. Se caracterizan por la presencia simultánea de los tres grados: necrosis central, flictenas y, en la periferia de las lesiones, un reborde eritematoso. Afectan la ropa y el cabello pudiendo quemarlos e incluso carbonizarlos, y suelen respetar los sitios que se encuentran presionados por cinturones, ligas u otras prendas de vestir similares.

Peligrosidad

El peligro para la vida que representan las quemaduras reside en su extensión. Una forma de calcular la extensión superficial afectada es la denominada "regla de los nueves", según la cual la superficie corporal se divide en áreas que representan un nueve %, o un múltiplo de nueve % de la superficie corporal total. Estas áreas son:

- Cabeza y cuello 9 %
- Cara anterior del tronco 18 %
- Cara posterior del tronco 18 %
- Cada extremidad inferior 18 %
- Cada extremidad superior 9 %
- Periné 1 %



Regla de los nueve de Wallace. Fuente: Zubirán S, (2011). Manual de terapéutica médica y procedimientos de urgencias, 6º edición.

Muerte por quemaduras

La muerte por quemaduras puede ser rápida o diferida.

- Muerte rápida: permite diferenciar entre una muerte inmediata, en la que en la autopsia no hay más lesiones que las quemaduras, y otra tardía, en la cual la víctima sobrevive algunas horas e incluso días. Habitualmente obedece al shock o a la toxemia por desintegración de las proteínas la cual persiste hasta 72-96 h.

- Muerte diferida: tiene lugar cuando han transcurrido varios días. Generalmente se debe a la sepsis. Puede aparecer fracaso respiratorio, bronconeumonía, fracaso hepático, hemorragias intestinales por las erosiones en tubo digestivo, e incluso fracaso renal.

Carbonización cadavérica

La acción mantenida del fuego o materias inflamadas sobre el organismo puede llegar a producir la carbonización del mismo. Esto puede ocurrir al aire libre o en el interior de edificios, vehículos, etc.



Cabeza de un cuerpo carbonizado. Fuente: Sánchez J.A., (2008). Cadáveres quemados: estudio antropológico-forense. Cuadernos de medicina forense.

Examen externo

Entre los signos externos más comunes de la carbonización cadavérica se destacan:

- Reducción del volumen corporal debido a la deshidratación.

- Color negro de la superficie externa del cuerpo, piel seca y soluciones de continuidad especialmente en pliegues de flexión.
- Actitud de “boxeador” debido a la rigidez de los músculos.
- Puede haber amputación espontánea de manos y pies.
- Puede existir estallido de las cavidades craneal, y torácica o abdominal.
- Fractura de los huesos debido al calor.

Examen interno

Cuando no existe abertura de las cavidades esplácnicas, las vísceras internas se encuentran notablemente conservadas, lo cual permite descubrir lesiones traumáticas internas causantes de la muerte e incluso afecciones patológicas preexistentes. El corazón y los músculos aparecen como cocidos. Los huesos se fracturan en sitios típicos: en las extremidades, en el tórax y cráneo. El cráneo estalla, demostrando ausencia de rupturas vasculares y de infiltrado hemorrágico, así como de cualquier otro signo de vitalidad. Las meninges se retraen.



Carbón hallado en área bronquial (Signo de Montalti). Fuente: Sánchez J.A., (2008). Cadáveres quemados: estudio antropológico-forense. Cuadernos de medicina forense.

Elementos de identificación de cadáveres carbonizados

Es importante recordar que la reducción del volumen corporal puede prestar a confusión a la hora de determinar la edad de la víctima. El sexo se aprecia por la conservación de los órganos internos permitiendo comprobar la existencia del útero, aunque la carbonización haya hecho desaparecer los genitales externos. El estudio de la dentadura puede ser valioso si se disponía de pruebas similares anteriores a la muerte. Los objetos personales que resistan a la combustión pueden ser también de gran utilidad.

Quemaduras causadas por agentes químicos

Los agentes químicos agrupan sustancias de diversas propiedades físico-químicas. Estos pueden presentarse en estado líquido, sólido, gaseoso o en forma de vapor. Su efectivo lesivo se relaciona con:

- Su pH que cuando es extremo produce efectos irritantes y/o cáusticos por contacto. (Domínguez Bernal et al, 2012).
- Su naturaleza química, que cuando carece de propiedades irritantes, se produce la absorción del mismo provocando su manifestación a nivel sistémico.

Sustancias cáusticas

Son aquellas sustancias que, puestas en contacto con los tejidos orgánicos, reaccionan químicamente con ellos produciendo su desorganización más o menos profunda pudiendo llegar incluso a su destrucción.

Etiología

Las sustancias cáusticas pueden clasificarse de la siguiente manera (Sánchez Llerena, 2020):

1. Ácidos: sulfuroso, sulfúrico, nítrico, clorhídrico, fénico o fosfórico.
2. Alcalis: hidróxido sódico (sosa), hidróxido potásico (potasa), cálcico o amónico, amoníaco.
3. Sales: nitrato ácido de mercurio, cloruro de cinc, oxalato ácido de potasio.
4. Gases bélicos: iperita, lewisita.

Factores condicionantes de las lesiones

Tanto la naturaleza como la concentración del agente químico determinan directamente la lesión resultante. Su concentración condiciona el grado de la quemadura: las soluciones diluidas sólo producen eritema; las soluciones puras o concentradas queman profundamente, escarificando el tegumento externo. En cuanto a la naturaleza, ésta modifica el aspecto de la quemadura: Todos los ácidos producen escaras secas y coagulación proteica, pero su color varía según la sustancia.

Efectos lesivos de los cáusticos

Las quemaduras por cáusticos presentan lesiones que resultan fácilmente identificables. Entre dichas lesiones encontramos las siguientes características:

- El ácido sulfúrico produce una escara de color negro que puede alcanzar un espesor de hasta dos o tres cm.

- El ácido nítrico genera escaras amarillas.

- El ácido clorhídrico origina una escara blanda de color gris violáceo.

- Los álcalis causan escaras poco consistentes, húmedas y traslúcidas. Tienen apariencia jabonosa.

Determinaciones médico-legales

Macroscópicamente, el aspecto de las lesiones cáusticas y de sus cicatrices de tipo hipertrófico es altamente característico y suficiente para establecer que se trata de una quemadura química.

Si se requiere determinar el agente causal, es preciso recurrir al diagnóstico químico. Para ello se maceran en agua destilada los tegumentos o tejidos, se filtra el líquido de maceración y se comprueba su reacción con el tornasol. Comprobado así que se trata de un ácido o una base, se utilizan reactivos especiales para caracterizarlos:

- Ácido sulfúrico. Con el cloruro bórico al 10 % da un precipitado blanco cuajoso. También puede llevarse a cabo directamente sobre la escara, dejando caer sobre ella una gota de reactivo.

- Ácido nítrico. Con la paradifenilamina da color azul y con la brucina, color rojo. Ambos se preparan en solución sulfúrica.

- Ácido clorhídrico. Con el nitrato de plata se produce un precipitado blanco cuajoso, que se ennegrece por la luz y se redisuelve en amoníaco.

¿Qué es un tatuaje?

La Real Academia de la Lengua Española define la palabra tatuar como “grabar dibujos en la piel humana, introduciendo materias colorantes bajo la epidermis, por punzadas o picaduras previamente dispuestas”.

Se trata de la modificación de la piel mediante punciones realizadas con una aguja de suficiente profundidad para alojar un pigmento de color en la epidermis. Para ello se utilizan máquinas eléctricas que son capaces de atravesar la piel una media de 2500 veces por minuto.

La traducción de la palabra tatuaje al español es *stigma*, que significa “marca o señal en el cuerpo”. También puede encontrarse definida como “marca impuesta con hierro candente, bien como pena infamante, bien como signo de esclavitud” lo cual relaciona de algún modo al tatuaje con una conducta criminal.

Clasificación

Los tatuajes pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Según su finalidad
 - Traumáticos: Consiste en la implantación traumática en la dermis de elementos tales como asfalto, grafito, vidrio y metales.
 - Cosméticos: Utilizados como alternativa del maquillaje convencional para delinear ojos, labios o cejas a través de un dermógrafo.

- Médicos o terapéuticos: Realizados en dermatografía en las etapas finales de cirugías reconstructivas y en el campo de la radioterapia.
 - Decorativos o permanentes: Le confieren al individuo un rasgo distintivo por determinadas creencias culturales, religiosas o sociales.
 - Temporales.
- Según su temporalidad
 - Temporales: Se aplican superficialmente depositando el pigmento sólo sobre el estrato córneo. Habitualmente son realizados con henna, un pigmento natural que tiñe la piel de un color marrón rojizo y que se elimina al cabo unas semanas por el proceso fisiológico de renovación cutánea.
 - Permanentes: Son aquellos para cuya técnica es necesaria el uso de agujas intradérmicas que depositan los diversos pigmentos en la dermis.
- Según el tatuador
 - No profesionales: Realizados por personal no cualificado, habitualmente bajo escasas condiciones de higiene. Como pigmento suelen utilizar tinta china, carbón vegetal o cenizas y un alfiler o aguja de coser como instrumento.
 - Profesionales: Utilizan máquinas profesionales, cuentan con gran calidad artística y profusión de detalles. Deben realizarse

bajo estrictas condiciones de salubridad en establecimientos exclusivamente habilitados para tal fin.

Tintas y pigmentos

Las tintas son líquidos que contienen pigmentos y aditivos en suspensión. Un pigmento es una materia colorante que proporciona un tono específico y que se caracteriza por ser insoluble en el medio en el que es depositado, por lo cual colorea por dispersión. Pueden ser de naturaleza inorgánica (sales de metales) u orgánica y son mayormente considerados inertes.

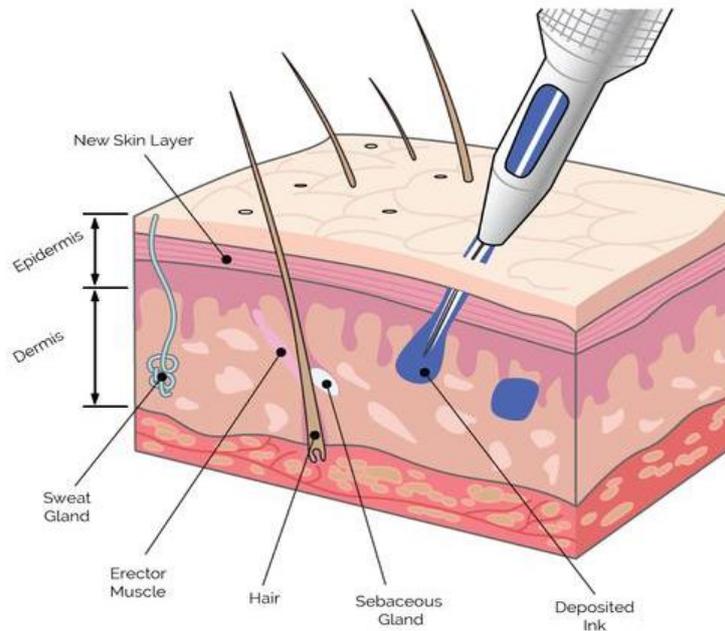
Antiguamente se utilizaban pigmentos inorgánicos que contenían metales pesados como el mercurio, cadmio o cromo. En la actualidad, dos pigmentos inorgánicos que continúan en uso son el negro carbón para los tatuajes negros, que comprende principalmente partículas amorfas de carbono, y el dióxido de titanio para reducir la intensidad del color; éste ha sido catalogado como posible carcinógeno para los seres humanos. Los pigmentos orgánicos son aquellos obtenidos por síntesis química y poseen todo el espectro de la gama de colores, brindando tonos más brillantes que los pigmentos inorgánicos.

Procedimiento del tatuaje

La disposición del pigmento en piel se realiza a través de un proceso de micropunciones utilizando agujas sólidas. Los instrumentos utilizados incluyen dispositivos con múltiples y delgadas agujas que depositan la tinta por atracción capilar, son mayormente accionadas en un movimiento de vaivén longitudinal con la fuerza de perforación hacia abajo. La profundidad y frecuencia de penetración varían en función de la máquina y el operador.

En la actualidad la concentración de pigmento por cm² es de 0,60 a 9,42 mg y depende del tamaño de los cristales, la concentración aplicada a la superficie de la piel, la intensidad de color deseada y el tipo de tatuaje. La

cantidad de pigmento que finalmente se retiene en la piel depende del tipo de tinta, el operador, y la máquina utilizada. La aguja vibrante puede ser más destructiva, sobre todo a la membrana basal.



Fisionomía de la piel donde se coloca la tinta. Fuente: Ordóñez P. S., (2015). Tatuajes: riesgos de su aplicación y consecuencias en los procedimientos diagnósticos y/o terapéuticos.

Ante la presencia de este material extraño el cuerpo reacciona en forma de una reacción inflamatoria para lograr su degradación. Este proceso dura toda la vida y las reacciones pueden producirse por hipersensibilidad a los pigmentos del tatuaje en un lapso de tiempo variable.

Aspectos macroscópicos

Cada punción produce la ruptura de los capilares superficiales, creando una película delgada de sangre en la superficie de la piel. La ausencia de trastorno hemostático produce un sangrado de moderada cantidad el cual se detiene rápidamente. Aparece desde el principio del tatuaje una reacción inflamatoria. Al final de la sesión, la piel tatuada resulta eritematosa y edematosa, y los orificios pilosos se dilatan en la zona del tatuaje.

La respuesta inflamatoria dura sólo unas pocas horas. El edema da paso a eritema e induración. La recuperación suele demorar entre dos o tres semanas. A lo largo de la vida el tatuaje sigue evolucionando: los bordes se difuminan y los colores se desvanecen. Esto es debido a la fagocitosis progresiva de pigmentos por los macrófagos que luego migran y se depositan en los ganglios linfáticos locorreregionales. Los macrófagos restantes se dispersan a la periferia del tatuaje causando la difusión aparente del pigmento y de los bordes menos definidos.

Aspectos microscópicos

La histología del tatuaje se define como el depósito de pigmento entre la dermis y los haces de colágeno con migración de pigmentos a los vasos linfáticos.

Respecto a la curación, se ha podido determinar que en humanos, el tiempo de es de aproximadamente 15 días. El trauma ocasionado por las agujas es muy rápido y produce necrosis e inflamación epidérmica que mejora al tercer día y desaparece por completo en el día siete.

Durante la cicatrización de heridas, las capas epidérmicas son eliminadas de forma gradual. Existe hiperplasia epidérmica y exudado en el sitio de las perforaciones antes de la curación. En la dermis, se observa edema tisular no específico en cuanto las agujas perforan la tinta en la piel y ésta se deposita.

Es importante reconocer la posibilidad de perjuicio. Se engloba dentro de este concepto la acción de un factor externo que afecte la estructura anatómica o que determine cambios en la morfología tanto interna como externa del organismo humano o que le provoque un detrimento en la salud en el aspecto psíquico, somático o funcional.

Estilos de tatuaje

- *Tradicional:* Es un estilo muy antiguo de tatuaje que tiene sus comienzos a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. La

composición de estos tatuajes es intencionadamente básica. Se ven colores monocromáticos, sólidos, líneas gruesas y una simpleza característica del estilo.



Tatuaje tradicional. Fuente: Estilos de tatuaje: tradicional, (2019). Tattoo filter.

- *Neo-tradicional:* Incorpora ciertos elementos que aportan mayor complejidad, aunque presenta características del “old school”. Se observa un aumento en el uso de sombras y relieves. Se amplía la paleta de colores llegando a tonos intermedios de colores que en este caso ya no se mantienen monocromáticos.



Tatuaje neo-tradicional. Fuente: Tatuajes neo tradicionales exquisitos cuya perfección te fascinará, (2018, 27 de septiembre). Casa & diseño.

- *New school*: Inspirado en la cultura grafiti, estos tatuajes se expresan como obras caricaturescas. Los contrastes son muy altos y la paleta de colores es muy amplia.



Tatuaje new school. Fuente: Diseños new school, historia y característica, (s.f). Belagoría, la web del tatuaje.

- *Puntillismo/ dot work*: Su composición se basa en líneas y puntos en negro. Estos puntos, distanciados en mayor o menos medida, crean el efecto de sombra que dan relieves y volumen a los diseños.



Tatuajes en puntillismo. Fuente: Descubriendo el dotwork: tatuajes con puntillismo, (s.f). Mini Tatuajes.

- *Realismo/ black and grey*: Su intención principal es retratar imágenes con la mayor exactitud posible. La composición de las sombras en negro y el uso de los brillos en blanco generan altos contrastes que aportan mayor grado de realismo a estas obras.



Tatuaje black and grey. Fuente: Black and Gray, (2016, 17 de mayo). El arte de la piel.

- *Geométricos*: Pueden ser negros o a color. Consisten en diseños realizados con líneas y formas geométricas simples. Tienen influencia de culturas indígenas, símbolos espirituales y tribales, de la naturaleza y la arquitectura y de la alquimia.



Tatuaje geométrico. Fuente: tatuajes geométricos: un estilo en auge, (s.f). Avant Garde.

- *Estilo oriental/ tradicional japonés:* Los tatuajes con fines decorativos en Japón inician en el período Yayoi (300 a. C.-300 d. C.) y en el período Kofun (250–538 d. C.) adquiriendo una connotación negativa. Entre los diseños más comunes se incluyen las flores de loto, los dragones y peces koi.



Técnica oriental. Fuente: Estilo japonés, (2020, 9 de marzo). Viking-Ink.

HIPOTESIS

- **General**

“La extensión del daño será de igual magnitud para el común de los tatuajes”

- **Específicas**

“Los tatuajes afectados por el agente físico ofrecerán un mayor valor identificativo que aquellos perjudicados por los agentes químicos”

“La tinta roja presentará menor durabilidad que la tinta de color negro”

“El tatuaje confeccionado con máquina profesional sufrirá un daño menor que el “tumbero” luego de ser ambos sometidos a la acción del fuego”

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo adjunta el procedimiento llevado a cabo durante las dos etapas de la experimentación; se brinda inicialmente una descripción detallada por escrito, y posteriormente a través de una línea temporal fotográfica precisando lo sucedido en cada una ellas.

Al final del mismo se observan ocho cuadros comparativos donde se plasman las características macroscópicas de las lesiones halladas sobre los tatuajes luego de verse afectados por los agentes físicos y químicos.

METODOLOGÍA

Para llevar a la práctica la experimentación del presente trabajo se recurrió al empleo de un cerdo vivo, debido a que para que se produzca el correcto asentamiento de la tinta y cicatrización de la misma, es necesario que el ejemplar se encuentre con vida. Éste fue facilitado por el propietario de un campo dedicado a la crianza de animales de granja para la venta, con el completo conocimiento y consentimiento de la prueba.

Se estructuró en dos etapas. La primera consistió en la ejecución de los tatuajes y se desarrolló el día 9 de octubre del 2021 en la estancia “San Carlos”, situada en Pavón, partido de General Lavalle en la provincia de Buenos Aires.

Se comenzó sedando al cerdo con una dosis 0,3 ml de tranquilizante de uso veterinario marca “Acedán” de laboratorios Holliday; en principio se realizó una división axial del animal y se afeitaron con una máquina inalámbrica de cortar cabello las áreas corporales a tatuar. Luego de higienizar y esterilizar el sector

izquierdo con alcohol etílico al 70 %, se confeccionaron empleando la técnica “freehand” o mano alzada tres tatuajes en los planos anatómicos mencionados en los objetivos, es decir, sobre superficie ósea (extremidad), zona blanda (abdomen) y muscular (muslo). Se procedió de la misma manera en el sector derecho. Esto se efectuó en pos de describir y comparar las características y extensión del daño según el agente causante.

Seguidamente variando el elemento de ejecución se procedió al siguiente paso; se realizaron en total dos tatuajes, uno con la máquina profesional, y el otro con aguja de coser y tinta china (técnica vulgarmente conocida como “tatuaje tumbero”). Posteriormente se cotejaron las particularidades de cada uno, y se observaron las diferencias de perdurabilidad de acuerdo a la penetración de los mismos.

El tercer paso constó de la aplicación de dos tintas diferentes: una de color rojo y otra negra. Se aplicó el mismo diseño, modificando únicamente el pigmento utilizado; ésta variación tuvo como objetivo analizar el grado de alteración de los tatuajes luego de ser sometidos al agente químico. Se finalizó cubriendo con papel film las áreas tatuadas para evitar posibles infecciones cutáneas, pues el animal continuó permaneciendo al aire libre.

Por el reducido tamaño del cuerpo los diseños escogidos fueron estrellas de 1 cm de diámetro para aquellos realizados con la máquina profesional, y un cuadrado de igual medida para el tatuaje “tumbero”. Como estilo fue elegido el *minimalismo* debido a su popularidad y frecuente uso en la actualidad.

El día 23 de octubre del mismo año se procedió con la segunda etapa de la práctica sobre el ejemplar sin vida, es decir, con el uso de los agentes químicos y físicos. Tuvo lugar en la misma estancia ya que era de carácter imprescindible llevarla a cabo en un espacio abierto. Previo a la manipulación de las variables, se afeitaron con una máquina descartable las zonas anteriormente tatuadas para obtener una mejor visualización de los diseños ya cicatrizados.

El sector izquierdo del cuerpo a su vez dividido en dos secciones fue dispuesto sobre dos fuentes metálicas que alojaban en su interior un álcali, habiendo optado en esta ocasión por la utilización de soda cáustica al 29 % y un

ácido, en este caso, clorhídrico al 19 %. Éste permaneció allí durante 30 minutos cubierto con un nylon transparente pudiendo advertirse casi al culminar el segundo período de tiempo establecido un aumento de la temperatura circundante debido a la reacción exotérmica generada por la interacción entre la soda cáustica y el ácido clorhídrico.

El sector derecho, sometido al agente de naturaleza física, fue colocado sobre una parrilla metálica que se encontraba sobre el fuego también durante diez minutos. Si bien inicialmente se había estimado un lapso de 30 minutos, el notable deterioro del cuerpo obligó a retirarlo del mismo antes de lo estipulado.

El descarte de los residuos líquidos se hizo a través de las cañerías del recinto dejando correr suficiente agua. En cuanto al material sólido, fue destinado al hospital más cercano (Hospital de Mar de Ajó) y desechado como "material biológico". Ambas prácticas se efectuaron tomando los recaudos y medidas de seguridad para la manipulación de sustancias/elementos peligrosos y fueron documentadas fotográficamente.

Una vez concluidas las dos fases, se desarrolló el análisis y comparación de datos. Se tuvieron en cuenta como variables: 1) La extensión del daño. 2) La permanencia de los tatuajes. 3) Características visibles (organolépticas).

Insumos utilizados:

Para el tatuaje

- Ejemplar de cerdo
- Sedante
- Alcohol etílico al 70 %
- Gasas
- Máquina de cortar cabello
- Máquinas descartables de afeitar
- Fuente de electricidad
- Máquina profesional de tatuajes
- Aguja y puntera descartables

- Tintas permanentes roja y negra
- Tinta china
- Aguja de coser
- Papel Film
- Guantes de nitrilo

Para quemaduras

- Soda caustica líquida al 29%
- Ácido clorhídrico al 19%
- Leña
- Parrilla metálica
- Fuentes metálicas
- Nylon transparente
- Elementos de bioseguridad: Máscara buco-nasal, antiparras, guantes de nitrilo
- Cámara fotográfica

ANÁLISIS DE DATOS

PRIMERA ETAPA: 9 de Octubre del 2021

INSUMOS



Fuente de energía.



*Tintas vegetales marca "Sailor Ink"
(industria nacional).*



Puntera y aguja descartables.

- 1. Comienzo de la ejecución de los tatuajes posterior a la limpieza del cuerpo del animal con gasas esterilizadas y alcohol etílico al 70 %. Se hizo uso de la máquina profesional utilizando guantes de nitrilo.*



• **SECTOR DERECHO**

2. *Tatuaje de la izquierda confeccionado con máquina y el de la derecha con aguja y tinta china ("tumbero").*



3. *Vista ampliada (cicatrizados).*



4. *Tatuaje ubicado en extremidad superior.*



5. *Tatuaje en el muslo. La presencia de manchas en la piel dificulta la visualización del diseño.*



• **SECTOR IZQUIERDO**

6. *Tatuaje de la izquierda realizado con tinta negra, el de la derecha con tinta roja. Se aprecia enrojecimiento del tejido periférico.*



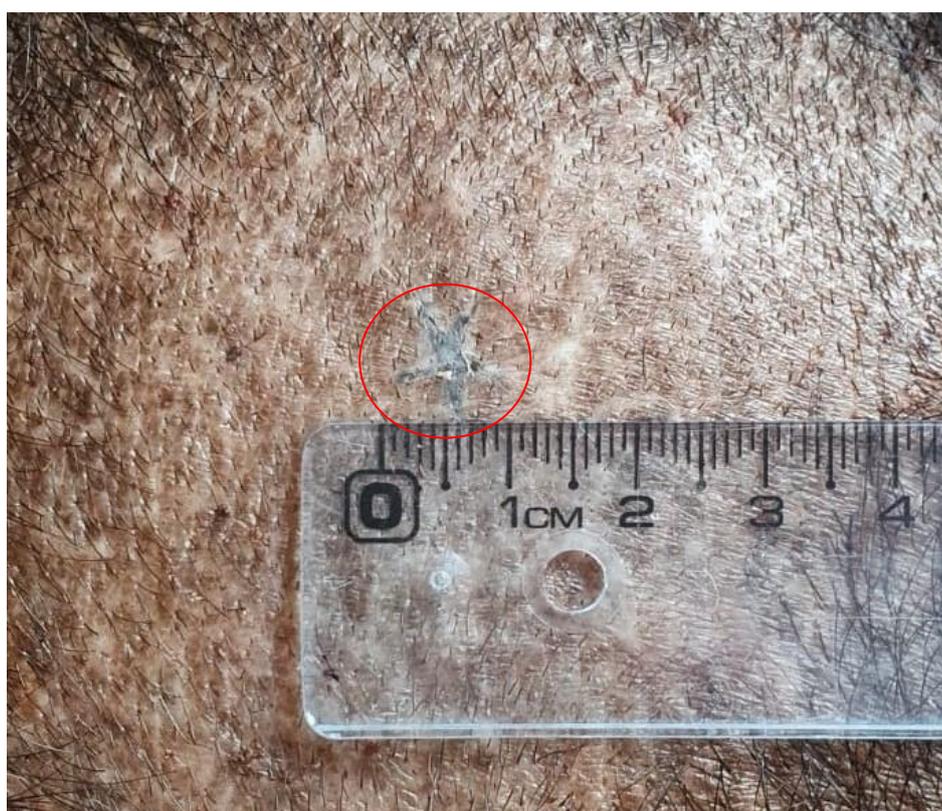
7. *Extremidad superior.*



8. *Tatuaje situado en el abdomen.*



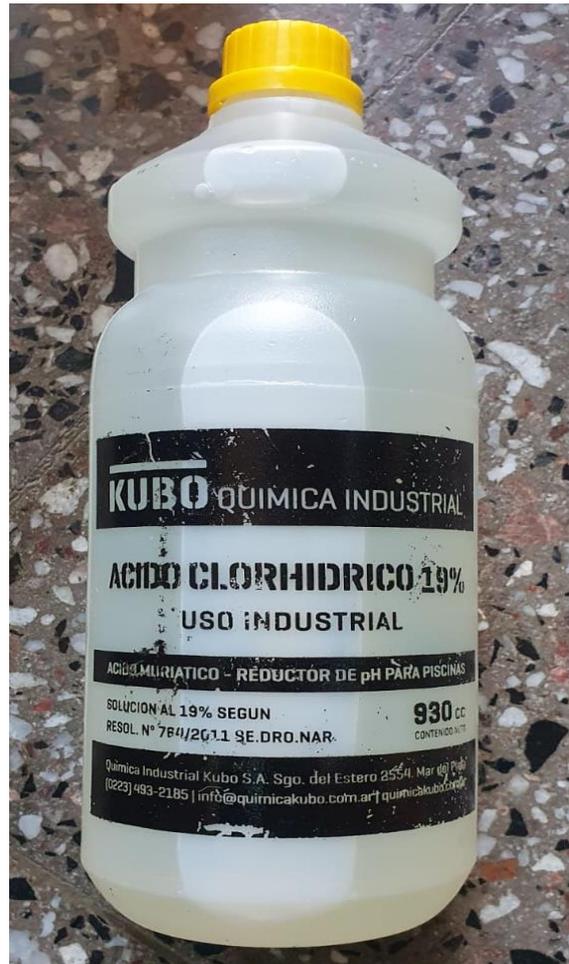
9. *Medición con regla.*



SEGUNDA ETAPA: 23 de Octubre del 2021

• **AGENTES QUÍMICOS**

10. Soda caustica al 29 % y ácido clorhídrico al 19 % de 930 CC.



PRIMER PERÍODO DE 15 MINUTOS

11. Se observan bordes irregulares y leve contraste con la piel. La tinta roja, sin embargo, presenta más brillo y denota una cicatrización más uniforme.



12. *Extremidad superior. Permanece intacto.*



13. Zona abdominal.



SEGUNDO PERÍODO DE 15 MINUTOS

14. La tinta roja continúa presentando mayor contraste con la piel, la cual se tornó más oscura.





15. *Extremidad superior.*



16. Zona abdominal.



• AGENTE FÍSICO

17. Vista panorámica del animal depositado sobre la parrilla metálica.



18. *Tras permanecer expuesto al fuego durante 10 minutos, se pudo observar un profundo y extenso detrimento de la piel con pérdida completa de pelaje que resultó en una desaparición total de los tatuajes.*



19. *Carbonización profunda que produjo apertura de la cavidad abdominal con salida de vísceras. Pérdida de visibilidad de los tatuajes.*



CUADROS COMPARATIVOS

Los siguientes cuadros comparativos describen individualmente la evolución a través del tiempo de cada tatuaje, discriminándolos según el sector y el área del cuerpo en la que se encuentran y el tipo de tinta empleada. Sólo representan el sector afectado por el agente químico, ya que es el único en el que fue posible visualizar las alteraciones sufridas por los tatuajes a lo largo del proceso.

TATUAJE Nº1	15 minutos	30 minutos
SECTOR IZQUIERDO EXTREMIDAD SUPERIOR TINTA NEGRA	Opacidad. Mediana nitidez, permite su visualización. Pelaje permanece intacto. Mínima aclaración de la piel.	Pérdida de pelaje a parches. Despigmentación e irritación generalizada de la piel. Aumento de brillo y contraste.

TATUAJE Nº2	15 minutos	30 minutos
SECTOR IZQUIERDO ABDOMEN TINTA NEGRA	Coloración grisácea. Contraste con la piel casi inexistente.	Enrojecimiento de la piel. Oscurecimiento de la tinta. Aumento de brillo y contraste.

TATUAJE Nº3	15 minutos	30 minutos
SECTOR IZQUIERDO MUSLO TINTA ROJA	Bordes no delimitados. Buen contraste con la piel. Brillo irregular. Enrojecimiento periférico.	Expansión de la tinta. Leve cambio en la morfología. Aumento del contraste. Aparición de relieve.

TATUAJE Nº 4	15 minutos	30 minutos
SECTOR IZQUIERDO MUSLO TINTA NEGRA	Forma imperceptible. Escueta visualización. Coloración grisácea.	Incremento del brillo y contraste. Mejor delimitación de bordes.

CAPÍTULO III. REVISIÓN DE DATOS Y CONCLUSIONES

Esta sección comprende el cotejo de los conceptos contenidos en el marco teórico con lo expuesto anteriormente en la metodología. Se incluyen además las conclusiones a las que se arribaron luego de contraponer lo observado con lo extraído de la bibliografía disponible.

DISCUSIÓN DE DATOS

Según Dupuytren, cada tipo de quemadura puede ser clasificada según la respuesta generada por la región afectada ya que cada una presenta signos que permiten identificarlas casi de forma instantánea. Lo mismo sucede con la clasificación de acuerdo al agente productor, pues conforme su naturaleza, las lesiones varían considerablemente.

Por consiguiente, es correcto afirmar que las quemaduras pueden ser identificadas según el agente causante a partir de las singularidades halladas en dichas lesiones; de modo que, teniendo en cuenta que en las quemaduras ocasionadas por el fuego y la consecuente carbonización de los tejidos que pudieron contemplarse durante la experimentación se evidencian las características indudablemente correspondientes a las quemaduras de carácter físico, es correcto ratificar lo previamente expuesto.

En cuanto a las quemaduras químicas, éstas son consideradas las más destructivas ya que causan una profunda desorganización de los tejidos tanto

externos como internos. Si bien las consecuencias varían de acuerdo a la constitución química de la sustancia, las lesiones resultantes son fácilmente distinguibles. Al tratarse de una investigación en el cual conocemos la naturaleza de la sustancia a emplear, no fue necesario recurrir a un diagnóstico químico. En este caso en particular, no se pudo observar ningún tipo de lesión en la capa superficial de la piel, por ende los tejidos internos no sufrieron daño alguno. Esto no coincide con las particularidades a hallar según las fuentes bibliográfica; sin embargo, es de gran importancia tener en cuenta que en el presente trabajo el uso de la soda cáustica y el ácido clorhídrico se efectuaron sobre el ejemplar sin vida, con lógica imposibilidad de reacciones meramente vitales como lo son la formación de escaras y la coagulación proteica.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito describir el comportamiento de los tatuajes luego de ser sometidos a la acción de dos tipos de agentes productores de quemaduras y determinar así su valor identificativo.

Siguiendo la línea de lo comprendido en el marco teórico y lo evidenciado en la experimentación, es correcto afirmar que los tatuajes constituyen un elemento de identificación más o menos valioso dependiendo lógicamente del grado de deterioro de los tejidos pero también de ciertos factores que repercuten directamente en su resistencia.

El enfoque de los objetivos principales fue el de analizar la efectividad del método de individualización a través de tatuajes una vez expuestos a las situaciones previamente enumeradas; luego de una detallada evaluación de los resultados puede afirmarse que en el caso de los tatuajes afectados por las sustancias cáusticas, éstos posibilitan su identificación puesto que no sólo conservaron su morfología, sino que también alcanzaron aún más nitidez que en un inicio. La destrucción de los tejidos tanto externos como internos del sector perjudicado por el fuego no permitió evaluar dicha efectividad.

De acuerdo con los objetivos específicos, en primera instancia, pudo determinarse en cuanto a la verificación de la resistencia al daño según el tipo de tinta utilizada, tal como se observa en las imágenes adjuntas en la metodología, que la tinta de color rojo evidenció una mejor persistencia que la de color negro; si bien se utilizaron dos tintas de igual marca y composición, el pigmento contenido en la roja conllevó a un mejor acabado de la misma.

Respecto a si el tatuaje realizado con máquina profesional ejerce una mayor penetración que el "tumbero" esto **no** pudo ser precisado debido a que los tatuajes en el sector derecho sufrieron un significativo menoscabo impidiendo su observación.

En torno a la evaluación del carácter de permanencia de los tatuajes luego de someter la piel a distintos tiempos de exposición al agente físico, no pudo ser llevada adelante ya que al cabo de diez minutos el cuerpo debió ser apartado de las llamas. Finalmente, la distinción de los tatuajes según el área del cuerpo sólo pudo ser determinada en el sector afectado por los agentes químicos gracias a su conservación. Al momento de ser ejecutados los tatuajes se produjo una mejor absorción de la tinta en la zona del abdomen en comparación con los ubicados en las extremidades; esto se demostró luego de la experimentación, debido a que los tatuajes situados en el sector medio del cuerpo acabaron prácticamente inalterados.

Como hipótesis general se planteó que el daño sería de igual magnitud (calculada según la extensión corporal afectada) para el común de los tatuajes realizados en la primera etapa de la experimentación; esto es **negativo**, debido a que el sector afectado por el fuego resultó completamente deteriorado, denotando los signos típicos de una carbonización. En consecuencia, la visualización de los tatuajes no fue viable. Por otro lado, el sector izquierdo del cuerpo permaneció casi intacto.

Seguidamente se distinguieron tres elementos fundamentales a analizar. Inicialmente, respecto al agente causante, se concluyó que las sustancias cáusticas **contrariamente** a lo estimado en las hipótesis ocasionaron menor deterioro que el agente físico; la despigmentación de la piel y la pérdida de pelaje

permitieron identificar los dos tatuajes, que se mantuvieron en perfectas condiciones. Al mismo tiempo pudo determinarse que la tinta roja, debido a su composición, adquirió más brillo que la de color negro, manifestando al mismo tiempo mayor durabilidad y permanencia. En alusión a las técnicas empleadas para plasmar los tatuajes, no se puede afirmar nada ya que resultó en una carbonización total, lo que imposibilita analizar el daño ocasionado sobre los diseños.

En base a estas conclusiones, si bien en esta oportunidad los resultados arrojados permitieron responder al principal problema de investigación, se considera pertinente recomendar la reiteración de experimentaciones de este tipo incorporando nuevas variables, siendo que en esta oportunidad se limitó a la manipulación de dos tipos de agentes causantes y tintas de origen vegetal. Se sugiere la implementación de pigmentos de diferente naturaleza y otros estilos de tatuajes, así como también una variación en los tiempos de cicatrización de los mismos; de esta manera se ampliará el abanico de posibilidades al momento de pretender determinar cuestiones tales como el agente causante y la antigüedad del tatuaje.

A juzgar por el continuo avance de la tecnología resulta imprescindible para el perito familiarizarse con la práctica del tatuaje y sus implicancias, además de mantenerse al tanto sobre el surgimiento de nuevas técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

Carbajosa Martínez J., (2009). Efectos indeseables de la aplicación de piercings y tatuajes. *Dermatología Rev Mex*.

Cartagena Pastor J M *et al.*, (2016). *Manual de medicina legal para juristas 1º edición*. Editorial Ortega.

Carter Daniel W., (2020). *Burns*. Tufts University School of Medicine.

Domínguez Bernal F *et al.*, (2012). *Higiene industrial*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Gisbert Calabuig, JA, Villanueva, E., (2004): *Medicina Legal y Toxicología* (6ª edición). Barcelona, Editorial Massón.

González Ciani N., (2013). *Conocimientos que posee sobre los riesgos a los que se expone la población que practica el arte del piercing y los tatuajes*. Universidad Abierta Interamericana de Rosario.

Guzmán, C. A., (2008) *Manual de criminalística*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Editorial La Rocca.

Herrera, N., (2020). *Estilos de tatuajes. Cómo aprender a tatuar*.

Hernández Méndez V A., (2010). *Lesionología. Criminalística.mx*.

Islam PS, Chang C, Selmi C, Generali E., (2016). Medical Complications of Tattoos: A Comprehensive Review. *Clin Rev Allergy Immunol*.

Kluger N *et al.*, (2011). Les tatouages: histoire naturelle et histopathologie des réactions cutanées. *Ann dermatol et vénéréo*.

Mataix J, Silvestre J.F., (2009). Reacciones cutáneas adversas por tatuaje y piercings. *Actas Dermo-sifilogr*.

Otero M, Hermida MD, Rodríguez Rivello G, Giovanna Della P, García SM, Cabrera HN., (2006). Tatuajes: revisión. *Arch Argent Dermatol*.

Patitó, J. A., (2012) *Medicina Legal* (2ª edición). Editorial Akadia.

Real Academia Española, (2017). Definición de estigma. *Diccionario de la Lengua Española 23 Edición del tricentenario*.

Real Academia Española, (2017). Definición de tatuar. *Diccionario de la Lengua Española 23 Edición del tricentenario*.

Sánchez J.A, & Robledo, M.M., (2008). Cadáveres quemados: estudio antropológico-forense. *Cuadernos de medicina forense*. (53-54), 269-276.

Sánchez, J.A. Pera, F., (2017). *Lesiones por agentes físicos y químicos*. Universidad Complutense de Madrid.

Sánchez Llerena P., (2020). *Accidente por derrame de material incandescente y quemadura de tercer grado en el tobillo izquierdo de un trabajador de la fábrica Cemento Chimborazo de la ciudad de Riobamba en el período 2018*. [Tesis de maestría, Universidad central del Ecuador].

Serup J, Kluger N, Bäumlér W, Itin P, Jemec GBE., (2015). Tattooed Skin and Health. *Curr Probl Dermatol*.

Serup J, Carlsen KH, Sepehri M., (2015). Tattoo complaints and complications: diagnosis and clinical spectrum. *Curr Probl Dermatol*.

Top differences between human and animal skin, (2020, 4 de Marzo). *Genoskin*.

Valle L E., (2006). Tatuajes y "piercing". *Rev Argent Dermatol*.

Zubirán S., (2011). *Manual de terapéutica médica y procedimientos de urgencias* 6^o edición. Editorial McGraw Hill.