



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**CAMBIOS MORFOESTRUCTURALES DE LOS ÓRGANOS  
DENTARIOS SOMETIDOS A ALTAS TEMPERATURAS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**P R E S E N T A:**

**PAOLA BUSTAMANTE ZENDEJAS**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**MTRO. OSCAR MANUEL HERNANDEZ QUIROZ**

**ASESORA:**

**CD. ESP. ANGÉLICA ESPINOZA RODRÍGUEZ**



**CDMX, Marzo de 2018.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

Introducción	4
Marco Teórico	6
I.    Antecedentes	6
II.   Odontología	10
II.I Odontología Forense	10
III.  Generalidades de los órganos dentarios	14
III.I Tipos de dentición	16
IV.   Comportamiento de los órganos dentarios a las altas temperaturas	18
Planteamiento del problema	29
Hipótesis	30
Objetivos	30
Material y muestra	31
Tipo de estudio	31
Muestra	31
Variables	32
Técnica	34
Resultados	38
Discusión	67
Conclusiones	71
Referencias Bibliográficas	72
Anexos	80

## DEDICATORIA

*A las personas que me dieron la vida, Irma G. Zendejas Tamayo y Porfirio G. Bustamante Sánchez, mis palabras no son suficientes para darles las gracias, por ser incondicionales, por nunca dejar de creer en mí, por ser una pieza fundamental para alcanzar lo que hasta ahora he logrado, por su apoyo y no dejar que me rinda nunca.*

*A mi hermano, Alonso Bustamante Zendejas, gracias por las enseñanzas y todo el apoyo que me ha brindado, incluyendo el de este trabajo.*

*A mi familia, Bustamante Zendejas, gracias a todos por sus palabras, consejos y brindarme su apoyo, en especial aquellos que confiaron en mí y me ayudaron como pacientes, gracias por creer en mí.*

*A mis amigos por todas las vivencias, tanto buenas como malas, por todo el apoyo y confianza brindados en mi vida profesional y personal.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, es un orgullo poder pertenecer a esta casa de estudios.

Al Mtro. Oscar Manuel Hernández Quiroz por brindarme su confianza, compartir sus conocimientos y por el gran apoyo en la elaboración de este trabajo.

A la C.D. Esp. Angélica Espinoza Rodríguez por todo el apoyo y valiosa colaboración en la realización de este proyecto.

A la C.D. Esp. Sandra Mayorga Ladrón de Guevara, C.D Esp. Blanca Estela Pablo Gopar y al Mtro. Alejandro Córdova Cárdenas por sus observaciones y sugerencias para mejorar este trabajo.

Al Dr. Eloy Solano Camacho por el apoyo recibido para la realización de este trabajo.

## INTRODUCCIÓN

La odontología como ciencia nos brinda un gran conocimiento que puede ser usado no solo en el ámbito de la prevención y la clínica, sino que puede ser un pilar en el ámbito legal. La odontología forense nos ayuda a la identificación de un cadáver, estimación de edad, huellas de mordedura, entre otros, para la impartición de justicia.

Con la realidad actual que se vive en México, se necesita comprender la importancia de esta disciplina en el ámbito de justicia, donde la aplicación de la odontología es de gran interés en los casos de cadáveres con alto grado de destrucción de tejidos, ya sea por carbonización o por otros medios, en estos casos la identificación por medios habituales, como por ejemplo el uso de las huellas dactilares, es completamente imposible. Existen numerosos casos de personas desaparecidas en el país y muchas de ellas sin ser identificadas debido a las condiciones en las que son encontradas, un ejemplo de esta realidad es el ya muy conocido y controversial caso de los 43 normalistas de Ayotzinapa, donde la verdad histórica de los hechos nunca se pudo comprobar.

Cuando un cadáver es carbonizado pierde numerosas características, por lo que la intervención de las diversas disciplinas como Antropología, Medicina, Genética, etc. se debe realizar de una manera más integrada y con un mayor cuidado debido a la fragilidad de los restos. El odontólogo forense juega un rol de suma importancia debido a la resistencia y protección con la que cuentan los órganos dentarios, lamentablemente no existe demasiada información acerca de este

tema, ni del comportamiento que presentan los órganos dentarios para así poder corroborar la mecánica de los hechos ocurridos en la comisión de un delito.

El presente estudio ayudará a recordar la importancia de la Odontología en el ámbito legal, debido al valor y relevancia que tiene la aplicación de los conocimientos odontológicos en aras de conocer la verdad histórica de los hechos de un presunto hecho delictivo, dónde ayudará en específico a responder una de las interrogantes de oro de la Criminalística; el ¿Cómo?. Esta interrogante es primordial para las instituciones de procuración de justicia a la hora de rendir cuentas ante la sociedad y más en los casos donde los cuerpos humanos han sido desintegrados por la acción del fuego. Los órganos dentarios cumplen un rol fundamental en las investigaciones de este tipo, debido a la gran resistencia que presentan a la exposición del fuego para así relacionar los cambios producidos y poder establecer en retrospectiva el rango de temperatura a la que el cuerpo humano fue sometido, con el fin de conocer las circunstancias que rodean el evento que se investiga.

## MARCO TEÓRICO

### I. ANTECEDENTES

El origen de la Odontología Forense se remonta al año 49 A.C. cuando el Emperador de Roma; Claudio se divorció de su tercer esposa Lollia Paulina y se casó con su sobrina Agripina, madre de Nerón. Está al no sentirse segura mando asesinar a Lollia y ordeno que le trajeran su cabeza, para poder reconocerla, le separo los labios y observo un defecto que tenía en los dientes. Este caso fue reportado por Dion Sessiu 150 años después de la muerte de Nerón. <sup>(1)</sup>

El primer caso de identificación por medios odontológicos del que se tiene registro fue reportado por Graves; Carlos el Temerario duque de Borgoña e hijo de Felipe El Bueno el cual resultó muerto en la Batalla de Nancy en 1477. <sup>(2)</sup>

En 1879 Napoleón IV fue asesinado por los zulúes en África del Sur. Su cadáver pudo ser identificado gracias a un odontólogo.

El primer caso de identificación odontológica en un desastre producido por la acción del fuego reportado en la literatura científica es el presentado por el Dr. Oscar Amoedo en 1897 ante el Congreso Médico Internacional de Moscú y posteriormente publicado en la revista Dental Cosmos con el nombre de "*Función de los dentistas en la identificación de las víctimas de la catástrofe del bazar de la caridad*", ocurrido el 4 de mayo del mismo año en Paris. Los 30 cuerpos que resultaron quemados y fueron identificados por métodos odontológicos y concluye

en este informe la necesidad de establecer un sistema internacional de trazo uniforme de diagramas de la dentición y una sola nomenclatura. <sup>(3)</sup>

El Bazar de la Caridad era un establecimiento que funcionaba en París desde 1885, apoyado por la burguesía y la aristocracia francesa con el objeto de recaudar fondos con fines sociales. En 1897 se construyó de madera y telas, con techo de cartón embetunado presentaba como novedad en aquel año un cinematógrafo, siendo las cuatro y media de la tarde, Bellac -maquinista del cinematógrafo- se dispuso a rellenar de éter una lámpara y al encenderla con una cerilla se inflamaron los vapores del éter y en unos instantes, las cortinas, la madera y el cartón embetunado ardieron pavorosamente, hubo 126 muertos y más de 200 heridos, los cadáveres se llevaron al Palacio de la Industria para ser reconocidos, pero muchos de ellos estaban completamente destrozados, entonces el cónsul de Paraguay, Sr. Albert Hans, tuvo la idea de llamar a los dentistas más importantes de París para que ayudaran en la identificación, a este llamado acudieron Amoedo, Burt, Brault, Davenport, Ducourneau, Godon y algunos más.

Amoedo publica en 1898 el que sería el primer libro de Odontología Forense con base en su experiencia en la catástrofe del Bazar de la Caridad en el cual muchos de los conceptos de identificación dental fueron empleados en dicho evento, El libro "*L'art dentaire en médecine legale*", consta de 600 páginas con capítulos sobre la anatomía dental, huellas de mordida, efectos químicos en los dientes, lesiones traumáticas, dientes después de la muerte y jurisprudencia dental, donde el autor llama la atención sobre la necesidad de sistemas de nomenclatura dental

modificados y el ejercicio activo de los profesionales de la Odontología dentro de las cuestiones judiciales y forenses. <sup>(4)</sup>

En 1870 en Estados Unidos, Ansil L. Robinson fue acusado de asesinato, tres odontólogos identificaron a Robinson como el único culpable de haber mordido a la víctima, pero el alegato de que los modelos no replican exactamente una boca fue aceptada por el jurado y Robinson fue exonerado. Esto origino el primer documento oficial acerca de la presentación de evidencias acerca de huellas de mordedura en un juicio. <sup>(5)</sup>

La odontología forense fue reconocida como ciencia autónoma en el primer Congreso de Medicina Legal, Odontología Legal y Criminología en Septiembre del año 1946 en la Habana, Cuba. <sup>(6)</sup>

En México la primera identificación realizada por registros odontológicos fue en el año 1949, el cuerpo de Alfonso Ramos Millán fue encontrado en las faldas del volcán Popocatépetl, al fallecer en un accidente aéreo. En 1971 se comienza con la creación de departamentos especializados para identificación humana, bajo el mando de Sergio García Ramírez y Luis Rafael Moreno González, pero fue hasta 1974 que se crea el departamento de Odontología Forense, adscrito al Servicio Médico Forense del Distrito Federal, el cual permanece hasta la actualidad en las instalaciones del Instituto de Ciencias Forenses. <sup>(7)</sup>

También cabe mencionar el desarrollo de la formula química que permite la rehidratación de tejidos blandos presentes en cadáveres momificados y la reversión de procesos de putrefacción con fines de identificación forense para

poder determinar la causa de muerte realizada por el Estomatólogo Forense  
Alejandro Hernández Cárdenas. <sup>(8)</sup>

## II. ODONTOLOGÍA

De acuerdo a la Real Academia Española (2014) <sup>(9)</sup>, Odontología proviene del griego *odus*, *odontos*, diente y *logos*, que es el estudio de los dientes y del tratamiento de sus dolencias. El objeto de estudio de la Odontología no son solo los dientes de una forma aislada, sino un conjunto de estructuras compuesto de diferentes partes que actúan conjuntamente para realizar una determinada función, formando parte integral de un individuo.

### II.I ODONTOLOGÍA FORENSE

La Real Academia Española (2014) <sup>(10)</sup> refiere que la palabra forense proviene del latín *forensis* “perteneiente o relativo al foro”. En las ciudades del antiguo Imperio Romano, un *foro* era un sitio público en donde se efectuaban actividades jurídicas, religiosas y comerciales, era en esencia un sitio de reunión en donde los romanos discutían asuntos de interés público ante un auditorio.

La Odontología Forense es la disciplina que aplica los conocimientos odontológicos como coadyuvante en la resolución de problemas jurídicos que plantea la Procuración y Administración de Justicia. Esta rama no tiende a la curación de los padecimientos bucodentales, cada vez tiene un contenido más amplio en el que se incluyen cuestiones planteadas por el derecho civil, penal, laboral, etc., tanto codificado como proveniente de otras leyes o normas legales. Analiza la cavidad bucal y los dientes; sus características, formas, etcétera para la identificación de personas vivas o muertas; para determinación del sexo, edad y raza; para descubrir la identidad de una persona o para descartarla; las lesiones

producidas en el aparato bucal y dientes, su duración, recuperación, secuelas, etcétera: el ejercicio de la profesión del odontólogo, en su concepto ético y penal; y su responsabilidad profesional. Los conocimientos y técnicas odontológicas que se utilizan para resolver los interrogantes o contribuir a su solución, pueden provenir de cualquier parte de la odontología, aunque no todos se aplican con igual frecuencia. <sup>(11,12, 13)</sup>

Se le denomina también estomatología legal, odontología legal o estomatología forense toda vez que esta disciplina no solo centre su estudio en los dientes, sino además en todo el aparato masticatorio, aplicando los conocimientos de la estomatología al examen, manejo, valoración y presentación de evidencias bucodentales en casos de orden legal y judicial. <sup>(14)</sup>

Dentro del campo de acción de la odontología forense se encuentra la identificación humana.

La Identidad se define como un conjunto de características que hacen diferentes a una persona de los demás. Por tanto, cada uno de nosotros tenemos una identidad que nos individualiza. Estas se pierden cuando las características distintivas de una persona se desintegran y/o su cuerpo se transforma totalmente. <sup>(7)</sup>

La identificación es el resultado del conjunto de procedimientos y medios empleados para establecer la individualidad de una persona. <sup>(15)</sup> De acuerdo al diccionario de la Real Lengua Española (2014) identificar es “reconocer que una persona o cosa es la misma que se supone o se busca”.

El proceso de identificación odontológico consiste en el examen minucioso de los tejidos blandos y duros que conforman el sistema estomatognático en busca de evidencia física que pueda contribuir a establecer la identidad de un individuo, vincular de manera objetiva a un victimario con la víctima y con la escena física de investigación, confrontar los registros odontológicos antemortem (obtenidos de la historia clínica, ayudas diagnósticas y exámenes complementarios.), postmortem (información que se obtiene del cadáver) y reconstructivos (cadáveres en avanzado estado de descomposición, carbonizados o en reducción esquelética o restos humanos que requieren una reconstrucción facial) de tal manera que hace parte no solo del proceso de identificación odontológica sino también de la documentación de la necropsia médico-legal. Las confrontas más frecuentes se realizan a partir de tratamientos odontológicos como restauraciones protésicas y obturaciones dentales, rasgos morfológicos dentales y óseos individualizantes, variaciones patológicas individuales y a pesar de la exposición de un cuerpo a una explosión o incineración, es posible extraer ADN en calidad y cantidad suficiente para realizar un análisis. <sup>(16, 17, 18)</sup>

Esta identificación puede verse obstaculizada cuando los victimarios emplean procedimientos que intentan evitar el reconocimiento de un cadáver o restos humanos mediante la inhumación por partes del individuo victimado, el empleo de fosas comunes individuales o grupales, la eliminación de huellas dactilares, la destrucción de los dientes y la incineración del cuerpo sin vida. <sup>(19,20)</sup>

Los odontólogos son llamados a los procesos de identificación de un cadáver cuando este presenta una destrucción extensa y no puede ser identificado por los métodos convencionales. La odontología forense desarrolla un papel fundamental en los procesos de identificación ya que los dientes son las estructuras más perdurables del cuerpo humano resistiendo temperaturas de hasta 1600°C, contando con una notable resistencia tafonómica (paso del tiempo, pH, humedad, salinidad) y a la temperatura, además de sus características anatómicas (morfología y dimensiones) y adquiridas (traumas, tratamientos odontológicos, patologías, modificaciones intencionales u ocupacionales).<sup>(18, 20)</sup>

### III.GENERALIDADES DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS

Los órganos dentarios son estructuras calcificadas sujetas a los maxilares por medio de una articulación llamada Gónfosis, compuestos por esmalte, dentina, pulpa, cemento y ligamento periodontal.

#### *Esmalte*

El esmalte es el tejido más mineralizado del cuerpo humano. Está formado por 93% de matriz inorgánica, constituido fundamentalmente de cristales de hidroxiapatita, de un 3% de matriz orgánica y de un 4% de agua. <sup>(21)</sup>

#### *Dentina*

Es un tejido mineralizado que se compone de aproximadamente 70% de material inorgánico y un 10% de agua. La matriz orgánica representa el 20% de la dentina y el 91% es colágeno (la mayor parte pertenece al tipo I). Rodeada por el esmalte en la zona coronal y por el cemento en la zona radicular. Su color depende del grado de mineralización y de la edad. Se diferencia del esmalte por ser un tejido dinámico (metabólicamente activo) lo que permite que se forme tejido dentinario durante toda la vida. <sup>(22)</sup>

#### *Pulpa*

Es un tejido conectivo laxo de origen mesenquimatoso con células especializadas. La pulpa alberga elementos tisulares, entre los que se incluyen nervios, tejido vascular, fibras del tejido conectivo, sustancia fundamental, fluido intersticial,

odontoblastos, células inmunocompetentes y otros elementos celulares. La pulpa es realmente un sistema microcirculatorio y sus mayores componentes vasculares son las arteriolas y las vénulas. Está constituida por un 25% de materia orgánica y un 75% de agua. <sup>(22, 23)</sup>

### *Cemento*

Tejido avascular que se encuentra en la parte externa de la raíz, permite la fijación de las fibras periodontales desde esta estructura al hueso alveolar. El cemento está formado por un 45% de matriz inorgánica, 23% de matriz orgánica y 32% de agua. Su producción es continua en la región apical de la raíz, para compensar el desgaste normal de la corona en uso. Entonces, cuando la corona dentaria se reduce por el uso continuado, la raíz del diente crece por aposición de cemento. <sup>(24)</sup>

### *Ligamento periodontal*

Formado por un tejido conjuntivo denso, constituido mayormente de fibras colágena, localizado en el espacio periodontal, une a los dientes al hueso alveolar formando una especie de articulación, llamada gónfosis, que le permite al diente tener cierta movilidad durante la masticación. Sus fibras colágenas están orientadas de modo que transforman las presiones ejercidas durante la masticación. Todo este sistema actúa como un cojín amortiguador de las presiones ejercidas sobre el diente. <sup>(24)</sup>

### III.I TIPOS DE DENTICIÓN

Al igual que los mamíferos, el hombre presenta una dentición heterodóntica; es decir, de elementos diferentes y no similares entre sí, ya que cada tipo de diente está especializado para una función (los incisivos para cortar, los caninos para desgarrar y los premolares y molares para triturar). Es una dentición difiodóntica, es decir, de dos generaciones; una dentición temporal o decidua que comprende un total de 20 piezas, y una dentición permanente de 32 piezas. En la tabla 1 se observa la cronología de erupción y exfoliación de la dentición temporal así como la erupción de la dentición permanente. <sup>(25)</sup>

Tabla 1. Cronología de la dentición temporal y permanente.

Diente	Temporal		Permanente
	Erupción	Exfoliación	Erupción
Incisivo Central Superior	6-8 meses	6-7 años	7-8 años
Incisivo Lateral Superior	7-9 meses	7-8 años	7-8 años
Canino Superior	17-18 meses	11-12 años	12-13 años
Primer Premolar Superior	-	-	10-11 años
Segundo Premolar Superior	-	-	11-12 años
Primer Molar Superior	14-15 meses	10-11 años	6-7 años
Segundo Molar Superior	18-24 meses	11-12 años	12-14 años
Tercer Molar Superior	-	-	13-25 años
Incisivo Central Inferior	6-8 meses	6-8 años	7-8 años
Incisivo Lateral Inferior	7-9 meses	7-9 años	8-9 años
Canino Inferior	17-18 meses	11-12 años	10-13 años
Primer Premolar Inferior	-	-	10-11 años
Segundo Premolar Inferior	-	-	11-12 años
Primer Molar Inferior	13-14 meses	10-11 años	6-7 años
Segundo Molar Inferior	18-24 meses	11-12 años	12-16 años
Tercer Molar Inferior	-	-	13-25 años

En la dentición humana existen 3 periodos: una primaria o temporal que dura de los 6 meses hasta los 6 años; una dentición mixta, entre los 6 y los 12 años y una dentición permanente, a partir de los 12 años.

## IV. COMPORTAMIENTO DE LOS ÓRGANOS DENTARIOS A ALTAS TEMPERATURAS

Cuando el fuego actúa sobre un cadáver suele ocurrir una gran destrucción de las partes blandas del cuerpo e incluso se puede encontrar afectación ósea, en estos casos se habla de “carbonización cadavérica”.

El fuego es una reacción química de oxidación con desprendimiento de energía en forma de luz y calor. Para que esta reacción se lleve a cabo se necesitan tres elementos, esto es denominado la **Teoría del Triángulo del Fuego**. Estos elementos son:

**1.- Combustible:** es el material que se oxida. Pueden encontrarse en los tres estados físicos; Sólido, Líquido y Gaseoso. <sup>(26)</sup>

**2.- Comburente:** Aquel material que ceda oxígeno u otros agentes oxidantes durante el curso de la reacción química. La mayoría de las ocasiones el oxígeno es el más habitual, pero existen sustancias que entran en esta categoría como son: bromatos, bromina, cloratos, clorina, fluorina, yodina, nitratos, ácido nítrico, nitritos, percloratos, permanganatos y peróxidos. <sup>(27)</sup>

**3.- Calor:** Es el componente energético, cualquiera que sea su origen (fricción, chispas, resistencia eléctrica, etc.) para iniciar un proceso de reacción química y producir combustión.

La energía desprendida en la reacción, se disipa una parte en el ambiente lo cual provoca un efecto térmico derivado del fuego y el resto calienta a más productos

reaccionantes aportando la energía de activación precisa para que el proceso continúe, si esta energía no es suficiente, el proceso se detiene y si es superior se acelera. La temperatura necesaria para hacer esto varía con el tipo de combustible y se conoce como temperatura de ignición. A todo este proceso se le conoce como **Reacción en Cadena**, que sumado a los tres componentes clásicos del *Triángulo del Fuego* forman el **Tetraedro del Fuego (Figura 1)**.<sup>(28, 29)</sup>

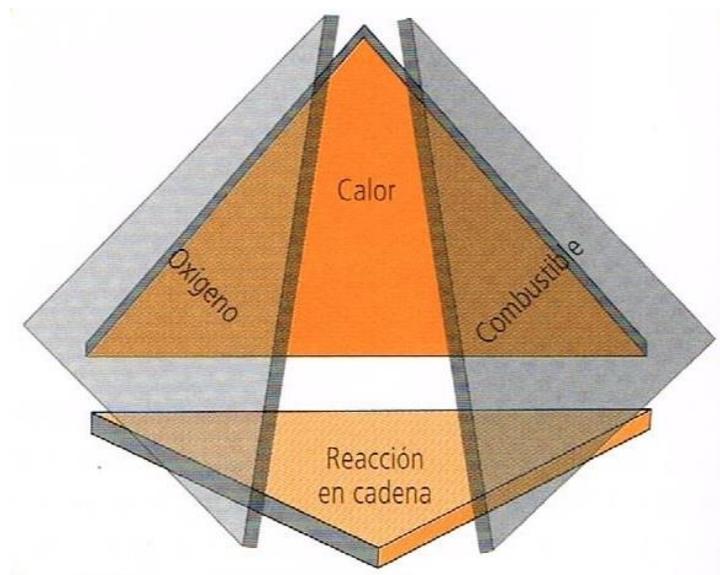


Figura 1. Tetraedro del fuego. Houk MM. Fundamentos de ciencia forense. Ed Trillas, México, 2014.

Al entrar en contacto con los tejidos humanos se producen quemaduras, las cuáles se definen como traumatismos o lesiones provocados por la acción sobre el cuerpo de agentes físicos, químicos o biológicos, como la llama, el calor radiante, los líquidos o vapores a elevada temperatura y de los sólidos en fusión. El daño en la víctima depende de la temperatura que se alcanzó y el tiempo que estuvo el cadáver en exposición. Cualquier quemadura que exceda el 50% del total de la

superficie corporal, sea superficial o profunda, es grave y potencialmente mortal.

(30,31)

Existen diferentes clasificaciones de las quemaduras dependiendo su gravedad y extensión <sup>(32)</sup>:

- Primer grado afectan a la epidermis produciendo eritema, dolor y ardor.
- Segundo grado afectan además a la dermis, ocasionando un exudado seroso acumulado en forma de flictenas (ampollas).
- Tercer grado afectan a la dermis y tejido celular subcutáneo, pudiendo llegar a músculos; producen escaras y coagulación de albúminas, las terminaciones nerviosas se encuentran afectadas, por lo que no producen dolor.
- Cuarto grado producen carbonización de los tejidos, llegando inclusive a hueso.

Norrlander (1997) <sup>(33)</sup> realizó una clasificación de las quemaduras corporales en cinco categorías:

1. Quemaduras superficiales.
2. Áreas de la epidermis destruida.
3. Destrucción epidermis, dermis y áreas de necrosis en tejidos subyacentes.
4. Destrucción total de la piel y tejidos profundos.

## 5. Restos cremados.

Los odontólogos forenses son llamados en casos de identificación de las víctimas de quemaduras de tercer, cuarto y quinto grado debido a que la cavidad bucal es considerada por sus estructuras, duras y blandas, como “la caja negra” del cuerpo humano. Se considera como carbonización cadavérica cuando un cuerpo presenta una quemadura de cuarto grado, lo cual es equivalente a una temperatura de 200°C. Aun cuando los órganos dentarios resisten a esta acción del calor y están protegidos por tejidos periodontales, músculos, huesos maxilares, labios y lengua, sufren alteraciones que varían dependiendo la temperatura y el tiempo de exposición al fuego. A medida que el cuerpo se calienta, los gases son despedidos desde el intestino y el estómago hasta la boca, provocando que la lengua se proyecte hacia los dientes y la subsecuente contracción de los músculos masticatorios provoca la inmersión de los dientes en la lengua. La conjunción de la musculatura de mejillas y labios, puede dar protección a los dientes durante la combustión prolongada de los tejidos. Después, los labios y tejidos yugales se contraen y se hacen más rígidos, retrayéndose y exponiendo los dientes anteriores. Este efecto que tendrían los tejidos periorales, la musculatura facial, el tejido óseo y los tejidos dentales es denominado “efecto mufla” in situ. <sup>(34, 35, 36)</sup>

Existen ciertas características generales que presentan los cadáveres carbonizados, aunque se debe de tomar en cuenta el foco del incendio y con qué tipo de combustible fue realizado <sup>(37)</sup>:

- Peso: este va a depender del grado de reducción de las partes blandas e incluso de la pérdida de parte del cuerpo, sobre todo extremidades ya que pueden reducirse de dos a tres veces con respecto a su tamaño natural.
- Cálculo de la talla: También se verá impedido por la contracción que experimenta todo el cuerpo. (*Figura 2*)
- Piel: endurecida y puede estallar en forma de hendiduras irregulares, luego se pone negra, seca y quebradiza. (*Figura 3*)
- Signos de identificación de la superficie corporal: como cicatrices, tatuajes, marcas de operaciones o cualquier otro tipo de marcas suelen haber desaparecido.
- Signos de identificación sexual: los tendremos que buscar en órganos internos, o a través del estudio antropológico-forense de los huesos.
- Reducción de volumen de órganos y miembros: que se produce en los cadáveres carbonizados da por otra parte la apariencia de ser una persona más joven de su edad real.
- Cuando la carbonización es muy avanzada, se produce la abertura de la cavidad torácica, de la craneana y algunas veces hasta de la abdominal.
- Suelen aparecer en posición llamada de combate o de boxeador, causada por la rigidez muscular, con predominio de la musculatura flexora sobre la extensora. (*Figura 4*)
- Retracción de los tejidos y protrusión de la lengua. (*Figura 5*)



Figura 2. Cuerpo Carbonizado; inspección odontológica. Fuente Directa.



Figura 3. Cuerpo carbonizado; nótese la contracción muscular y la retrusión del tejido perioral. Fuente Directa



Figura 4. Cuerpo Carbonizado; posición de boxeador (cuerpo contracturado).Fuente Directa.



Figura 5. Cuerpo carbonizado; nótese el degradamiento de las tablas óseas externas Fuente Directa.

En situaciones donde los cuerpos se encuentran en estado de putrefacción, desmembrados, esqueletizados o carbonizados, la odontología forense se convierte en el método principal para la identificación.

En México se han suscitado diversos hechos en diferentes estados de la república, donde se han utilizado contramedidas forenses para desaparecer cualquier indicio que el victimario podría dejar o bien para que la identificación de la víctima no pueda ser posible, como pueden ser:

- Mutilaciones: esta técnica es mayormente empleada por los grupos del narcotráfico en México, teniendo como ejemplo los 49 cuerpos mutilados en Nuevo León, los cuerpos de 14 personas colgadas en Nuevo Laredo o la vinculación existente entre estos grupos del narcotráfico y los kaibiles mexicanos (exmilitares).<sup>(38, 39, 40)</sup>
- Inmersión en sustancias corrosivas; como es el caso del “El pozolero” un albañil mexicano que disolvió en sosa cáustica a 300 cadáveres en servicio a los Arellano Félix.<sup>(41)</sup>
- Inhumaciones masivas; la realización de fosas clandestinas es la contramedida forense más realizada en el país, de acuerdo a la PGR se han encontrado más de 2000 cuerpos fosas en los estados como Guerrero, Jalisco, Nuevo León y Veracruz, como la recién encontrada en Enero del 2018 en el estado de Nayarit.<sup>(42,43,44)</sup>

- Carbonización Cadavérica; uno de los casos conocidos es el suscitado en la guardería ABC en Hermosillo, Sonora el cual causo la vida de 49 niños y 79 heridos. Otro siniestro ocurrido por la acción del fuego es el caso de la discoteca “Lobohombo” donde perdieron la vida 22 personas. <sup>(45)</sup>

Sin embargo el ejemplo más controversial donde se aplicaron este tipo de técnicas es el polémico caso acerca de los 43 normalistas de Ayotzinapa desaparecidos en el Estado de Guerrero el 26 de septiembre del 2014. El 31 de octubre de dicho año, la PGR mostró la declaración de uno de los detenidos, quien manifestó haber quemado los cuerpos de los normalistas en el basurero de Cocula, utilizando entre 10 a 15 neumáticos así como restos de madera, colocado los restos en bolsas de plástico, las cuales arrojaron al río San Juan. Debido a esto, se realizó una recolección de evidencia en el basurero de Cocula, donde fue encontrada una prótesis parcial superior y otra inferior, así como una raíz de diente en el alveolo del hueso de la mandíbula que se inserta con la prótesis inferior, confirmando la relación entre todas las piezas mencionadas. Sin embargo ninguno de los estudiantes utilizaba alguna prótesis dental, por lo que se confirmó que en aquel lugar existían restos humanos no correspondientes a los estudiantes de Ayotzinapa. <sup>(46)</sup>

La acción de las elevadas temperaturas en los tejidos suele obstaculizar estos procesos para la identificación de la víctima debido a la fragilidad en la que se encuentran los restos y la gran dificultad de preservación de los mismos, donde los métodos rutinarios de identificación como el análisis de huellas dactilares o la

comparación de ADN, resultan difíciles o en algunas ocasiones imposibles de aplicar.

La exposición a altas temperaturas produce una evaporación del agua y del material orgánico, lo que va a ocasionar la aparición de una serie de cambios morfológicos en el diente, tanto a nivel estructural, como en su coloración. Considerando esto, si un diente es quemado gradualmente cambiara su coloración lo que podría ayudar a indicarnos los grados a los que estuvo expuesto el cadáver para poder producir estos cambios en su estructura.

Lozano y Andrade <sup>(7)</sup> refieren las diferentes coloraciones que presentan los dientes exponiéndolos a determinado rango de tiempo:

Tabla 2. Tabla reportada por Lozano y Andrade en el año 2007.

Tiempo en minutos	Observaciones
1	Los dientes toman un color negruzco
7	El esmalte comienza a perder pequeñas capas superficiales, las cuales se desprenden quedando carbonizadas.
10	Se presenta una fractura de las coronas en forma lineal, siguiendo el eje longitud del diente, con una destrucción del esmalte a nivel del tercio cervical
15	Se produce el estallamiento de la corona quedando expuesta la dentina, la cual, a nivel radicular, aumenta su coloración, negra
30	Los fragmentos de la corona se fisuran más, quedando reducidos a pequeños trozos de esmalte que presentan zonas de carbonización en sus bordes. La dentina empieza a desprender pequeñas capas carbonizadas de su superficie.
60	Aumenta la carbonización y pérdida de dentina formándose capas con borde carbonizados. El esmalte prosigue con su proceso de carbonización en sus bordes de fractura.
75	Una gran superficie de la dentina se encuentra completamente carbonizada, tornándose frágil a la presión.
120	La corona se encuentra completamente fragmentada y carbonizada, habiendo tomado una coloración gris. La dentina se vuelve sumamente frágil con carbonización generalizada.

Pol CA, Ghige SK, Gosavi SR, Hazarey VK<sup>(47)</sup> en 2015 realizaron un estudio acerca de los efectos de temperaturas elevadas sobre dientes sin restauración y los diferentes materiales restauradores encontrando que las coronas cerámicas no muestran grietas ni fragmentación incluso a una temperatura de 1000°C.

Se realizó un estudio en España por Rubio L, Sioli JM, Santos I, Fonseca GM, Martin-de-las-Heras<sup>(48)</sup> muy parecido a esta investigación, en dónde se toman en cuenta las alteraciones de los dientes posteriores a los cuales se les realiza un estudio radiográfico y un análisis de color mediante la espectrofotometría. Cabe mencionar que en este estudio no se toman en consideración estas técnicas por el costo que implica cada una de ellas, y como es bien sabido, las Procuradurías de los Estados de la República Mexicana no cuentan con este tipo de aparatos para la realización de estas técnicas.

Considerando lo anterior, esta investigación tiene como propósito describir los cambios morfoestructurales a simple vista y con ayuda del microscopio estereoscópico observar los cambios que experimentan los dientes después de ser sometidos a elevadas temperaturas con el fin de establecer la correspondencia entre la temperatura y las modificaciones encontradas en la estructura dental para que en cualquier laboratorio pericial se pueda llevar a cabo la confronta de las características encontradas en un hecho ilícito relacionado con el fuego y las descritas en el presente estudio de manera simple, sencilla y económica.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro país cada vez existen más casos donde los victimarios realizan acciones para desaparecer indicios que puedan ligarlos a un hecho delictuoso y que la identificación de un cadáver no pueda llevarse a cabo, como las acciones ya antes mencionadas que pueden ser mutilaciones, inmersión en sustancias corrosivas, inhumaciones masivas, carbonización, entre otros. Siendo esta última una de las más frecuentes en algunos estados del país, lo cual hace casi imposible llegar a la verdad histórica de los hechos por medios habituales; el área odontológica es indispensable y en muchas ocasiones la única alternativa para este fin, por lo que es indispensable conocer los cambios que presentan los órganos dentarios en los cuerpos carbonizados y de esta manera relacionar dichos cambios estructurales y poder estimar en retrospectiva la temperatura a la que los cuerpos fueron expuestos y gracias a estas características presentadas conocer ciertos aspectos y circunstancias especiales en cada caso y así poder contribuir al conocimiento de la verdad histórica de los hechos, de lo anterior expuesto se desprende la interrogante; ¿Cuáles son los cambios morfoestructurales de los órganos dentarios expuestos a altas temperaturas?

## **HIPÓTESIS**

Los cambios morfoestructurales encontrados en los órganos dentarios están directamente relacionados con la intensidad de la temperatura a la que son expuestos y se podrá establecer a través de estos cambios morfoestructurales la temperatura a la que el cuerpo humano fue sometido.

## **OBJETIVO GENERAL**

Describir los cambios físicos morfoestructurales que sufren los órganos dentarios a altas temperaturas.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar los cambios macroscópicos y micro-estructurales que sufre el esmalte expuesto a una temperatura de 200°C, 400°C, 600°C, 800°C, 1000°C, 1200°C.
- Identificar los cambios macroscópicos y micro-estructurales que sufre la dentina expuesta a una temperatura de 200°C, 400°C, 600°C, 800°C, 1000°C, 1200°C.
- Identificar los cambios macroscópicos y micro-estructurales que sufre la pulpa expuesta a una temperatura de 200°C, 400°C, 600°C, 800°C, 1000°C, 1200°C.

## MATERIAL Y MÉTODO

**Tipo de estudio:** Se realizó un estudio experimental, prolectivo, transversal y comparativo.

### **Muestra:**

El presente estudio se realizó sobre una muestra de 42 órganos dentarios recopilados en las CUAS de la FES Zaragoza-UNAM, con indicación de extracción ya sea por el área de prótesis, ortodoncia o cirugía, en el periodo comprendido de Agosto a Octubre del 2017 los días Martes y Miércoles.

Criterios de inclusión:

- Órganos dentarios sanos
- Órganos dentarios cariados (no mayor a un grado II)
- Órganos dentarios con al menos 85% de su integridad
- Órganos dentarios sin restauración alguna

Criterios de exclusión:

- Órganos dentarios fragmentados
- Restos radiculares
- Órganos dentarios con menos del 85% de su integridad
- Órganos dentarios con algún tipo de restauración
- Órganos dentarios con alguna alteración en estructura

**Variables:***Independientes*

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>CATEGORIAS</b>
Órganos dentarios	Estructura anatómica articulada a los maxilares	Cualitativa Nominal	Anteriores Posteriores
Temperatura	Magnitud física que indica la intensidad de calor	Cuantitativa continua	200°C, 400°C, 600 °C, 800°C, 1000°C, 1200°C

*Dependientes*

<b>VARIABLE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>CATEGORÍAS</b>
Esmalte	Capa mineral externa que recubre la corona del diente	Cualitativas Nominal	Color, fisura, fractura, fragmentación
Dentina	Tejido que rodea la pulpa dental recubierta por esmalte y cemento	Cualitativas Nominal	Color, fisura, fractura, fragmentación
Pulpa	Paquete neurovascular donde se encuentra la inervación e irrigación del órgano dentario.	Cualitativas Nominal	Color, presencia o ausencia

Recursos:

- 42 órganos dentarios, 14 anteriores y 28 posteriores.
- Horno para desecado chico eléctrico Molident 30X21X37.5 cm con cámara interna de 10x10x14 con un consumo de energía de 1200 a 1500 watts corriente alterna de 120 volts y 10-12 Amperes, con elevación variable de temperatura, que va de los 0 a los 1200°C de temperatura.

*(Figura 6)*

- Microscopio estereoscópico Nikon NI-150
- Cuatro pinzas de curación
- 42 recipientes de plástico para embalaje hermético
- Cloruro de Sodio al 0.9%
- Cianoacrilato
- 5 Discos de diamante
- 4 cápsulas de porcelana marca Prolab
- Formato de consentimiento informado (*Anexo 1*)
- Formato de recogida de resultados (*Anexo 2*)
- Bolígrafos
- Ordenador Hp
- Equipo fotográfico semi-profesional marca SONY modelo  $\alpha$ 37 y cámara fotográfica Olympus Lens Modelo VR-320
- Micromotor Marathon SDE-H35SP1
- Adaptador fotográfico para microscopio

## TÉCNICA

Contando con los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos indicados por la Asociación Mundial en la Declaración de Helsinki y el consentimiento informado por los pacientes se procede a obtener la muestra de los dientes extraídos en las CUAS-Zaragoza. Los órganos dentarios fueron recolectados los días martes y miércoles para así los días viernes someterlos a la acción del calor.

Después de la extracción, los órganos dentarios se limpiaron con agua no estéril para retirar los residuos de sangre y tejido restante, inmediatamente después se colocaron en los frascos con Cloruro de Sodio al 0.9% para conservar su humedad. Se recopilaron 42 dientes, conformados por 14 dientes anteriores y 28 dientes posteriores, agrupados en 6 grupos de manera aleatoria, contando con un grupo control (Tabla 3). A cada órgano dentario se le realizó una toma fotográfica previa y posterior a su introducción en el interior del horno, utilizando la cámara semi-profesional SONY modelo  $\alpha$ 37 tomadas, con iluminación natural (*Anexo 3*), estos fueron introducidos en cápsulas de porcelana individuales y se sometieron a la acción de la temperatura de forma variable debido a que el mecanismo de elevación del horno fue de la siguiente manera; los primeros 3 minutos el aumento era de 4°C, de 8-10 minutos con una elevación de 10°C, a los 10 minutos la elevación era de 20°C y a partir de los 10 minutos la elevación fue de 30°C. Una vez alcanzado el rango de temperatura se dejó enfriar el horno a temperatura ambiente para proceder a extraer las cápsulas.

Una vez observados los cambios de color, los órganos dentarios fueron cubiertos con cianocrilato para evitar algún daño a las muestras y realizar un corte longitudinal con un disco de diamante a baja velocidad, utilizando irrigación constante y continua (*Figura 7*). Posteriormente se observaron los cambios microestructurales con ayuda de un microscopio estereoscópico, tomando fotografías con la cámara OLYMPUS LENS (*Figura 8 y 9*) describiendo los cambios encontrados en los formatos de llenado para su análisis.

**Tabla 3. Distribución de los órganos dentarios de acuerdo a los rangos de temperatura.**

<b>Temperatura</b>	<b>Anteriores</b>	<b>Posteriores</b>	<b>Total de dientes por grupo</b>
<b>200°C</b>	2	4	6
<b>400°C</b>	2	4	6
<b>600°C</b>	2	4	6
<b>800°C</b>	2	4	6
<b>1000°C</b>	2	4	6
<b>1200°C</b>	2	4	6



Figura 6. Horno para descencerado Molident. Fuente Directa



Figura 7. Micromotor Marathon (baja velocidad) y Cianoacrilato.  
Fuente Directa



**Figura 8. Microscopio estereoscópico. Fuente Directa.**



**Figura 9. Cámara OLYMPUS colocada en el adaptador fotográfico. Fuente Directa**

## RESULTADOS

**200°C.** El esmalte se observó con pigmentaciones color marrón claro y pérdida de brillo tanto en la corona como en la raíz. (*Figura 10A y 10B*) La dentina se observa con ligeras pigmentaciones pardas con pérdida de brillo (*Figura 11*), fisuras verticales que van desde la corona hasta el tercio medio de la raíz tanto en posteriores como en anteriores. (*Figura 12A, 12B, 12C*) Presencia de pulpa con una coloración blanca porosa. (*Figura 13*)



Figura 10A. Órgano dentario anterior sometido a 200°C. Fuente Directa.



Figura 10B. Órgano dentario posterior sometido a 200°C. Fuente Directa.



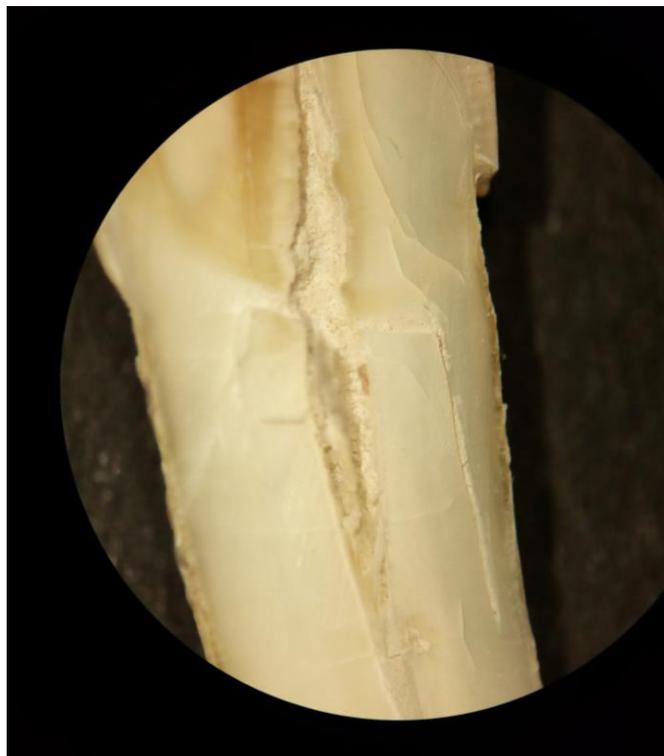
Figura 11. Corte longitudinal; obsérvese pigmentaciones pardas en dentina. Fuente Directa



Figura 12A. Fisuras verticales en dentina (órgano dentario anterior). Fuente Directa



**Figura 12B. Fisuras verticales en dentina (órgano dentario posterior). Fuente Directa**



**Figura 12C. Fisuras verticales hasta tercio radicular. Fuente Directa**



Figura 13. Presencia del complejo dentino-pulpar. Fuente Directa

**400°C.** El esmalte adopta un color marrón oscuro con pigmentaciones color negro, la raíz adopta un color negro sin brillo con porosidades (*Figura 14 y 15*), presencia de múltiples fisuras verticales y horizontales (*Figura 16 y 17*), se comienza a observar la separación del esmalte con la dentina en la zona cervical (*Figura 18*). La dentina adquiere un color negro cobrizo sin brillo con fisuras horizontales. (*Figura 19A y 19B*) Presencia de pulpa de color negro con presencia de pigmentaciones color tornasol. (*Figura 20A y 20B*)



Figura 14. Órgano dentario anterior sometido a 400°C. Fuente Directa

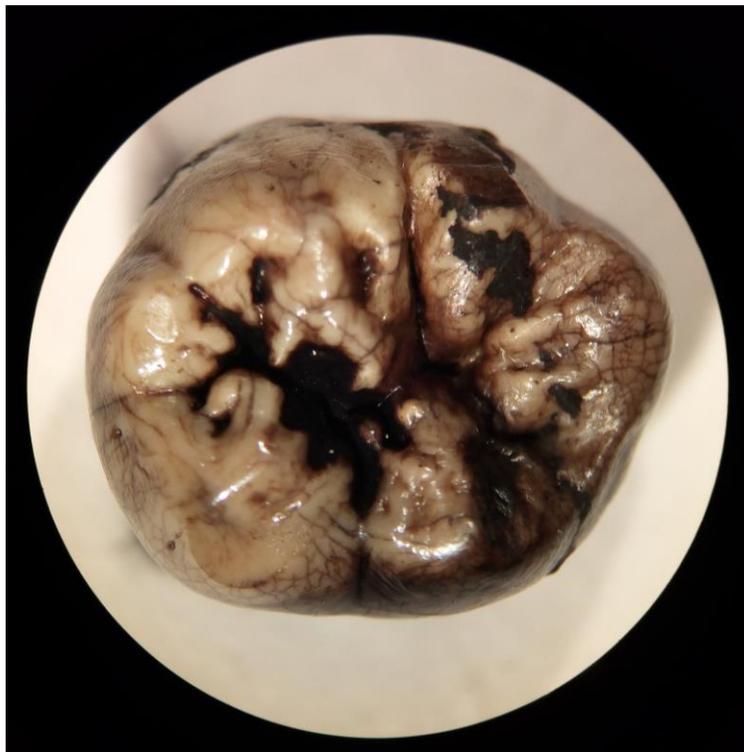


Figura 15. Órgano dentario posterior con pigmentaciones color negro en cara oclusal. Fuente Directa

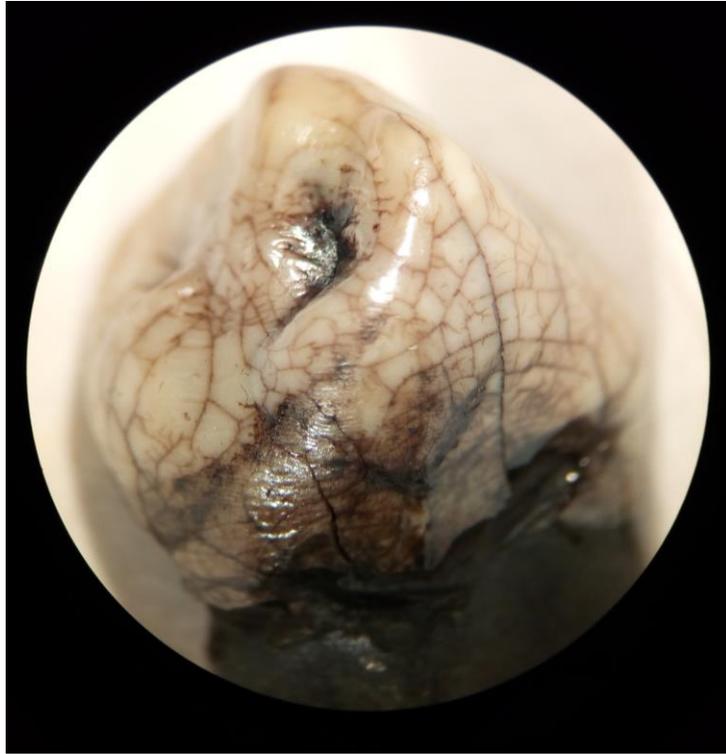


Figura 16. Múltiples fisuras en forma de red observadas en el esmalte. Fuente Directa

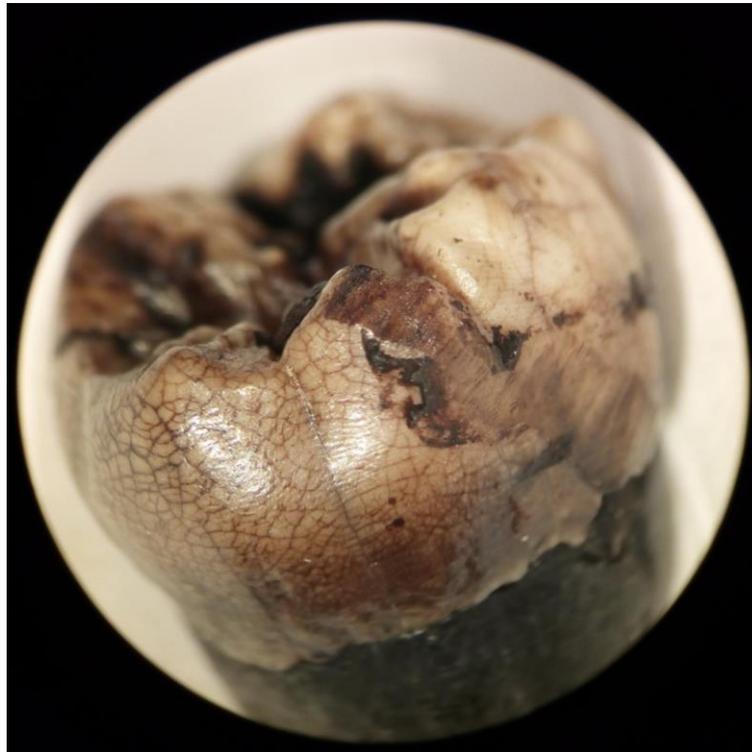


Figura 17. Presencia de múltiples fisuras. Fuente Directa



**Figura 18. Separación esmalte-dentina en zona cervical. Fuente Directa**



**Figura 19A. Dentina; nótese presencia de fisuras horizontales. Fuente Directa**



Figura 19B. Coloración negro cobrizo en dentina. Fuente Directa

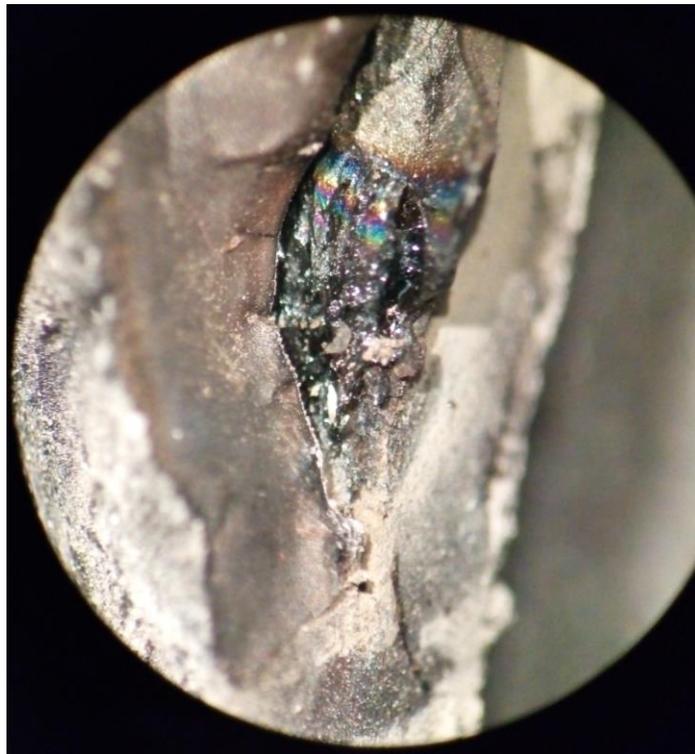


Figura 20A. Complejo dentino-pulpar; nótese coloración tornasol en pulpa . Fuente Directa



Figura 20B. Complejo dentino- pulpa; se observa presencia de pulpa dental. Fuente Directa.

**600°C.** El esmalte se observa de color gris claro con pigmentaciones negras (*Figura 21*), fisuras horizontales y verticales en dientes anteriores en zona cervical (*Figura 22*) y en posteriores fisuras horizontales en cara oclusal, estos últimos presentan fractura completa del esmalte con la dentina en forma de “casquete” (*Figura 23A y 23B*), la raíz adquiere un color arena con pigmentaciones azul claro en tercio cervical (*Figura 24*). La dentina se observa en anteriores color marrón oscuro (*Figura 25A*), en posteriores color gris oscura con pigmentaciones negras en cara oclusal y en cervical una línea color azul claro (*Figura 25B*) tercio apical se observa de color marfil con fisuras horizontales (*Figura 26A Y 26B*), fisuras horizontales y verticales de anteriores (*Figura 27*). Presencia de pulpa color negro con pigmentaciones gris y contorno café claro. (*Figura 28*)



Figura 21. Órgano dentario anterior sometido a 600°C . Fuente Directa

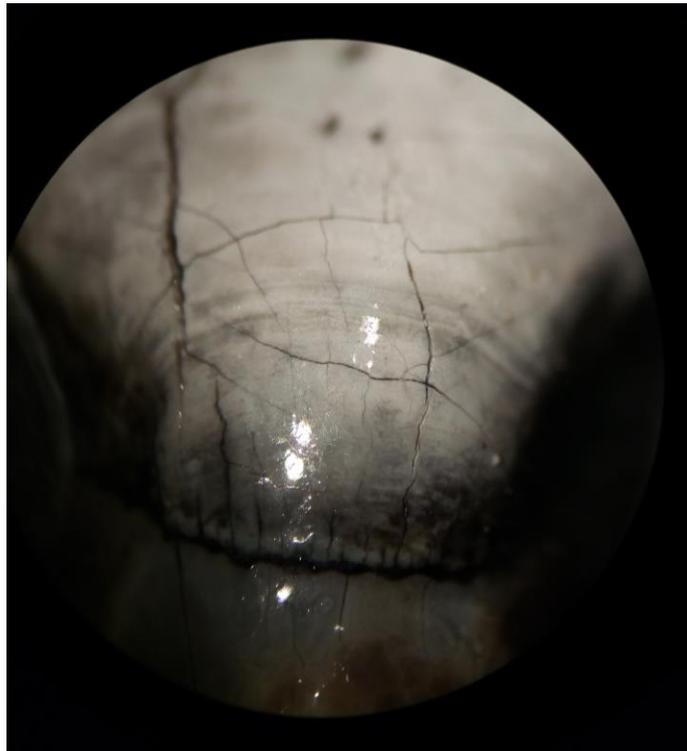


Figura 22. Esmalte; presencia de fisuras en tercio cervical . Fuente Directa

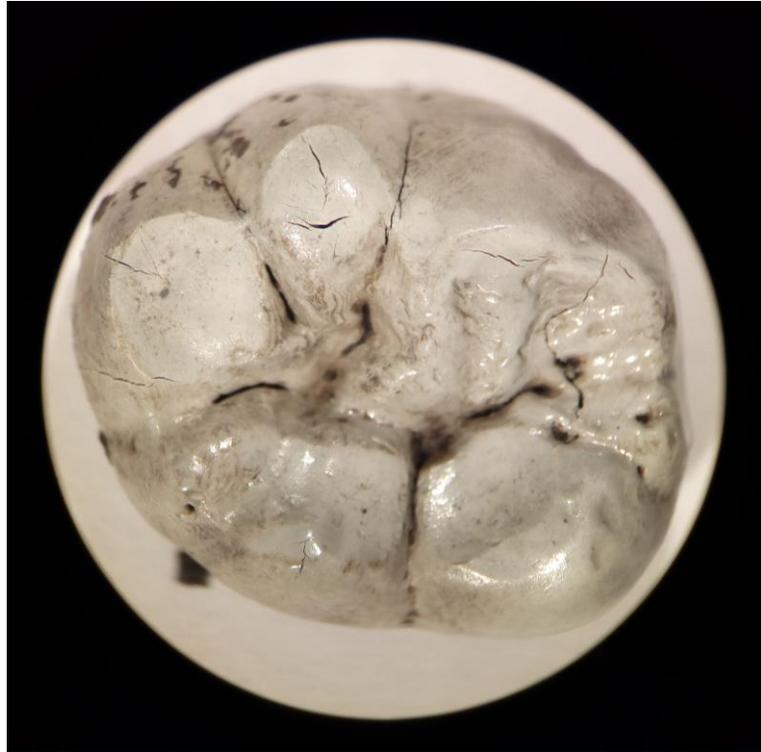


Figura 23A. Corona dental; fisuras presentadas en cúspides de posteriores. Fuente Directa



Figura 23B. Separación completa de esmalte-dentina. Fuente Directa

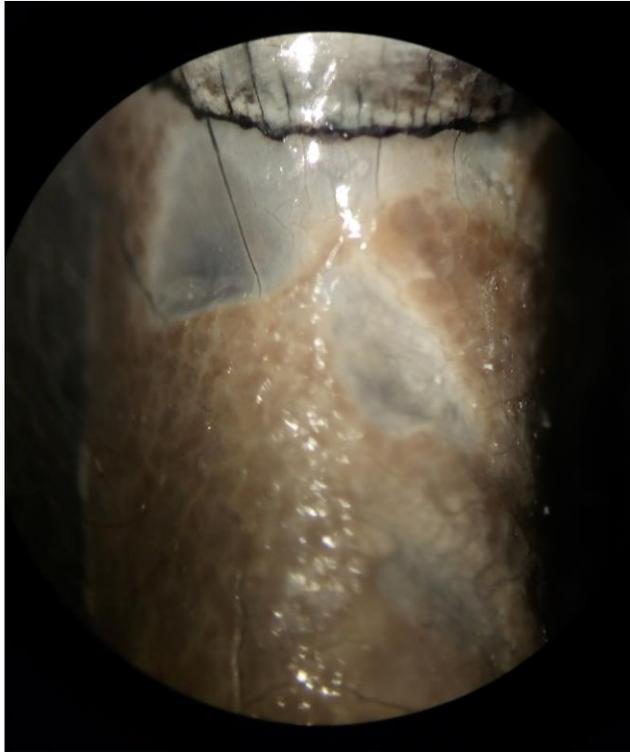


Figura 24. Tercio cervical; presencia de pigmentaciones azules. Fuente Directa



Figura 25A. Corte longitudinal dónde se puede observar coloración dentinaria. Fuente Directa



Figura 25B. Coloración dentinaria en órganos posteriores . Fuente Directa



Figura 26A. Corte longitudinal órgano dentario posterior . Fuente Directa



Figura 26B. Presencia de fisuras en tercio apical . Fuente Directa



Figura 27. Fisuras en dentina en este rango con mayor grosor. Fuente Directa

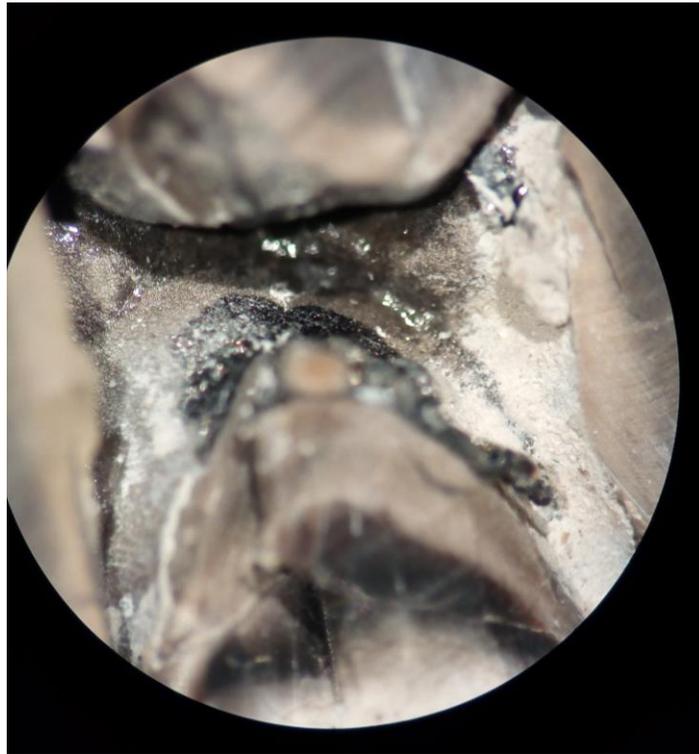


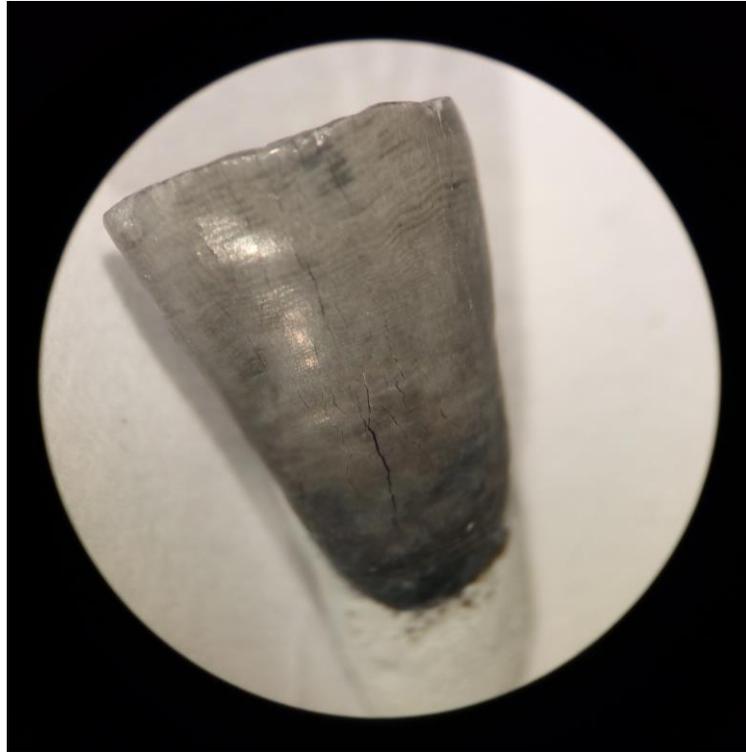
Figura 28. Complejo dentino-pulpar; pulpa con aspecto poroso. Fuente Directa

**800°C.** El esmalte obtiene una coloración gris oscura con pigmentaciones negroazuladas en dientes posteriores y en dientes anteriores pigmentación color negro en zona cervical (*Figura 29 y 30*). En dientes anteriores presenta fisuras verticales y al igual que en el rango anterior, los dientes posteriores presentan fractura completa del esmalte con la dentina en forma de “casquete” en dientes posteriores con la particularidad de una fractura en alguna de sus cúspides, presentando fisuras horizontales en cara oclusal y en su parte interna, aún con porciones de dentina (*Figura 31A y 31B*). La dentina coronal adquiere un color azul marino con pigmentaciones negras y en la raíz es color blanco con ligeras pigmentaciones azules, teniendo fisuras horizontales en la dentina radicular como

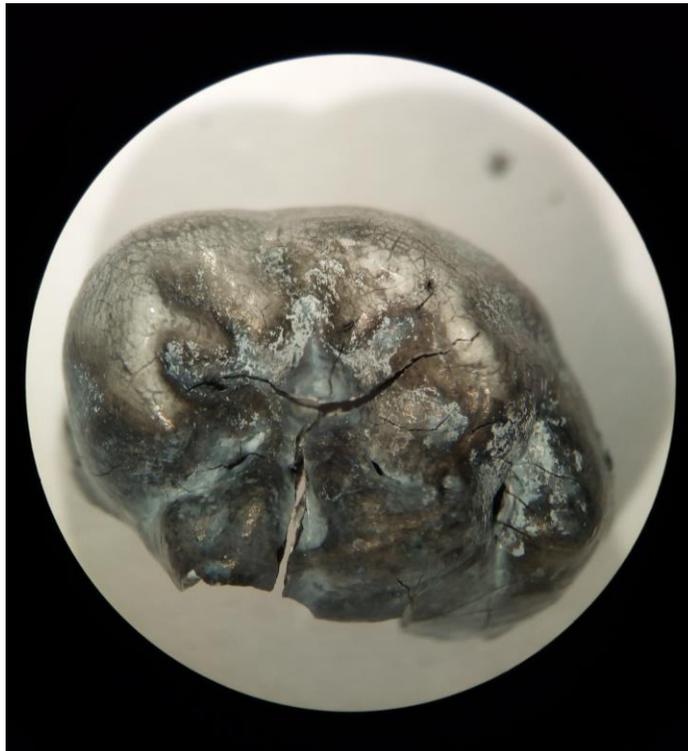
en la coronal (*Figura 32A, 32B y 32C*). En posteriores obtiene una coloración azul marino con pigmentaciones blancas y negras, en zona oclusal se muestran fisuras horizontales y en verticales en la dentina de la raíz (*Figura 33*). Presencia de pulpa color blanco con pigmentación negra en anteriores y en posteriores adquiere una coloración blanca con gris claro. (*Figura 34*)



**Figura 29. Órgano dentario posterior sometido a 800°C. Fuente Directa**



**Figura 30. Tercio cervical con pigmentación color negro en órganos dentarios anteriores. Fuente Directa**



**Figura 31A. Fractura cúspide coronal en órganos dentarios posteriores. Fuente Directa**

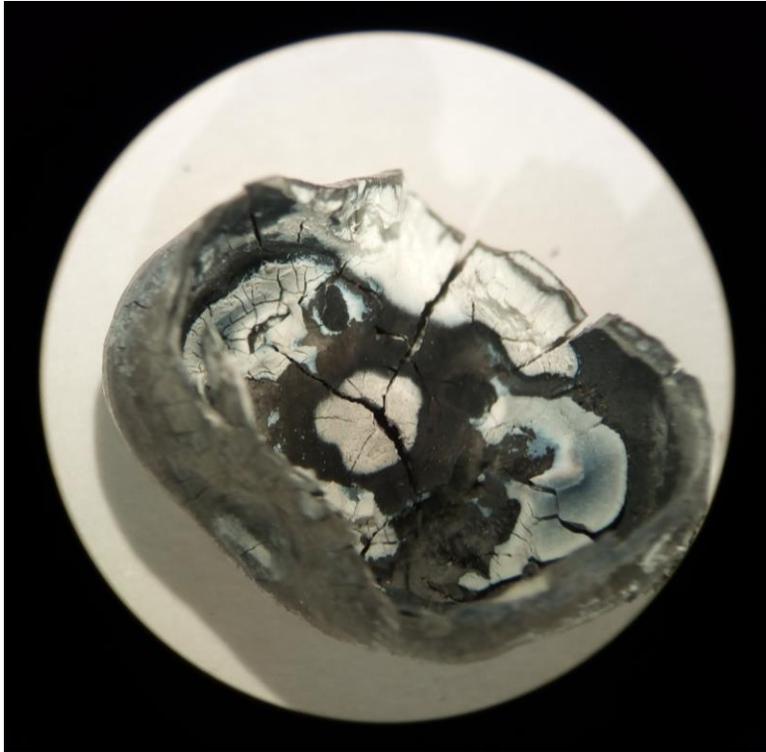


Figura 31B. Remante dentinario en esmalte de órganos dentarios posteriores. Fuente Directa

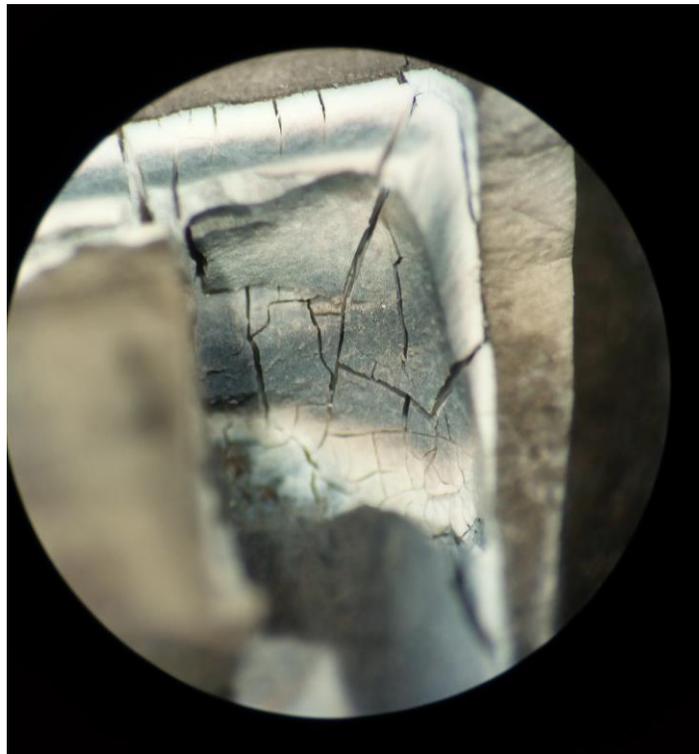


Figura 32A. Remante dentinario en esmalte de órganos dentarios anteriores. Fuente Directa

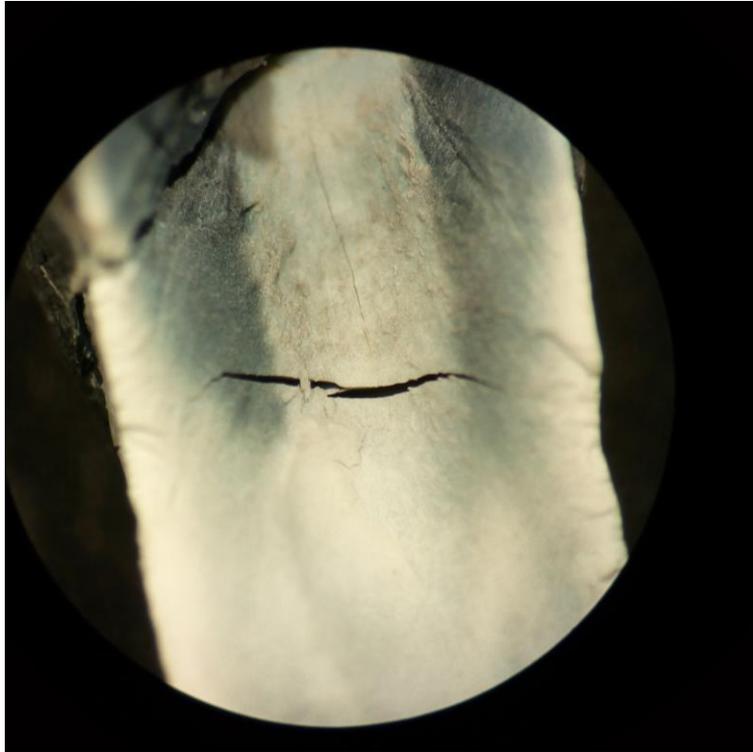


Figura 32B. Complejo dentino-pulpar; nótese la fisura horizontal. Fuente Directa



Figura 32C. Coloración dentinaria. Fuente Directa

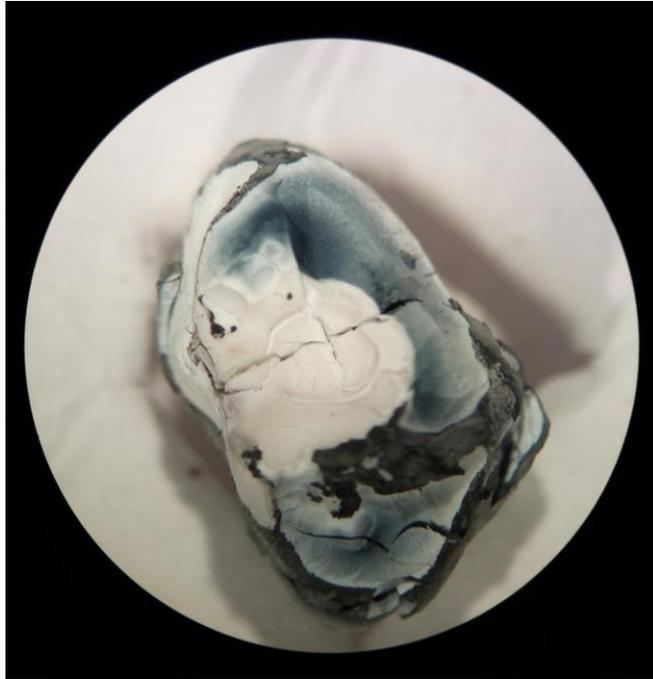


Figura 33. Vista superior órgano dentario posterior. Fuente Directa

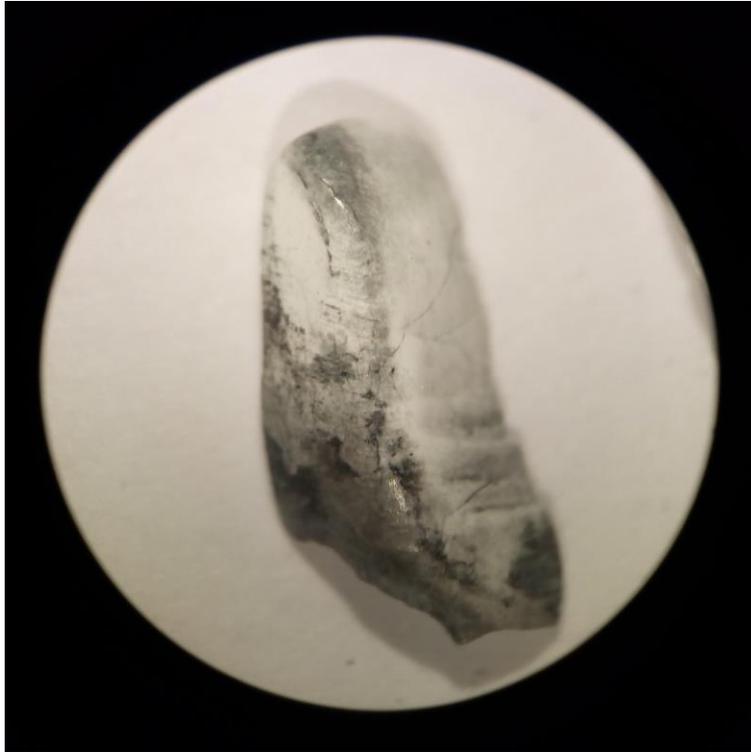


Figura 34. Vista superior del órgano dentario; nótese la presencia de pulpa. Fuente Directa

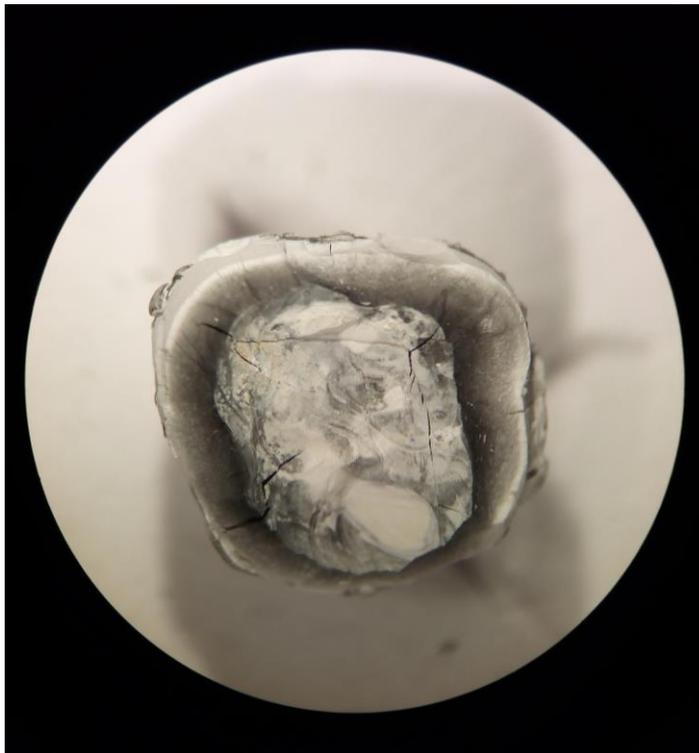
**1000°C** El esmalte adquiere una coloración blanca sin brillo con pigmentaciones gris en cervical tanto en posteriores como en anteriores con fractura en dos partes de la corona y la raíz se tornó color blanca sin brillo (*Figura 35A y 35B*). La dentina se observa de color blanco con pigmentaciones grises, fisuras verticales y horizontales en corona y fisuras horizontales en la raíz (*Figura 36A, 36B, 36C y 36D*). La pulpa en dientes anteriores se observó transparente en zona coronal que iba a una tonalidad gris claro en la raíz, esta coloración se invierte en los dientes posteriores. (*Figura 37A y 37B*)



**Figura 35A.** Órgano dentario sometido a 1000°C. Fuente Directa



**Figura 35B. Fractura coronal. Fuente Directa**



**Figura 36A. Vista superior; obsérvese la coloración de la dentina. Fuente Directa**

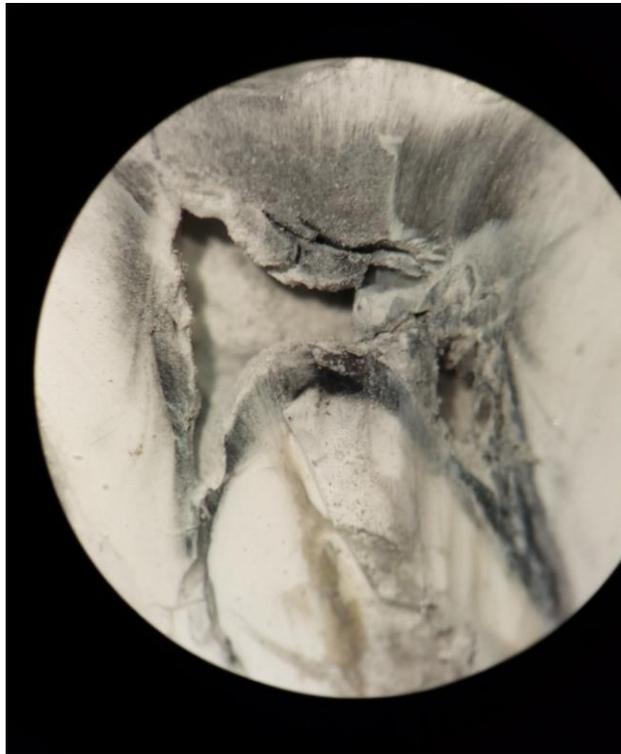
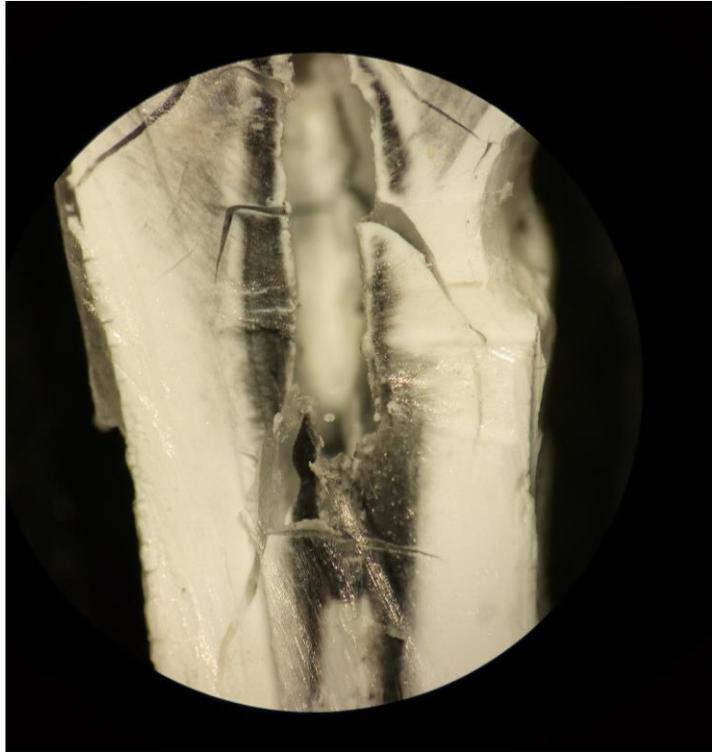


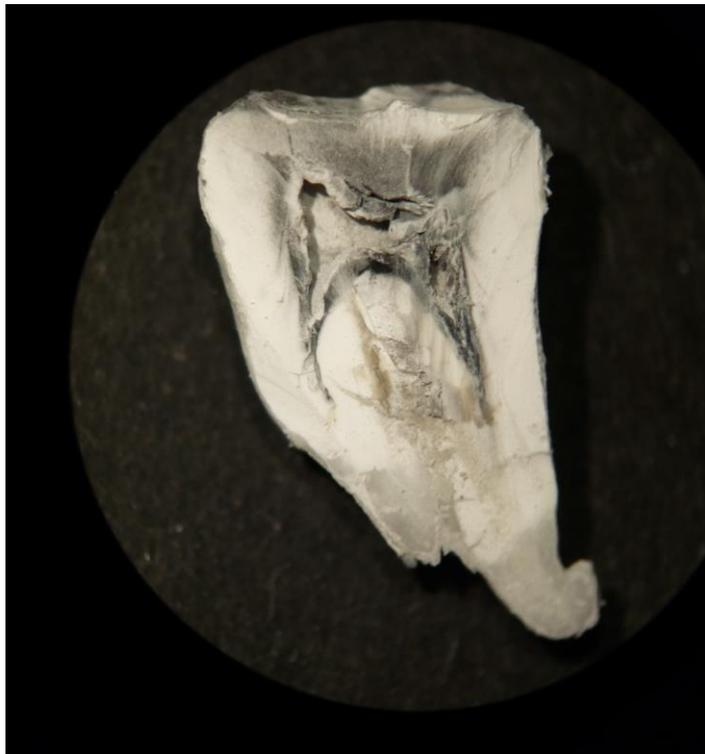
Figura 36B. Complejo dentino-pulpar; nótese la deshidratación de los tejidos. Fuente Directa



Figura 36C. Complejo dentino-pulpar; nótese la coloración de la dentina. Fuente Directa



**Figura 36D. Presencia de fisuras en dentina. Fuente Directa**

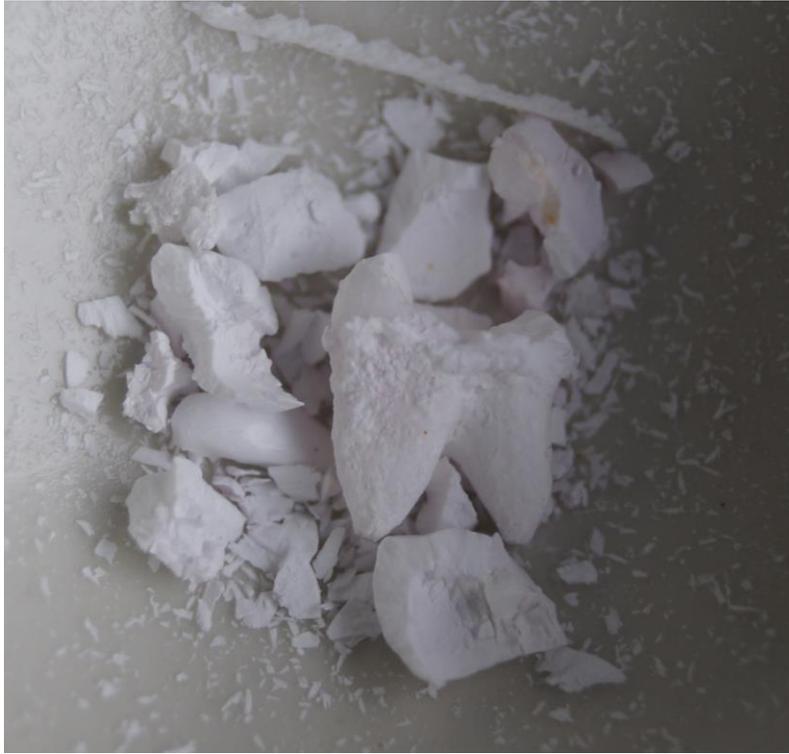


**Figura 37A. Corte longitudinal del órgano dentario posterior. Fuente Directa**

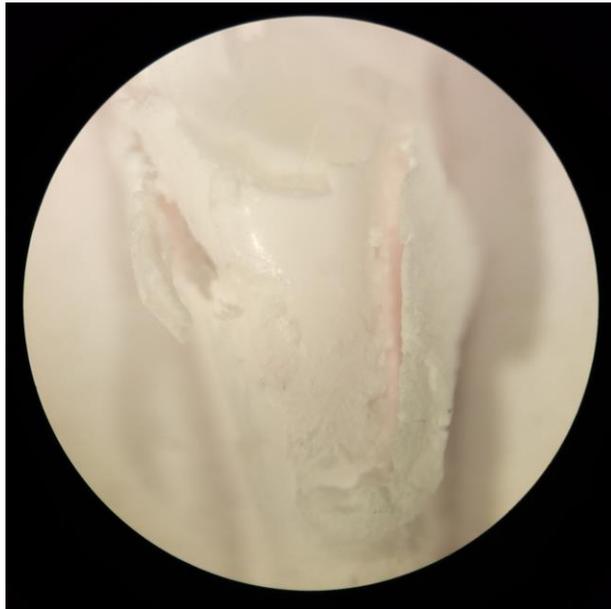


Figura 37B. Corte longitudinal del órgano dentario anterior. Fuente Directa

**1200°C.** El esmalte obtiene una coloración blanco sin brillo y una fragmentación completa de la corona, la raíz presenta un color blanco con pigmentación rosa hasta tercio medio (*Figura 38A, 38B y 38C*). La dentina adquiere un color blanco sin brillo, cavidad pulpar con fisuras horizontales y la dentina radicular muestra una ligera pigmentación naranja (*Figura 39A, 39B y 39C*). Ausencia de pulpa tanto en anteriores como en posteriores. (*Figura 40*)



**Figura 38A. Fragmentación total de corona. Fuente Directa**



**Figura 38B. Pigmentación color rosa en tercio medio radicular. Fuente Directa**



Figura 38C. Órgano dentario sometido a 1200°C. Fuente Directa

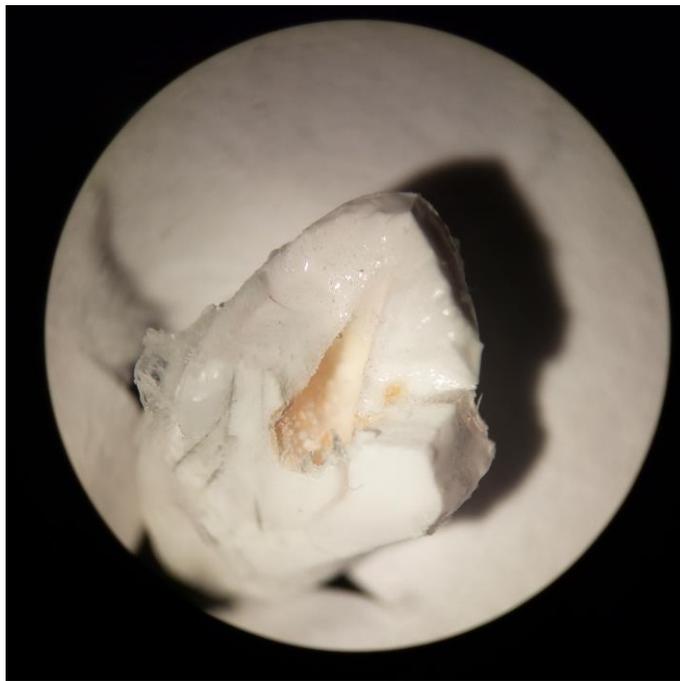


Figura 39A. Vista superior de órgano dentario anterior. Fuente Directa



Figura 39B. Corte longitudinal de órgano dentario anterior. Fuente Directa



Figura 39C. Completo dentino-pulpar; nótese la pigmentación color naranja. Fuente Directa

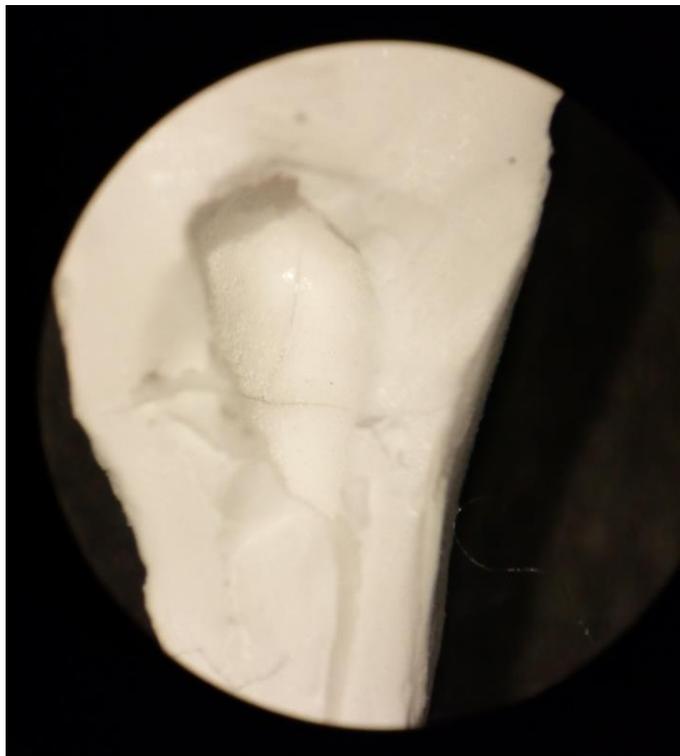


Figura 40. Cavidad pulpar; ausencia de pulpa dental. Fuente Directa

## DISCUSIÓN

A contrario de las diversas investigaciones acerca de los procesos de transformación de las estructuras óseas ante la acción del fuego, los estudios acerca de los órganos dentarios como los mencionados anteriormente, aunado a la utilización de sustancias en dichos estudios que podrían realizar modificaciones en los órganos dentarios, como por ejemplo el Hipoclorito de Sodio.

Esta investigación evidencia la especial relevancia que existe entre los dientes y el fuego, ya que son una muestra clave y de especial relevancia en situaciones de víctimas carbonizadas debido a la perdurabilidad que le brindan en un inicio los tejidos periorales, la musculatura facial, mucosa y tejido óseo.

La carbonización cadavérica es equivalente a una quemadura de cuarto grado y esta a su vez es equiparable a una temperatura de 200°C, por lo cual los rangos aplicados en este estudio comenzaron a esta temperatura. En este rango no se observan cambios muy significativos de color, pero se puede apreciar la deshidratación de tejidos.

A los 400°C comienza la aparición de múltiples fisuras horizontales y verticales en toda la corona al igual que en el estudio realizado por Aramburo J, Zapata A, Zuñiga S, Moreno F <sup>(49)</sup> donde hacen referencia que las fisuras en toda la corona confieren un aspecto de red de microfracturas que fue denominada por Merlati et al <sup>(50)</sup> como “craquelado del esmalte”. Esto difiere con lo encontrado en otro estudio donde el esmalte adquirió este aspecto a los 600 °C. <sup>(48)</sup>

A esta temperatura se hace evidente la separación del esmalte con la dentina en la línea cervical, esto debido a la diferencia de contenido orgánico existente en estos dos tejidos. La pulpa dental a esta temperatura se encuentra en una fase de carbonización, donde fueron visibles zonas con una coloración tornasol.

Uno de los cambios más significativos de los tejidos dentales fue la separación del esmalte de la dentina a los 600°C en forma de “casquete”, esto ha sido asociado a la combustión de los componentes, debido a que el esmalte presenta un alto contenido inorgánico y un escaso contenido orgánico y de agua que sufre combustión y evaporación, el aumento de temperatura altera el contenido inorgánico aumentando su contracción térmica, lo que genera la aparición inicial de fisuras y grietas que le proporcionan un aspecto cuarteado y que finalmente ocasionan su fractura. Es de interés enfatizar que dentro del casquete de esmalte queda retenida cierta cantidad de dentina coronal debido a la invaginación oclusal (surcos y fisuras) en este tejido por tanto, es evidente que las zonas de fractura de la dentina, debido a los coeficientes de expansión térmica y a la posterior pérdida de volumen, se dan en la corona a nivel cervical en la línea amelocementaria. <sup>(53,</sup>  
54)

A los 800°C el esmalte obtiene una coloración gris oscura con pigmentaciones negroazuladas lo cual demuestra aún la existencia de un proceso de carbonización, Rubio L, Sioli J, Santos I, Fonseca G, Martín-de-las-Heras S <sup>(48)</sup> refiere la misma coloración gris oscuro con manchas azuladas difiriendo en el rango de temperatura (600°C). A diferencia de los rangos anteriores donde los

resultados de este trabajo y otros estudios están un tanto homogeneizados, en este rango se encuentran diferencias en los resultados de los diversos tejidos, refiriendo algunos autores una coloración blanco tiza del esmalte lo cual indicaría la incineración del tejido. <sup>(49)</sup>

Los órganos dentarios a los 1000°C presentaron fracturas en la corona, está aún contaba con una coloración grisácea. En la dentina, mostraban el mismo patrón de pigmentación gris tanto en posteriores como en anteriores. Esta apariencia gris en la dentina es debida una fase de incineración. <sup>(53)</sup> La única discrepancia encontrada entre los dientes anteriores y posteriores, fue en la pulpa, donde se observó que la región pulpar de los dientes anteriores presentaba una coloración, que iba de translúcida a gris oscura de corona a raíz. En cambio, en posteriores este orden de color se invierte.

A una temperatura de 1200°C el esmalte se observaba totalmente de color blanco, habiendo una fragmentación de la corona, a diferencia de otros autores que describen esta alteración a una temperatura de 600°C. <sup>(54)</sup> Se apreció una coloración hasta tercio medio de la raíz color rosa, lo cual podría hablarnos de una pulverización pulpar debido a la ausencia de esta al realizar el corte sagital.

Los cambios presentados, tanto macroscópicos como micro-estructurales, no presentaron una diferencia significativa entre los órganos dentarios anteriores y posteriores. La coloración, que se presentó de forma gradual, se observó que en los individuos de un mismo grupo fue semejante en cada uno de ellos,

estableciendo así las diferencias que se pueden encontrar dependiendo a los grados a los que fueron expuestos. (*Anexo 4 y 5*)

El presente estudio se llevó a cabo en un horno para desencerrar el cual nos permite simular las condiciones que se presentan en la cavidad bucal en aquellos ilícitos donde se exponga el cuerpo humano a altas temperaturas llegando a un estado de carbonización, esto nos permite utilizar órganos dentarios anteriores y posteriores debido al efecto mufla que nos refiere que en cierto momento toda la cavidad bucal presentará la misma temperatura; a diferencia del estudio realizado por Rubio L, Sioli JM, Santos I, Fonseca GM, Martín-de-las-Heras <sup>(48)</sup>, en el cual solo se tomaron en cuenta los dientes posteriores (premolares y molares) y se observaron las alteraciones producidas en el cemento, las cuales no fueron valoradas en este estudio ya que no se consideran una constante que se pueda encontrar en todos los dientes que se extraen debido a la fragilidad del mismo.

En cuanto a la descripción del color, este podrá cambiar entre los autores debido a la variabilidad de técnicas implementadas, pero se debe considerar que la realización de ellas implica un costo elevado y maquinaria especializada, por lo que se ofrece una manera más eficaz y sencilla de realizar esta confronta con las características encontradas.

## CONCLUSIONES

Los tejidos dentales son las estructuras más duras y resistentes del cuerpo humano, capaces de subsistir a grandes temperaturas así como de evidenciar cambios específicos en su estructura dependiendo la temperatura a la que son expuestos, todas estas alteraciones y en especial los cambios de color de las diferentes estructuras que lo conforman, son de gran importancia en el examen de cadáveres carbonizados ya que la acción del fuego compromete la integridad de los tejidos blandos del cuerpo dejándolos inservibles para muchas de las pruebas y/o estudios forenses, a excepción de las piezas dentales, de las cuales podemos obtener mucha información relevante para conocer en detalle ciertas circunstancias especiales y específicas en el desarrollo de los eventos donde se ven involucrados cuerpos humanos expuestos a altas temperaturas, ya sea por la acción del fuego directo o cualquier método que eleve la temperatura hasta llegar a provocar quemaduras o incineración.

A diferencia de otras investigaciones dónde se enfocan exclusivamente a la identificación de los cuerpos carbonizados, el presente estudio cubre la necesidad de conocer los cambios morfoestructurales que sufren los órganos dentarios expuestos a altas temperaturas para posteriormente ser utilizados en retrospectiva y establecer la temperatura a la que fue expuesto ese cuerpo con el fin de llegar a la verdad histórica de los hechos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez C, Maldonado M. Odontología legal: su importancia y evolución. RAAO. 2013; 11(1):65-69.
2. Enciclopedia criminalística, criminología e investigación. 1ª Ed. Bogotá D.C.: Sigma editores, 2010. 3 tomos, fotos, ilustraciones y CD ROM. Tomo II: criminología, 528 p.
3. Montiel SJ. Criminalística 3. 2ª edición. México. Limusa; 2012: 312p.
4. Moreno GR. Notas de un criminalista. 3ª edición. México. Porrúa; 2006: 245p.
5. Fonseca G, Briem-stamm A, Cantín M, Lucena J, Bentkovski A. Odontología Forense I: Las huellas de mordedura. Int. J. Odontostomat. 2013; 7(1): 149-157.
6. Ferrari MI, González CM, Heit OFJ. La odontología legal en la Argentina, a 20 años de la primera cohorte de especialistas en Odontología Legal. Rev Asoc Méd Foren Rep Arg. 2016; 39(63): 4-8.
7. Lozano y Andrade O. Estomatología Forense. Primera edición. Editorial trillas. México; 2007:200 p.
8. Mendoza HJ. Antecedentes históricos de la odontología legal y forense. Odontología Actual. 2016; 13(162): 10-12.

9. Real Academia Española. (2014). Odontología. En Diccionario de la lengua española (23.a ed.). Disponible en <http://dle.rae.es/?id=QuX34m6>
10. Avalos GR. Técnicas de Investigación forense. Ed Trillas; México 2015:110 p.
11. Hikal W. Glosario de Criminología, Criminalística y Victimología criminal. 2ª edición. México. Editorial Flores: 2015; 636p.
12. Moya PV, Roldán GB, Sánchez SJ. Odontología legal y forense. España. MASSON; 1994:389p.
13. Arango RJ. Odontología Forense en la Identificación Humana. Colombia. Sello Editorial, Universidad de Medellín; 2013.
14. Ccaza ZJ. Diccionario elemental de Criminalística, Criminología y Ciencias Forenses. México. Editorial Flores; 2013: 404p.
15. Correa RA. Identificación forense: Manual práctico de antropología forense. 3ª edición. México. Trillas; 2011: 135p.
16. Ferreira PJ, Espina FA, Barrios FF, Gregorio MM. Conservación de las estructuras orales y faciales del cadáver quemado. REv Ciencia Odont. 2005; 2(1): 58-56.
17. Vázquez L, Rodríguez P, Moreno F. Análisis macroscópico in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales dentales de uso en endodoncia

- sometidos a altas temperaturas con fines forenses. Revista Odontológica Mexicana. 2012; 16 (3): 171-181.
18. Medina S, et al. Análisis macroscópico de los tejidos dentales y periodontales de cerdo (*Sus domesticus*) sometidos a altas temperaturas. Revista estomatol salud. 2013; 21 (1): 28-34.
19. Marín L, Moreno F. Odontología Forense: Identificación Odontológica de cadáveres quemados. Reporte de dos casos. Revista Estomatología. 2004; 12(2): 56-70.
20. Abadía S, et al. Comportamiento del color de discos y restauraciones en resina compuesta sometidos a altas temperatura con fines forenses. Cuad Med Forense. 2015; 21 (3-4): 117-126.
21. Lasala A. Endodoncia. 4º edición. Ediciones científicas y Técnicas, S.A., 1992.
22. Cohen S, Hargreaves MK. Vías de la pulpa. Décima edición. Editorial Elsevier; 2011.
23. Gómez FE., Campos MA. Histología y Embriología bucodental. 2ª edición Editorial Médica Panamericana.
24. Junqueira LC, Carneiro J. Histología básica. 5º edición. Barcelona, España. 2001, MASSON. 489p

25. Velayos JL. Anatomía de la cabeza: para odontólogos. 4° edición. Buenos Aires; Madrid. Médica Panamericana, 2007. 320 p
26. Quiroz RJ. Análisis Químico Forense de Sustancias Inflamables. Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico Biólogo. México: FES Zaragoza, UNAM. 2014
27. Hall R, Adams B. Fundamentos de lucha contra incendios. 4° edición. IFSTA. 1998.
28. Gandarillas RJ. Prevención y control de incendios en espacios confinados. Tesis para obtener el título de grado en ingeniería Marina. España: Escuela Técnica Superior de Náutica; Universidad de Cantabria; 2016.
29. Houk M, Siegel J. Fundamentos de Ciencia Forense. México. Trillas; 2014: 613p.
30. Vargas E. Medicina Legal. 3a ed. Costa Rica: Lehmann Editores; 1983.
31. Gisbert Calabuig, JA, Villanueva, E: Medicina Legal y Toxicología. 6ª edición. Editorial Massón, Barcelona, 2004. 409-429.
32. Mendez CF, Mendez OF. Elementos básicos de medicina forense. 4° edición. Mendez Editores. 1992.
33. Norrlander AL. Burned and incinerated remains. In: Bowers CM, Bell GL, Editores. Manual of forensic odontology. Ontario: Monticore Publishers, 1997: 16-8.

34. Trelliso, L. La acción del fuego sobre el cuerpo humano: la antropología física y el análisis de las cremaciones antiguas. *Cypsela* 2001;13: 87-98.
35. Barraza MS. Rebolledo ML. Identificación de cadáveres sometidos a altas temperaturas, a partir de las características macroscópicas de sus órganos dentales y la aplicabilidad de la genética forense. *Univ Odontol.* 2016; 35(74):
36. Delattre VF. Burned beyond recognition: Systematic approach to the dental identification of charred human remains. *J Forensic Sci* 2000; 45:589-96.
37. Sánchez JA, Robledo MM. Cadáveres quemados. Estudio antropológico forense. *Cuad Med Forense* 2008; 14(53-54): 269-276.
38. BBC Mundo [Internet] México: Lo que hay detrás de la barbarie del narco en México. [ 12 mayo 2012; citado noviembre 2017] Disponible en: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/05/120514\\_mexico\\_violencia\\_razones\\_pea](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/05/120514_mexico_violencia_razones_pea)
39. El País [Internet] México: Nuevos Cadáveres colgados y 14 mutilados en la ciudad mexicana de Nuevo Laredo. [04 mayo 2012; citado en noviembre 2017] Disponible en: [https://elpais.com/internacional/2012/05/04/actualidad/1336157085\\_080207.html](https://elpais.com/internacional/2012/05/04/actualidad/1336157085_080207.html)
40. Arteaga BN. Decapitaciones y mutilaciones en el México contemporáneo. *Espacio Abierto.* 2009; 18 (3): 463-486.

41. Proceso [Internet] México: El Pozolero, un albañil que acabó disolviendo en sosa cáustica 300 cadáveres. [05 junio 2015 citado noviembre 2017] Disponible en: <http://www.proceso.com.mx/406456/el-pozolero-un-albanil-que-acabo-disolviendo-en-sosa-caustica-300-cadaveres>
42. El universal [Internet] México: Fosas clandestinas, el horror que dejó el narcotráfico en México. [Citado en febrero 2018] Disponible en: [http://archivo.eluniversal.com.mx/graficos/graficosanimados14/EU\\_Fosas\\_Clandestinas/](http://archivo.eluniversal.com.mx/graficos/graficosanimados14/EU_Fosas_Clandestinas/)
43. El país [Internet] México: halladas en México tres fosas clandestinas con más de 30 cadáveres. [ 16 enero 2018; citado en febrero 2018] Disponible en: [https://elpais.com/internacional/2018/01/16/mexico/1516124024\\_373438.html](https://elpais.com/internacional/2018/01/16/mexico/1516124024_373438.html)
44. Cabrera GM, Hernández JV, Bustamante ZP. La acción del fuego para la investigación forense. *Odontología Actual*. 2017; 14 (175): 30-32.
45. El Universal [Internet] México: Lobohombo, a seis meses. [20 abril 2001. Citado febrero 2018]
46. Huertas DO, Benítez NC, Gómez CW, Martínez GL, Trujillo GJ. Análisis de la investigación de la desaparición forzada de 43 estudiantes de Ayotzinapa y la responsabilidad internacional del Estado mexicano. *Revista Verba Iuris*. 2016; 11(36): 27-57.

47. Pol CA, Ghige SK, Gosavi SR, Hazarey VK. Effects of elevated temperatures on different restorative materials: An aid to forensic identification processes. *Journal of Forensic Dental Sciences*. 2015; 7: 148-152.
48. Rubio L, Sioli J, Santos I, Fonseca G, Martin-de-las-Heras S. Alteraciones morfológicas en dientes sometidos a altas temperaturas con interés forense. *Int. J. Morphol*. 2016; 34(2): 719-728.
49. Aramburo J, Zapata A, Zuñiga S, Moreno F. Análisis estereomicroscópico de materiales dentales de uso en endodoncia sometidos a altas temperaturas. *Rev Estomat*. 2011; 19 (2): 8-15.
50. Merlati G, Savio C, Danesino P, Fassina G, Menghini P. Further Study of restored and unrestored teeth subjected to high temperatures. *J Forensic Odontostomatol* 2004; 22:17-24.
51. Medina S, Mejia C, Moreno F. Comportamiento in vitro del colágeno de la unión amelo-dentinaria en premolares humanos sometidos a altas temperaturas. *Salutem Scientia Spiritus* 2015; 1(2):9-18.
52. Moreno S, León M, Marín L, Moreno F. Comportamiento in vitro de los tejidos dentales y de algunos materiales de obturación dental sometidos a altas temperaturas con fines forenses. *Colomb Med*. 2008; 39 Supl 1: 28-46.

53. Medina S, Salazar L, Mejia C, Moreno F. In vitro behavior of the dentin and enamel calcium hydroxyapatite in human premolars subjected to high temperatures. DYNA. 2016;83 (195) :34-41.
54. Bagdey SP, Moharil RB, Dive AM, Thakur S, Bodhade A, Dhobley AA. Effect of various temperatures on restored and unrestored teeth: A forensic study. Journal of Forensic Dental Sciences. 2014; 6: 62-66.

## ANEXO 1



### UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Antes de aceptar la participación en este proyecto de investigación es importante que esté usted está enterado en qué consistirá su participación y que ésta es totalmente es voluntaria.

Para el proyecto de investigación se utilizaran órganos dentarios recién extraídos para poder someterlos a altas temperaturas y así poder conocer los cambios que estos presenten.

Los datos proporcionados como sexo y nombre permanecerán en el anonimato y no serán utilizados en ninguna publicación o presentación en público.

No se tendrá participación por parte de la persona que proporcione su órgano dentario recién extraído, por lo cual no existen riesgos de ningún tipo para el participante. Los beneficios que obtendrá por participar en el estudio es que el presente proyecto contribuirá a los conocimientos de la ciencia, no habrá beneficios directos para el participante, pero en el futuro se podrá ayudar a otras personas con los resultados obtenidos.

El participante en el estudio debe estar de acuerdo en participar en el proyecto de investigación, se le deben de haber contestado todas sus preguntas con claridad y debe saber que puede retirarse del estudio en cualquier momento si usted así lo desea.

Nombre del participante:

Firma:

Identificación No.

Nombre del investigador principal:

Firma:



## ANEXO 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



### FORMATO CAMBIOS EN ÓRGANOS DENTARIOS SOMETIDOS A ALTAS TEMPERATURAS

Órgano Dentario:

Temperatura:

<b>Tejido</b>		<b>Color</b>	<b>Fisura</b>	<b>Fractura</b>	<b>Fragmentación</b>	<b>Otros</b>
<b>Esmalte</b>						
<b>Dentina</b>	<b>Corona</b>					
	<b>Raíz</b>					
<b>Pulpa</b>	<b>Corona</b>					
	<b>Raíz</b>					

Notas:

Folio \_\_\_\_\_

### ANEXO 3

#### Norma fotográfica de los órganos dentarios antes y después de ser sometidos a la acción del calor.



Figura 41. Cambios de coloración en órgano dentario anterior sometido a los 200°C. Fuente Directa.



Figura 42. Cambios de coloración en órgano dentario posterior sometido a los 200°C. Fuente Directa.



Figura 43. Cambios de coloración en órgano dentario anterior sometido a los 400°C. Fuente Directa.



Figura 44. Cambios de coloración en órgano dentario posterior sometido a los 400°C. Fuente Directa.



Figura 45. Cambios de coloración en órgano dentario anterior sometido a los 600°C. Fuente Directa.



Figura 46. Cambios de coloración en órgano dentario posterior sometido a los 600°C. Fuente Directa.

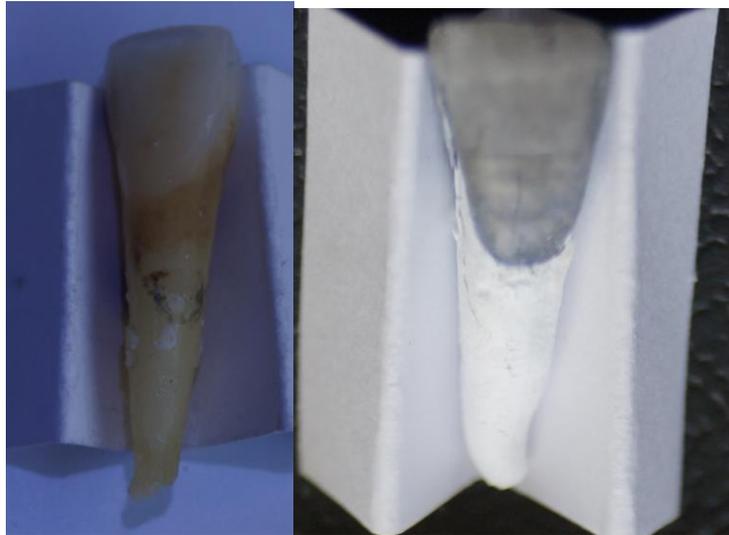


Figura 47. Cambios de coloración en órgano dentario anterior sometido a los 800°C. Fuente Directa.



Fuente 48. Cambios de coloración en órgano dentario posterior sometido a los 800°C. Fuente Directa.



Figura 49. Cambios de coloración en órgano dentario anterior sometido a los 1000°C. Fuente Directa.



Figura 50. Cambios de coloración en órgano dentario posterior sometido a los 1000°C. Fuente Directa.



Figura 51. Cambios de coloración en órgano dentario anterior sometido a los 1200°C. Fuente Directa.



Figura 52. Cambios de coloración en órgano dentario posterior sometido a los 1200°C. Fuente Directa.

Figura 54. Cambios morfoestructurales en órganos dentarios



88

ANEXO 4

FUENTE DIRECTA

Figura 55. Cambios morfoestructurales en órganos dentarios



89

ANEXO 5

FUENTE DIRECTA