

01421
284



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

COMPARACIÓN MORFOLÓGICA
ENTRE DIENTES HUMANOS Y DE
ANIMALES VERTEBRADOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A

ANA LAURA RENTERÍA SERVÍN

DIRECTORA: MTRA. BEATRIZ C. ALDAPE BARRIOS

Vo bo
[Handwritten signature]

MÉXICO, D.F. 2003





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por la guía y apoyo que me han dado para conseguir mis metas.

A la Mtra. Beatriz Aldape Barrios por el impulso que nos ofrece para ser mejores profesionistas.

Al Ing. José Luis Ruvalcaba-Sil por su ayuda en la realización del análisis PIXE y la interpretación de sus resultados.

Al Sr. Teodomiro Pérez por su colaboración en el procesamiento de las muestras para su observación.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: REUTERIA SERVIN

ANA LAURA

FECHA: 24 - NOVIEMBRE - 2003

FIRMA: Ana Laura Reuteria S.

ÍNDICE

Resumen	2
INTRODUCCIÓN	3
Dentición en los vertebrados	5
Evolución del sistema dental	8
Odontogénesis	10
Estructuras de los tejidos dentarios	16
Esmalte	16
Dentina	20
Pulpa	28
Cemento	30
OBJETIVO GENERAL	32
OBJETIVO ESPECIFICO	32
JUSTIFICACIÓN	33
HIPÓTESIS	33
MATERIALES Y MÉTODO	34
RESULTADOS	35
DISCUSIÓN	46
CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS	49
ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICAS	52
GLOSARIO	

Resumen

Para comprender los diferentes procesos que se llevan a cabo en los dientes a través de la investigación en animales, es necesario comprender primero su histología y establecer parámetros que sean comparables con el humano. El objetivo de este trabajo fue determinar las similitudes que existen en la morfología de la dentina, la pulpa y el cemento de diferentes especies animales con las del humano al ser observadas al microscopio de luz.

Se utilizaron cortes histológicos de dientes teñidos con H/E de humano, ratón, conejo, murciélago y piraña; además se realizó un análisis preliminar con la técnica PIXE para comprobar a través de la composición elemental de la dentina, la similitud que ésta tiene en el humano con otras especies.

La observación al microscopio reveló que todas las especies estudiadas comparten el mismo tipo de dentina que la del humano, mientras la morfología de la pulpa puede variar ligeramente dependiendo de la especie y el cemento tiene una similitud morfológica en las especies que lo presentaron.

El análisis PIXE permitió determinar la similitud entre la dentina del humano con la del murciélago y el ratón a partir de su composición elemental.

En conclusión se observó una similitud histológica entre los órganos dentarios humanos con los de ratón, conejo, murciélago y piraña, adquiriendo así un mayor conocimiento acerca de los modelos animales utilizados para resolver algunos de los problemas odontológicos que aquejan al hombre.

INTRODUCCIÓN

Los dientes han sido desde hace mucho tiempo motivo de estudio, esto se debe a ciertas características que los hacen atractivos no sólo a los odontólogos. Son especiales por contener la sustancia biológica más dura, el esmalte; su morfología macroscópica y microscópica interesan a los paleontólogos y antropólogos, pues mucho de lo que se sabe de la evolución animal está basada en los dientes; también la ciencia forense se apoya en la morfología de los dientes al utilizar las marcas dentales como registro de identificación;¹ poco a poco el interés por conocer más acerca de la morfología dental en diferentes campos ha ido incorporando diversos métodos y recursos para ampliar este conocimiento.

Desde el comienzo de la microscopía óptica, en el siglo XVII, hasta nuestros días, el estudio de la Histología ha ido avanzando a pasos agigantados por contar con nuevas técnicas de fijación, procesamiento y tinciones; antes de la utilización del microscopio electrónico y del desarrollo de métodos de corte ultradelgados, en la década de 1950, era poco lo que se sabía de la célula, gracias a estos descubrimientos, en la actualidad, se tiene un conocimiento de los componentes estructurales y ultraestructurales de los seres vivos. En el ámbito odontológico se puede recurrir a la literatura de histología bucodental y encontrar información acerca del tema, sin embargo aún queda mucho por investigar, por ejemplo, apenas en años recientes se han ido encontrando proteínas específicas que conforman los diferentes tejidos dentales de las cuales se conoce poco acerca de su función. Y, ¿qué se sabe acerca de otras especies? A pesar de los extensos estudios y pruebas dentales que se realizan en animales antes de probarse en humanos, en odontología poco se ha hecho por conocer la histología dental de otras especies.

Existen muchas fuentes de información sobre anatomía comparativa; específicamente sobre los dientes, se describen las diferencias anatómicas en forma, color, posición, que se dan en distintas especies de vertebrados, sin embargo sobre la histología la literatura es escasa. Se hace énfasis en la evolución de los vertebrados con respecto a las diversas funciones que han asumido, así se sabe que en muchos animales pueden identificarse los mismos órganos, aunque con frecuencia modificados en volumen, forma, incluso función, en relación con el modo de vida, pero que su estructura básica, su histología, tiene los mismos componentes; esta similitud que se da entre órganos existe también en los dientes, aunque poco es lo que se ha documentado.

En la embriología de las especies vertebradas se explica el desarrollo de los dientes, de la misma forma que la odontogénesis en el humano, con lo que se da a entender, que hay similitud entre sus órganos dentarios. Es por esto que surge la necesidad de comparar histológicamente los dientes de diferentes especies animales, ¿existe en realidad esta homología entre ellos? En este estudio son observados al microscopio cortes histológicos de dientes de humano, ratón, conejo, murciélago y piraña para observar la similitud de estructuras entre ellos y se analizan las muestras incluidas en cubos de cera mediante la técnica de emisión de rayos X (PIXE) para comprobar si existe una auténtica correspondencia entre el tejido dentinario de las diferentes especies estudiadas. Esta técnica es utilizada en el área biológica y médica en el análisis de tejidos sanos y enfermos, células y organelos, huesos, dientes, cabello, plantas, etc., para obtener información relevante del problema biológico específico a partir de la composición elemental del material en estudio. Para este análisis se requiere irradiar el material con un haz de partículas cargadas, producido por un acelerador de partículas, al interactuar el haz con el material se emite un conjunto de rayos X de diferente intensidad que son captados en dispositivos electrónicos para obtener un espectro PIXE, que se muestra como un gráfico; este se constituye por picos que corresponden a los rayos X de los elementos presentes en la muestra.² Con el fin de mostrar de manera visual los resultados obtenidos en este estudio, se presentan un conjunto de las fotografías más representativas de las muestras observadas, así como los resultados del análisis PIXE que se realizó en la dentina de humano, ratón y murciélago.

DENTICIÓN EN LOS VERTEBRADOS

Los dientes de los vertebrados están generalmente confinados a la cavidad bucal, en los huesos y cartílagos de la cabeza y la cara, o en el esófago en algunas serpientes, varían mucho en tamaño, forma y número; sirven para numerosas funciones, entre las que se incluyen, la caza, para comer, la deglución (en algunos peces y serpientes), la incisión de la comida en bocados pequeños, la trituración de los alimentos, como mecanismo de protección, para acicalarse, para trepar³, e incluso existen especies de murciélagos en las que las crías presentan dientes deciduos puntiagudos y encorvados para sostenerse a la madre durante el vuelo. Se pueden presentar dos denticiones (difiodontos) y una especialización de dientes por regiones (heterodontos); la mayoría de las especies completan el crecimiento de sus dientes al principio de la vida, con algunas excepciones, como los roedores, en los que los dientes están continuamente creciendo.⁴

La mayoría de los peces tienen dientes, pero en unos cuantos están ausentes, casi siempre su función es atrapar a su presa. Los peces que tienen estructuras óseas, presentan una amplia variedad de dientes, en algunos pueden aparecer en la lengua, paladar o en casos extremos en la garganta. Presentan una continua sucesión (polifiodontos) y en unos pocos casos están especializados por clases (heterodontos).⁴



Fig. 1 Dientes de piraña⁽¹⁾



Fig. 2 Dientes de piraña⁽¹⁾

...SIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los reptiles presentan una típica dentición que consiste en una hilera de dientes cónicos de diferentes tamaños los cuáles se suceden continuamente, sin embargo, algunas denticiones son más complejas, con dientes penetrantes, cortantes y triturantes, pero todos son de una sola raíz.⁴

En respuesta a las demandas funcionales, los dientes pueden ser clasificados estructuralmente en cuatro grupos: los incisivos, los caninos, los premolares y los molares, pero no siempre todos los animales presentan los cuatro.⁵ Los incisivos son los dientes que se encuentran más anteriormente en la arcada, tienen una forma simple como de cincel, escalpelo (en algunos murciélagos) o pala (incisivos inferiores de los hipopótamos).⁶ En los roedores están profundamente implantados en los maxilares, son curvos y crecen continuamente durante toda su vida, en ellos el esmalte está limitado a la superficie labial. En los lagomorfos (conejos y liebres) se presentan unos incisivos laterales muy pequeños inmediatamente después de los centrales. En el reino animal, los incisivos tienen muchas funciones como cortar ramas, acicalarse o separar la carne.^{7,8}

En los mamíferos, los caninos son dientes de una sola raíz adaptados para desgarrar los alimentos, a menudo son los dientes más largos en la boca y pueden hasta sobresalir de ella en algunos animales; en los humanos están reducidos en tamaño, otros animales como los roedores no los presentan.^{9,7,8} En reptiles venenosos, los caninos son huecos para conducir las sustancias secretadas por las glándulas venenosas, histológicamente son similares a los dientes sólidos excepto por la presencia de un canal tubular en el centro.⁹



Fig. 3 y 4 Maxilar de murciélago. Incisivos centrales y caninos⁽²⁾

CON
FALLA DE ORIGEN

Los premolares, también llamados bicúspides en muchos libros porque presentan dos cúspides en la mayoría de los casos, son generalmente similares a los molares en forma y función tanto en herbívoros como en omnívoros, pero en algunos carnívoros son utilizados para cortar carne.⁵



Fig. 5 Maxilar de murciélago.
Premolares⁽²⁾

Los molares de los mamíferos presentan formas variables dependiendo de la dieta del animal, son amplios para triturar, moler y cortar el alimento, presentando de tres a cinco cúspides y de dos a tres raíces.^{5,7}



Fig. 6 Molares de rata⁽²⁾

Evolución del sistema dental

Filogenéticamente los dientes provienen de la escama de los peces, desarrolladas en los bordes de la mandíbula; son el resultado de manifestaciones alternativas de un sistema morfogenético común. El odontómero es considerada la unidad fundamental exoesqueletal que fue experimentando diferentes cambios tanto de función como de forma; muchos factores han contribuido en este proceso, pero en especial la alimentación ha jugado un papel decisivo.¹⁰ Existen dos teorías de cómo ocurrió la evolución del diente; en la primera se cree que su evolución fue independiente de los maxilares, a partir de denticulos faríngeos, la segunda teoría nos dice que evolucionaron al mismo tiempo o después de los maxilares por internalización de denticulos dérmicos similares a los encontrados en los modernos tiburones.^{1,11}

Los mamíferos modernos han variado con respecto al modelo del mamífero placentario primitivo, el prototipo general de cualquier clase morfológica de diente de los mamíferos consta de un gran tubérculo cónico, puntiagudo, de bordes laterales cortantes, que de acuerdo a la teoría tritubercular el tubérculo principal u odontómero se diversifica hacia mesial y distal formando dientes tricuspídeos. Los dientes monotuberculados puntiagudos (haplodontos) de los peces y reptiles, se modificaron por formas multituberculadas (heterodontos).¹⁰ En su evolución unos cuantos animales marinos han incrementado el número de dientes, pero son pocos y casi todos los mamíferos presentan una reducción de ellos.⁴ El desarrollo de la lactancia y de las glándulas mamarias permitió que nacieran criaturas con pocos o ningún diente, los cuales se iban desarrollando conforme la mandíbula alcanzaba su tamaño adulto.¹⁰ Hace 2.5 millones de años un tipo de homínido, los Homo, empezaron a variar su dieta incorporando a ella nutrientes de alta calidad y fácil asimilación; comenzaron a utilizar herramientas para el corte, desgarrar y trituración de los alimentos provocando con ello una reducción del tamaño del aparato masticatorio. También al traspasar la función prensora de las mandíbulas a las manos, se contribuyó a la disminución del tamaño de los dientes anteriores, los premolares se hicieron bicúspides y los molares se tornaron más planos, recubriéndose de una gruesa capa de esmalte para soportar la trituración de los alimentos duros. En el hombre, la evolución fue también reduciendo el número de dientes y haciéndolos más simples, aunque algunas características de ellos como el tubérculo de Carabelli y las formaciones estiloides se adquirieron después, en los estadios tardíos de la sapientización.¹⁰

Para compensar el desgaste que se produce en los dientes, se han ido desarrollando diferentes métodos que mantienen los tejidos de las superficies masticatorias con suficiente

calcificación para su adecuado funcionamiento, por esto la dentición humana emplea el mecanismo de reemplazo de los dientes primarios por los dientes permanentes. Otro mecanismo, como el que presentan los roedores, es el continuo crecimiento de los incisivos que tienen un ápice que nunca cierra, lo cual los hace animales interesantes para la investigación, ya que en ellos pueden estudiarse todas las fases de odontogénesis, erupción y función en un solo diente.⁴ Así es como en el proceso evolutivo de los mamíferos han surgido dos tipos de dientes: los simples o braquiodontos y los complejos o hipsodontes. Los braquiodontos ya no crecen al terminar su erupción y se dividen en una corona, cuello y raíz definitivos; mientras que los dientes hipsodontes son estructuras de erupción constante por lo que no poseen una corona, cuello y raíz definitivos, éstos se pueden encontrar en los carrillos de los rumiantes, todos los dientes de los caballos, los incisivos de los roedores y el diente canino del cerdo.⁷

ODONTOGÉNESIS

El desarrollo del diente es el resultado de la acción inductora del ectomesénquima o mesénquima cefálico (denominado así porque son células de la cresta neural que han migrado a la región cefálica) sobre el epitelio bucal de origen ectodérmico; cada germen dental, aunque distinto anatómicamente, sigue un proceso similar, pasando sucesivamente por las siguientes etapas: iniciación, brote, casquete, campana, aposición, formación de la raíz y mineralización.^{12,13}

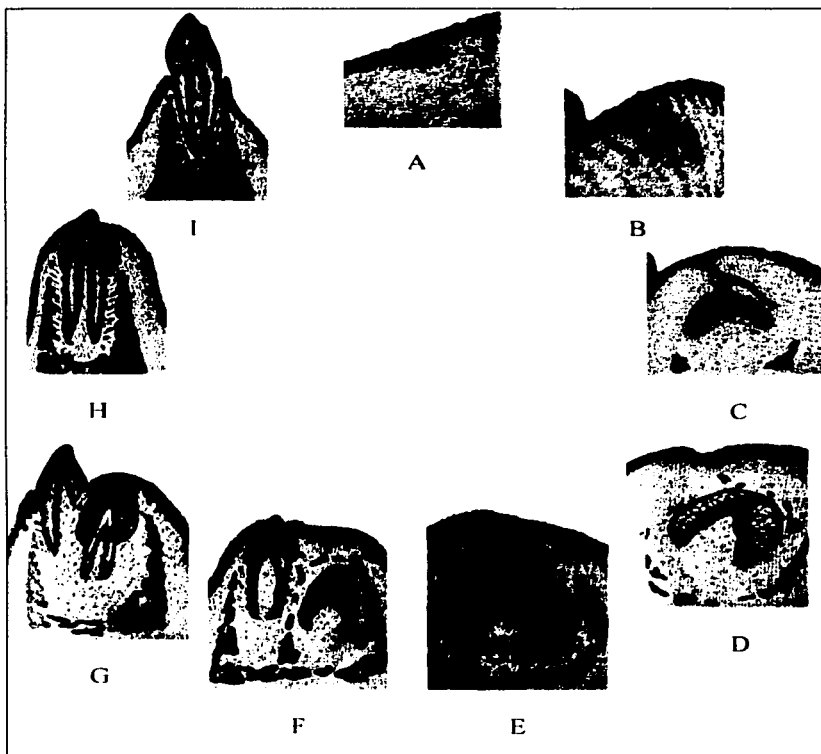


Fig. 7 Esquema de las etapas del desarrollo del diente.⁽³⁾

El ectodermo que cubre la cavidad oral del embrión está compuesto de una capa epitelial de dos a tres células de espesor, la cual empieza a proliferar en la región del futuro proceso alveolar, este fenómeno comienza durante la sexta semana de vida intrauterina en el hombre. Dicha proliferación origina un engrosamiento epitelial formando lo que se conoce como lámina dental; es una banda en forma de herradura que crece y penetra en el conjuntivo subyacente. Este es el primer signo de desarrollo dentario, y se le llama etapa de iniciación.^{12,14} Los peces, anfibios y reptiles no desarrollan lámina dental típica; sus dientes pueden formarse en cualquier parte de la cavidad bucal, sobre todo en el paladar.¹⁴



Fig. 8 Engrosamiento epitelial⁽⁴⁾



Fig. 9 Etapa de iniciación⁽⁴⁾

En ciertos puntos la lámina dental comienza a engrosarse hasta formar unas estructuras redondas u ovoides que se introducen hacia el mesénquima formando los gérmenes dentarios, alrededor de estos brotes comienzan a proliferar células mesenquimatosas, las cuáles se condensan; gradualmente el brote epitelial adquiere una superficie cóncava y en este momento se considera órgano del esmalte, continuando el desarrollo con la siguiente etapa denominada de casquete. En esta etapa se observan tres estructuras: el órgano del esmalte, la papila dental y el folículo dental, las cuáles darán origen después al esmalte, a la pulpa y al cemento respectivamente. Las células periféricas que revisten la convexidad del casquete son cúbicas y reciben el nombre de epitelio externo del esmalte, las células de la concavidad son altas y representan el epitelio interno del esmalte; entre ambos epitelios se sitúa la pulpa del esmalte, también de origen ectodérmico, constituida por un retículo laxo de células estrelladas (retículo estrellado). El mesénquima rodeado por el órgano del esmalte es llamado papila dental, las células adyacentes a ella y que envuelven al órgano del esmalte forman el saco o folículo dental.^{12,13,14}



Fig. 10 Estadío de brote⁽⁴⁾



Fig. 11 Estadío de casquete⁽⁴⁾

Posteriormente da inicio el periodo de campana, denominado así por la forma que adquiere el órgano del esmalte. Las células del epitelio interno del esmalte se diferencian en ameloblastos, productores de esmalte; mientras que, las células del retículo estrellado más próximas a los ameloblastos se diferencian en un estrato intermedio de elementos apretados, ricos en enzimas, sobre todo fosfatasas, el papel de éstas células es importante para la formación del esmalte. Por inducción de los ameloblastos, la capa externa de la pulpa que mira a aquellos se diferencia en odontoblastos, células productoras de dentina o marfil dentario.^{12,14}



Fig. 12 Estadío de campana⁽⁴⁾

Al proceso de diferenciación del órgano del esmalte y la papila dental se le llama citodiferenciación, mientras que a la diferenciación de los tejidos dentales durante esta etapa se le conoce como histodiferenciación; para este momento está perfilada la forma del diente. Si el diente que se está formando es deciduo, la lámina dental prolifera en su extremo profundo para dar origen a los órganos del esmalte de la siguiente generación de dientes; en el caso de los permanentes, la lámina dental comienza a degenerar y sus células sufren lisis quedando el germen independiente del epitelio oral.^{12,14,15,16} En los dientes braquiodontos, el

órgano del esmalte está intacto hasta la erupción, mientras que en dientes hipsodontos, se rompe antes de la erupción provocando que el tejido conjuntivo llegue al saco dentario en íntima relación con el esmalte de nueva formación, dando como resultado el depósito de cemento sobre esmalte.⁷

Al principio los ameloblastos y los odontoblastos están separados por una lámina basal, pero pronto se depositan entre unos y otros sustancias intercelulares consistentes. Los odontoblastos suelen ser los primeros en elaborar su producto; estas células de origen mesodérmico, tienen un largo proceso apical ramificado (fibras de Tomes) que llega hasta el límite dentina-esmalte; el ápice celular segrega primero una sustancia fundamental blanda con mucopolisacáridos y fibras colágenas: todo junto se llama predentina. Durante la etapa de diferenciación odontoblástica y en la formación de la primer matriz dentinaria, éstas células secretan colágena tipo I y III, mientras que los odontoblastos ya maduros producen colágena tipo I.¹² La dentinogénesis continúa con la mineralización de la predentina, esta se calcifica por deposición de cristales de hidroxiapatita, así resulta una dentina perforada por infinidad de canálculos que albergan los procesos odontoblásticos a la cual se le da el nombre de ortodentina. Cuando la dentina alberga también la membrana de los odontoblastos, como ocurre en los peces teleósteos, hay penetración de vasos en la dentina, llamándose vasodentina.^{14,16,17}

Los ameloblastos, células ectodérmicas altas, también poseen un proceso apical, aunque más breve que el del odontoblasto, sólo en los marsupiales es lo bastante largo para llegar al límite de la dentina. Por eso el esmalte de los marsupiales, a diferencia de los mamíferos placentarios, está perforado de finos canálculos, aunque no contienen procesos celulares vivos en el diente maduro.⁵ Durante el proceso de amelogénesis, los ameloblastos secretan diferentes tipos de proteínas y enzimas como la amelogenina, proteína que constituye del 80 al 90% de la matriz del esmalte en los mamíferos, ayudando a la adherencia y control del crecimiento de los cristales del esmalte; numerosos estudios muestran que la amelogenina se encuentra en los ameloblastos y en la capa de esmalte recién formada de todas las clases vertebradas.^{18,19} De las otras proteínas como la tuftelina, la enamelina y la ameloblastina es poco conocido su papel en el crecimiento de estos cristales. La enzima hidrolítica enamelisina (MMP20) tiene la función de limitar la proteólisis en la fase secretoria de la amelogénesis, después se reduce para que las proteasas continúen con el proceso de maduración.¹² En dientes braquiodontos, la erupción de la corona se acompaña de la desintegración de los ameloblastos, en hipsodontos los ameloblastos no se desintegran, continúan con su actividad por un periodo más extenso después de la erupción.⁷ Durante el proceso de maduración la matriz orgánica del esmalte es progresivamente degradada y

removida y los cristales de hidroxiapatita se depositan perpendicularmente a la superficie celular, formando un tejido altamente mineralizado que es el esmalte.¹⁹



Fig. 13 Etapa de aposición⁽⁴⁾



Fig. 14 Termina la formación de la corona e inicia el desarrollo de las raíces⁽⁴⁾

El desarrollo de las raíces comienza después que la formación del esmalte y la dentina ha alcanzado la futura unión cementoamantina, entonces el epitelio externo e interno del esmalte en su porción cervical constituyen la vaina radicular epitelial de Hertwig, sin estrato intermedio ni retículo estrellado. Estos epitelios se curvan en el futuro límite cementoamantino en un plano horizontal, formando el diafragma epitelial porque reduce el tamaño de la abertura que finalmente será el foramen apical. Cuando las células de la vaina han inducido la diferenciación de las células radiculares en odontoblastos y se ha depositado la primera capa de dentina, la vaina epitelial pierde su continuidad y su relación con la superficie de la raíz; el epitelio es desplazado de la superficie de la dentina por lo que, las células de tejido conectivo se ponen en contacto con la superficie externa de la dentina diferenciándose en cementoblastos, los cuáles depositan una capa de colágena, y polisacáridos proteicos que constituyen la matriz del cemento. Los restos del epitelio que migran, llamados restos epiteliales de Malassez persisten en el ligamento, su función no es conocida, pero en dientes que tienen crecimiento dental continuo, como los incisivos de las ratas, estos restos tienen la función de degradar la colágena mediante fagocitosis.^{12,15} En los dientes multiradicales la vaina emite dos o tres diafragmas en el cuello, destinados a formar por fusión, el piso de la cámara pulpar, una vez delimitado el piso proliferan en forma individual en cada una de las raíces; al completarse la formación radicular, la vaina epitelial se curva hacia adentro (en cada lado) para formar el diafragma, que como ya se ha mencionado rodea al agujero apical primario, futuro foramen apical.¹³ El crecimiento del cemento es un proceso rítmico, a medida que se forma una nueva capa de cemento de la

más antigua se calcifica, algunos cementoblastos son atrapados en lagunas, a éstas células incorporadas al cemento se les llama cementocitos. ^{12,15}



Fig. 15 Desarrollo de la raíz⁽⁴⁾

COPIA CON
FALLA DE ORIGEN

ESTRUCTURAS DE LOS TEJIDOS DENTARIOS

Aunque los dientes difieren en su aspecto macroscópico dependiendo del animal, en general comparten los mismos componentes estructurales: esmalte, dentina, cemento y pulpa.⁷

Esmalte

El esmalte es el tejido más duro, frágil y altamente mineralizado del cuerpo, se encuentra cubriendo la corona de los dientes y está adaptado para resistir a las fuerzas de masticación así como dar protección a la dentina y a la pulpa. Se puede considerar impermeable en comparación con la dentina. Su composición química es 96% inorgánica, 1% orgánica y 3% agua. La porción inorgánica está constituida por cristales largos de fosfato de calcio, llamados hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), carbonato de calcio, magnesio, potasio, sodio y flúor, y la parte orgánica se compone principalmente de proteínas y lípidos. La superficie externa es más mineralizada y dura que las partes profundas.¹²

Unidad estructural básica

La unidad estructural morfológica del esmalte es la varilla o prisma del esmalte, el cuál atraviesa ininterrumpidamente todo el grosor del esmalte, existiendo alrededor de 5 a 12 millones de ellos por corona. Se dice que su diámetro aumenta desde la unión amelodentinaria hacia la superficie en proporción de 1:2 aproximadamente. Cada prisma está compuesto por segmentos separados por líneas oscuras que le dan aspecto estriado, esto se debe a la formación diaria y rítmica de matriz del esmalte.^{15,20} A partir de la unión amelodentinaria, los prismas siguen un camino relativamente sinuoso y ondulado, por lo que tienen una longitud mayor que el espesor del esmalte. En general los prismas están orientados en ángulo recto hacia la superficie de la dentina.¹⁵

El conjunto de prismas forma el esmalte prismático, que constituye la mayor parte de este tejido dentario; en la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria existe el denominado esmalte aprismático en el que la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas.¹³

Bandas de Hunter-Schreger

El cambio más o menos regular en la dirección de los prismas ocasiona la aparición de las bandas de Hunter-Schreger. Estas bandas oscuras y claras de forma alternada denominadas diazonas o parazonas respectivamente, son de varios anchos, se originan en el borde amelodentinario y se dirigen hacia fuera terminando a cierta distancia de la superficie externa del esmalte.^{13,15,21}

Líneas incrementales de Retzius

Son bandas parduscas que se observan en los cortes por desgaste del esmalte; demuestran la forma como éste se desarrolla, reflejando las variaciones en estructura y mineralización, ya sea hipomineralización o hipermineralización, que se producen durante el crecimiento del esmalte. En cortes transversales de un diente las líneas incrementales de Retzius se ven como círculos concéntricos; en la región cervical son más numerosas.^{13,15,21}

Una de las líneas de Retzius está acentuada y es más obvia que las otras. Es la línea neonatal, o anillo neonatal o línea de Rushton-Orban, la cual marca la división entre el esmalte que se formó antes del nacimiento y el que se formó después, siendo el esmalte prenatal mejor desarrollado que el postnatal. Se puede encontrar en los dientes deciduos y los primeros molares permanentes de humanos. Ésta línea tiene aplicación en odontología forense.^{13,15,20}

Periquimatas

Son rodetes transversales, ondulados que se cree son la manifestación externa de las estrías de Retzius. Se continúan alrededor del diente y por lo general son paralelas entre sí y con respecto a la unión cementoamantina.¹⁵

Fisuras

Son estructuras angostas, en forma de fisuras, que se observan en casi todas las superficies. Se extienden por espacio de una distancia variable a lo largo de la superficie, en ángulo recto con la unión amelodentinaria, en la cual se originan.¹⁵

Laminillas del esmalte

Son estructuras delgadas parecidas a hojas que se extienden desde la superficie del esmalte hacia la unión amelodentinaria en el 100% de los casos de dientes humanos. Puede extenderse hasta la dentina y penetrar en ella. Están compuestas por material orgánico y poco contenido mineral, por lo que son consideradas sitios predisponentes a la caries. Las

laminillas pueden desarrollarse en los planos de tensión. En los sitios en que los prismas atraviesan ese plano, un corto segmento de prisma no llega a calcificarse totalmente.^{15,22}

Penachos del esmalte (de Linderer)¹³

Los penachos del esmalte están constituidos por prismas del esmalte hipocalcificados y sustancia interprismática rica en enamulina.¹² Los penachos del esmalte se originan en la unión amelodentinaria y recorren el esmalte desde un quinto a una tercera parte de su espesor. La impresión de penacho de hierba se crea con el examen de dichas estructuras en cortes gruesos de poco aumento. En tales circunstancias, las imperfecciones que se encuentran en diferentes planos y se curvan en distintas direcciones, se proyectan en un solo plano.¹⁵



Fig. 16 Penachos del esmalte⁽⁴⁾

Unión amelodentinaria

La unión amelodentinaria aparece en los cortes de forma festoneada con las convexidades de las ondas dirigidas hacia la dentina, asegurando así la firme retención del esmalte sobre la dentina.¹⁵ Es posible que esta unión sea favorecida por las proteínas encontradas en esta zona, las cuales sirven como agente cementante.¹²

Husos adamantinos

A veces, las prolongaciones de los odontoblastos pasan a través del límite amelodentinario hacia el esmalte. Dado que muchas de ellas están engrosadas en sus extremos, se les denomina husos adamantinos. Su origen se debe a los procesos de los odontoblastos que se han extendido hasta el epitelio del esmalte antes de que las sustancias duras fueran formadas. La dirección de los procesos de los odontoblastos y de los husos en el esmalte, corresponde a la dirección original de los ameloblastos (en ángulos rectos hacia la superficie de la dentina). Dado que los prismas del esmalte se forman en ángulo recto con el eje de los ameloblastos, la dirección de los prismas es divergente.¹⁵

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cutícula del esmalte

También denominada membrana de Nasmyth, cutícula primaria o película primitiva en mérito a su primer investigador; es una membrana que cubre toda la superficie de la corona del diente recién erupcionado y que corresponde a la última secreción de los ameloblastos, se pierde con la masticación. Es una membrana basal típica que se encuentra por debajo de la mayoría de los epitelios; posiblemente tiene la función de proteger al diente durante el periodo de erupción, pero desaparece cuando éste entra en oclusión, por acción del acto masticatorio o del cepillado. Parece ser secretada por los ameloblastos cuando se completa la formación del esmalte.^{13,15}

El esmalte de los humanos es casi en su totalidad prismático, pero existen otros tres tipos de esmalte en el reino animal: esmaltoide, esmalte aprismático y esmalte tubular.¹⁶ El esmaltoide es de origen mesodérmico, por lo que se considera más bien una capa hipercalcificada de dentina especializada. Este tejido cubre la dentina de los dientes en peces (excepto del celacanto) y de los anfibios larvarios.¹⁶



Fig. 17 Esmaltoide del diente de una piraña⁽⁵⁾

Los dientes del pez celacanto, de los reptiles (excepto el lagarto de cola espinosa) y de los anfibios adultos tienen una cubierta externa de esmalte aprismático derivado del ectodermo. Este esmalte se forma mediante la organización en paralelo de todos los cristales en ángulos rectos a la superficie del esmalte sin que existan cambios bruscos de la orientación de los cristales; esta disposición se asocia a una ausencia de prolongaciones de Tomes.¹⁶ El esmalte tubular es una forma especializada de esmalte prismático, se caracteriza por la presencia de túbulos tanto dentro como entre los prismas, y pueden continuarse con los túbulos dentinales subyacentes. Este tipo de esmalte se encuentra en la mayoría de los marsupiales y en muchos mamíferos placentarios.^{16,21}

Dentina

La dentina es la parte del diente que cubre a la pulpa y da soporte al esmalte, pero a diferencia de este, la pulpa es un tejido vital y elástico, el cual contiene odontoblastos y neuronas; los primeros tienen la función de formar la matriz dentinaria, las segundas de conducir información sensorial. Su composición química en relación al peso es, 70% mineral, 20% matriz orgánica y 10% agua, sin embargo no tiene una composición uniforme, algunos sitios están más mineralizados que otros.^{12,20} La matriz inorgánica está compuesta principalmente de hidroxiapatita, aunque también se encuentran en pequeñas cantidades carbonatos de calcio, flúor, magnesio, zinc y otros minerales. La mayor parte de la matriz orgánica consiste en colágena tipo I y en menor cantidad de tipo V y VI; otras macromoléculas como fosfoproteínas, proteoglicanos, glicoproteínas ácidas, fosfolípidos, factores de crecimiento y proteínas séricas son también encontradas dentro de esta matriz.¹²

Túbulos dentinarios

Las estructuras más prominentes en la dentina son los túbulos dentinarios, se encuentran por toda la dentina siguiendo una trayectoria en forma de S itálica, comenzando en ángulo recto desde la unión dentina-esmalte hacia la unión dentina-predentina, la primera convexidad de este trayecto doblemente curvo está dirigida hacia la superficie oclusal o incisal del diente, mientras que la segunda se dirige hacia el ápice, siendo las curvaturas más pronunciadas en la región cervical y casi rectos cerca de la raíz y a lo largo de los bordes incisales y cúspides; estas curvaturas son llamadas primarias. Existen otras curvaturas secundarias visibles microscópicamente que son el resultado de pequeñas ondulaciones en espiral del proceso odontoblástico durante el proceso de formación y mineralización de la matriz.^{12,15}



Fig. 18 Curvaturas secundarias de los túbulos dentinarios⁽⁴⁾

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los túbulos terminan perpendicularmente a la unión amelodentinaria y cementodentinaria, encontrándose separados en las capas periféricas y más juntos cerca de la pulpa, en donde también son más anchos, resultando una mayor densidad de ellos en esta zona que en la periferia. Se ha visto que la densidad de los túbulos varía significativamente de una especie a otra, por ejemplo el hombre presenta una densidad mayor que la del perro, esta característica de la dentina tiene gran importancia para estudios filogenéticos y taxonómicos.¹⁷ Algunos de los túbulos dentinarios se extienden dentro del esmalte por varios milímetros a través de la unión amelodentinaria, estos se conocen como husos adamantinos. Los túbulos dentinarios tienen muchas ramificaciones laterales a lo largo de la dentina que se originan casi en ángulo recto al túbulo principal, conocidos como canaliculos o microtúbulos.¹⁵

El contenido de estos túbulos está compuesto por estructuras celulares como las prolongaciones de los odontoblastos y fibras nerviosas. Entre la prolongación odontoblástica y la pared del túbulo existe un espacio estrecho (espacio periprocesal o periodontoblástico) ocupado por un fluido similar en composición al plasma sanguíneo llamado linfa o licor dentinario.^{12,13}

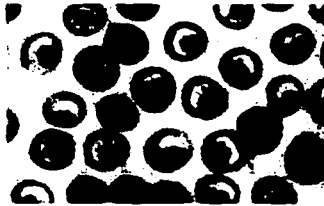


Fig. 19 Túbulos dentinarios⁽⁵⁾

Prolongaciones odontoblásticas

Cada odontoblasto emite una prolongación citoplasmática que atraviesa el grosor de la dentina (en áreas muy estrechas u obliteradas por depósitos minerales las prolongaciones están más acortadas), este proceso odontoblástico, conocido también como fibra de Tomes, ocupa los túbulos dentinarios; puede dividirse cerca de la unión amelodentinaria y extenderse hacia el esmalte en los husos adamantinos.^{15,20}

Pre dentina

La pre dentina se localiza adyacente al tejido de la pulpa, entre los odontoblastos y la dentina circunpulpal; ésta es la dentina que se forma primero y no se encuentra mineralizada. Conforme se mineralizan las fibras de colágena de la unión pre dentina-dentina, la pre dentina se convierte en dentina y una nueva capa de pre dentina se forma alrededor de la pulpa, así se mantiene durante toda la vida del diente.^{13,15} En un corte de diente descalcificado teñido con HE la pre dentina se tiñe menos intensamente que la dentina mineralizada, por lo que es fácil de observar.¹³

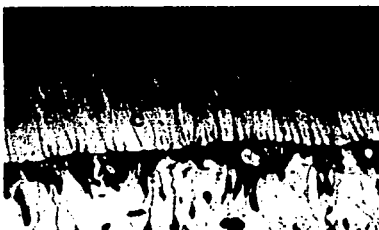


Fig. 20 (A) corresponde a la zona odontoblástica, (B) es la dentina y (C) es la pre dentina⁽³⁾

Líneas de incremento

Estas líneas reflejan el depósito continuo de la matriz de la dentina, hay dos tipos: las mayores o líneas de contorno de Owen y las menores o líneas de Von Ebner. Las primeras son líneas irregulares en grosor y espaciamiento, representan bandas hipocalcificadas debido a alteraciones en el proceso de calcificación; en los dientes deciduos y en los primeros molares se observa una línea acentuada, es la línea neonatal, que separa la dentina que se forma antes de la que se forma después del nacimiento, refleja los cambios bruscos del medio que ocurren en el nacimiento.^{13,15}

Las líneas de Von Ebner aparecen como finas líneas o estrías en la dentina que corren en ángulos rectos hacia los túbulos dentinarios. El curso de las líneas indica el patrón de crecimiento diario de la dentina.^{13,15}

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Fig. 21 Líneas de incremento en la dentina⁽⁹⁾

La dentina puede clasificarse basándose en su localización, el patrón de desarrollo que presenta y la composición de su matriz.¹²

Por localización:

Dentina peritubular

Es la dentina que rodea inmediatamente a los túbulos dentinarios formando las paredes de estos, no se encuentra en la dentina cercana a la pulpa. Es una dentina muy mineralizada que carece prácticamente de colágeno, por su crecimiento constriñe los túbulos dentinarios a un diámetro pequeño cerca de la unión amelodentinaria.^{13,15} En ella se pueden distinguir tres zonas: la zona hipomineralizada externa, la cual era considerada antiguamente una membrana (vainas de Neumann), es una zona muy delgada con fibras colágenas que se entremezclan con las de la matriz intertubular; la zona hipomineralizada media, es la de mayor espesor y de más alto grado de mineralización, la tercer zona es la hipomineralizada interna, ésta es la última en formarse por lo que está menos mineralizada que el resto.¹³

Dentina intertubular

El cuerpo principal de la dentina está compuesto de dentina intertubular. Se encuentra entre los túbulos dentinarios o más específico, entre las zonas de la dentina peritubular. Alrededor de la mitad de su volumen es matriz orgánica.¹⁵

TESIS CON
ALLA DE ORIGEN

Dentina del manto o palial¹³

Es la primera que se forma, está bajo la unión amelodentinaria. También se ha descrito en la raíz subyacente a la capa granular. Es la parte más externa o periférica de la dentina primaria. Está limitada por la unión amelodentinaria y la dentina interglobular. La matriz orgánica está formada por fibras colágenas muy gruesas (fibras de Von Korff) que se disponen de forma ordenada y regular; existen otras fibras de menor grosor y disposición irregular. Las fibrillas que se forman en la corona son perpendiculares a la unión amelodentinaria, a diferencia de la raíz, donde las fibras de la primera dentina que se forma, están orientadas paralela u oblicuamente a la unión dentina esmalte, no existiendo por tanto dentina del manto. Posee además abundante sustancia fundamental rica en glicosaminoglicanos sulfatados. Tiene menos defectos que la dentina circunpulpal.^{13,15,20}

Dentina circunpulpal

Debajo de la dentina del manto y formando el grueso del diente se encuentra la dentina circunpulpal, representa toda la dentina formada antes de que se complete la raíz. Las fibrillas colágenas de esta dentina son mucho más pequeñas en diámetro y se encuentran en forma más compacta; además esta dentina contiene ligeramente más mineral comparado con la dentina del manto. Estas dos capas de dentina están separadas por un tipo de dentina llamada interglobular.^{12,15}

Por patrón de desarrollo:

Dentina primaria

Es la dentina que se forma antes y durante la erupción del diente.¹²

Dentina secundaria

Es una banda estrecha limitando la pulpa y representa la dentina que se forma después de completada la raíz, contiene menos túbulos dentinarios que la dentina primaria. La dentina secundaria no se forma uniformemente y se encuentra en mayor cantidad en el techo y piso de la cámara pulpular coronal.¹⁵

Dentina terciaria

También llamada dentina reparadora, de respuesta o de reacción, es una formación localizada de dentina en el límite pulpa-dentina, que se forma como respuesta a trauma

como la caries o procedimientos restauradores. En estos casos, muchos odontoblastos degeneran y otros continúan formando esta dentina. Se caracteriza por tener menor número y más túbulos entrelazados que la dentina normal. Las células formadoras de dentina son frecuentemente incluidas en la sustancia intercelular producida rápidamente.¹⁵

Por su mineralización:

Dentina interglobular

Algunas veces la mineralización de la dentina comienza con la fusión de numerosas calcosferitas (pequeñas esferas o glóbulos de mineralización) en una masa globular que fracasan al unirse con homogeneidad, estas zonas se conocen como dentina interglobular o espacios interglobulares de Czermack. Se forma en las coronas de los dientes en la dentina circundante a la pulpa justo debajo del manto de dentina y sigue un patrón de incremento.^{12,13,15}

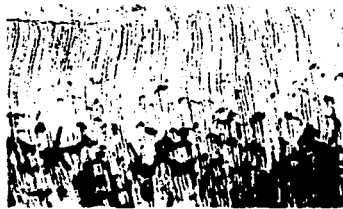


Fig. 22 Espacios interglobulares⁽⁵⁾

Capa granular

Al ser observada con luz transmitida la dentina de la raíz en un corte por desgaste, una zona adyacente aparece granular, es lo que se conoce como capa granular de Tomes. Se cree que es causado por la unión y la curvatura de las porciones terminales de los túbulos dentinarios.¹⁵

Dentina esclerótica

Cuando hay un incremento en la formación y mineralización de la dentina intratubular, el túbulo puede ser ocluido resultando una dentina llamada esclerótica, que es translúcida, se encuentra por lo general en las raíces, en especial cerca del ápice.¹²

Tractos desvitalizados

Las áreas de dentina caracterizadas por los procesos odontoblásticos degenerados dan origen a tractos desvitalizados o muertos. Son probablemente el paso inicial en la formación de dentina esclerótica. Estos túbulos pueden atrapar aire y aparecer negros con luz transmitida y blancos con luz reflejada.¹⁵

Según la clasificación de Shellis (1981), existen cuatro clases de dentina en el reino animal: la ortodentina, la vasodentina, la plicidentina y la osteodentina. La ortodentina es la más común, encontrándose en la mayor parte de los mamíferos y se caracteriza por la presencia de túbulos en el interior del tejido; en la vasodentina los túbulos pueden ser escasos o faltar por completo, teniendo en su lugar canales vasculares; la plicidentina es una dentina que se dispone alrededor de la pulpa en una serie de complicados pliegues, se encuentra en algunos lagartos y anfibios fósiles, por último la osteodentina se encuentra en algunos peces donde no existe una cavidad de la pulpa claramente definida, sino que aparece dividida por trabéculas dentinales.^{16,17}



Fig. 23

Osteodentina de anguila de mar⁽⁵⁾



Fig. 24

Osteodentina de anguila de mar⁽⁵⁾

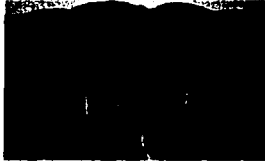


Fig. 25
Plicidentina de varano⁽⁵⁾



Fig. 26
Plicidentina de varano⁽⁵⁾



Fig. 27
Vasodentina de merluza⁽⁵⁾

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Pulpa

La pulpa es un tejido conectivo laxo ricamente vascularizado e innervado que se encuentra ocupando el centro de cada diente; formada por un 75% de agua y un 25% de materia orgánica que incluye células y matriz extracelular (fibras y sustancia fundamental); entre sus células se encuentran los odontoblastos, fibroblastos, células ectomesenquimáticas y macrófagos; en pulpas normales humanas se pueden identificar también linfocitos, células plasmáticas, y en ocasiones, eosinófilos y mastocitos. En la matriz extracelular se encuentran fibras colágenas, reticulares, elásticas y de oxitalán, además de sustancia fundamental constituida principalmente por proteoglicanos y agua.¹³ En la pulpa pueden distinguirse cuatro zonas topográficas: la zona odontoblástica, la zona oligocelular de Weil, la zona rica en células y la zona central de la pulpa.^{12,12,15,16}



Fig. 28 Relación de la pulpa con la dentina⁽³⁾

Zona odontoblástica

Es la que se encuentra en la periferia del tejido, es más gruesa en la corona que en la raíz del diente. En esta zona se encuentran los odontoblastos, es decir, las células formadoras de dentina; están adyacentes a la dentina dispuestos en empalizada, con sus cuerpos celulares hacia la pulpa y sus prolongaciones hacia los túbulos. Los cuerpos de los odontoblastos tienen aspecto cilíndrico con grandes núcleos ovalados que llenan la porción basal de la célula, se conectan entre sí por complejos de unión, como uniones ocluyentes y desmosomas en la porción apical y uniones de hendidura en las caras laterales que regulan

el intercambio de metabolitos de bajo peso molecular entre los odontoblastos. Cerca de ápice de un diente adulto los odontoblastos son ovalados, y de forma de huso, pareciendo más como osteoblastos, pero son reconocidos por sus prolongaciones que se extienden hacia la dentina.^{13,14,16}

Zona de Weil

Se encuentra por debajo de la capa de odontoblastos. Aparentemente acelular, sin embargo, es más bien anucleada, ya que cruzan dicha región prolongaciones celulares, es bien definida en la región coronaria de los dientes recién erupcionados, pero suele estar ausente tanto en la región radicular como en pulpas embrionarias. Contiene un plexo nervioso (de Raschkow), un plexo capilar subodontoblástico y fibroblastos que están en contacto con los odontoblastos por medio de uniones tipo nexus.^{13,16}

Zona rica en células

Esta zona se encuentra después de la zona de Weil, está compuesta principalmente por fibroblastos y células indiferenciadas.¹⁶

Los fibroblastos constituyen el tipo celular más numeroso de la pulpa. Estas células además de formar la matriz pulpar, tienen la capacidad de ingerir y degradar esta misma matriz. Poseen la forma estrellada típica y largas prolongaciones que toman contacto y se unen por uniones intercelulares a otros fibroblastos. Bajo el microscopio óptico se ve que los núcleos del fibroblasto se colorean intensamente con colorantes básicos, y su citoplasma aparece más claro y homogéneo. En la pulpa más vieja estas células aparecen redondeadas o en forma de huso con prolongaciones cortas y con pocos organelos intracelulares; entonces se les denomina fibrocitos.¹⁵

Las células mesenquimatosas indiferenciadas son las células primarias de la pulpa muy joven, algunas son vistas en las pulpas después que se completa la raíz. Son células poliédricas, más largas que los odontoblastos, con prolongaciones periféricas y largos núcleos ovalados.¹⁵

Zona central de la pulpa

Está formada por tejido conectivo laxo, contiene largos troncos nerviosos y vasos sanguíneos. En esta región se encuentran células indiferenciadas perivasculares y algunos fibroblastos y macrófagos.^{13,15}

Cemento

El cemento es un tejido conectivo mineralizado que cubre a la dentina en su porción radicular (aunque en ocasiones puede extenderse sobre el esmalte), proporcionando un medio de adosamiento para las fibras de colágena que enlazan al diente con las estructuras circundantes.^{13,15} Su composición química en relación al peso es de 65% de material inorgánico, un 23% de materia orgánica y un 12% de agua. El principal componente inorgánico es la hidroxiapatita aunque se encuentran otras formas de calcio en mayores proporciones que en el esmalte y la dentina, la concentración de oligoelementos tiende a ser mayor en la superficie externa;^{12,16} la matriz orgánica contiene colágeno de tipo I y III, proteínas no colágenas como la fibronectina, osteocalcina, vitronectina, osteopontina y sialoproteína ósea, consideradas no específicas del cemento, sólo una molécula es específica de este tejido, la CAP ("cementum attachment protein").²³

La estructura del cemento es muy similar al hueso, pero a diferencia de éste no es vascularizado; contiene elementos celulares, los cementoblastos y los cementocitos.^{13,24} Los cementoblastos se encuentran adosados a la superficie del cemento, del lado del ligamento periodontal, se consideran integrantes de dicho ligamento; pueden encontrarse en estado activo (con el ML se observan como células cúbicas, muy basófilas), o inactivo (aparecen aplanadas, con núcleo de heterocromatina).¹³ Existen cementocitos atrapados en lagunas, que antes de que fueran incorporadas al cemento eran cementoblastos. Un cementocito típico posee numerosas prolongaciones celulares que irradia a partir de su cuerpo celular. Estas prolongaciones pueden ramificarse, y con frecuencia establecen anastomosis con las de una célula vecina.¹⁵

Hay dos clases de fibras en el cemento, las intrínsecas, formadas por los cementoblastos, y las extrínsecas que son haces de fibras del ligamento periodontal que quedan incorporadas al cemento conocidas como fibras de Sharpey; cuando el cemento se mantiene delgado, estas fibras atraviesan todo el espesor del mismo.^{12,15,24}

Histológicamente existen dos tipos de cemento: acelular y celular. El cemento acelular o primario es la capa que está cubriendo inmediatamente a la dentina, va desde la unión cementoadamantina hasta el ápice, pero a menudo falta en el tercio apical de la raíz; comienza a formarse antes de que el diente erupcione, al depositarse lentamente los cementoblastos retroceden a medida que secretan y no quedan células dentro del tejido. En este cemento predominan las fibras extrínsecas, que resultan prácticamente indistinguibles

de las intrínsecas, dispuestas apretadamente entre ellas. El cemento celular o secundario comienza a depositarse cuando el diente entra en oclusión, su formación es rápida por lo que los cementoblastos quedan incluidos en la matriz, transformándose en cementocitos; este cemento se encuentra en el tejido apical, sin embargo, a veces pueden alternarse capas de cemento acelular y celular en casi cualquier patrón.^{13,15,24}

El cemento está separado en capas por líneas incrementales, lo cual indica su formación periódica.¹⁵

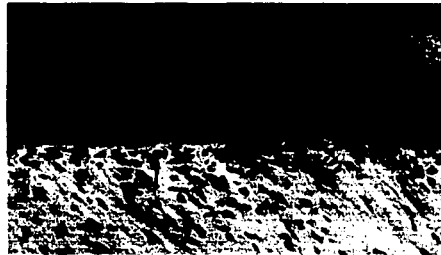


Fig. 29 Cemento celular. La flecha indica un cementoblasto⁽³⁾

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO GENERAL

Comparar histológicamente los órganos dentarios de humanos con los de ratón, conejo, murciélago y piraña.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las similitudes de las estructuras histológicas del órgano dentario humano con el de ratón, conejo, murciélago y piraña.
- Determinar las similitudes de morfología que existen entre la dentina del humano con la del ratón, conejo, murciélago y piraña al observarse al microscopio de luz.
- Determinar las similitudes de morfología que existen entre la pulpa del humano con la del ratón, conejo, murciélago y piraña al observarse al microscopio de luz.
- Determinar las similitudes de morfología que existen entre el cemento humano con la del ratón, conejo, murciélago y piraña al observarse al microscopio de luz.

JUSTIFICACIÓN

Comprender la histología del diente es importante para establecer la relación que existe entre sus estructuras y los cambios provocados en ellas, ya sean fisiológicos, patológicos o restaurativos. Con frecuencia, estos cambios son analizados en animales, haciendo fundamental el estudio comparativo de los vertebrados, ya que permite establecer los aspectos comparables entre ellos; conocer su estructura dental, tiene valor práctico para quienes se dedican a estudiar en animales fenómenos relacionados con los dientes que ocurren en el humano. Sin embargo, como ya se ha mencionado antes, la información sobre histología dental comparativa es de difícil acceso, por lo que, este estudio pretende hacer una comparación entre los tejidos dentarios de humanos con los de ratón, conejo, murciélago y piraña, determinando, si es que existen, las similitudes y coincidencias en la morfología dental entre el humano y los animales estudiados, esperando así poder contribuir a la profesión en un área poco reconocida en nuestro ámbito y que sin embargo representa una de las bases para el desarrollo de nuestra disciplina.

HIPÓTESIS

Los órganos dentarios de los humanos tienen las mismas estructuras histológicas que los de ratón, conejo, murciélago y piraña.

Hipótesis nula

Los órganos dentarios de los humanos tienen estructuras histológicas diferentes que los de ratón, conejo, murciélago y piraña.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron cortes al microscopio de luz, de dientes descalcificados y procesados en el laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM, teñidos con hematoxilina / eosina que es la técnica de rutina; de las siguientes especies: humano, ratón, conejo, murciélago y piraña.

Se realizará un análisis con la técnica PIXE mediante el uso del acelerador Peletrón del IFUNAM a la dentina de dientes descalcificados incluidos en cera de las siguientes especies: humano, ratón y murciélago.

Variables y escalas de medición

Variables dependientes:

especie: humano, ratón, conejo, murciélago, piraña.

Variables independientes:

dentina, pulpa, cemento, con sus respectivos componentes, a saber:

En dentina; predentina, dentina circunpular, dentina del manto, túbulos dentinarios, espacios interglobulares.

En pulpa: zona odontoblástica, zona oligocelular de Weil, zona rica en células, zona central de la pulpa.




En cemento: cemento celular y cemento acelular.

Escala de medición

Nominal, donde se indicará la presencia o ausencia de estructuras que pertenecen a cada categoría.

RESULTADOS

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos a la observación de las laminillas:

Presente 
Ausente 
No se distingue 






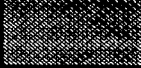
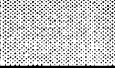


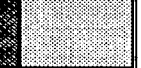










zonas topográficas de la pulpa	Humano	ratón	conejo	murciélago	piraña
1. Zona odontoblástica					
2. Zona oligocelular de Weil					
3. Zona rica en células					
4. Zona central de la pulpa					

Tabla 1. Zonas topográficas de la pulpa presentes o ausentes en las distintas especies.

**TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN**

Estructuras histológicas de la dentina	humano	ratón	conejo	murcielago	pirana
1. Predentina	■	■	■	■	□
2. Dentina circunpulpal	■	■	■	■	■
3. Dentina del manto	■	■	■	■	■
4. Túbulos dentinarios	■	■	■	■	■
5. Espacios interglobulares de Czermack	■	□	□	□	■

Tabla 2. Principales estructuras histológicas de la dentina observadas en las distintas especies.

ZONAS TOPOGRÁFICAS DEL CEMENTO	humano	ratón	conejo	murcielago	piraña
1. Cemento celular	■	■	■	□	□
2. Cemento acelular	■	■	■	□	□

Tabla 3. Zonas topográficas del cemento presentes o ausentes en las distintas especies.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A continuación se muestran un conjunto de las fotografías más representativas de las distintas especies obtenidas del microscopio de luz:

Humano



Fig. 30 Morfología de la porción radicular de un diente humano. Técnica por descalcificación. HE. (Aumento 10x)

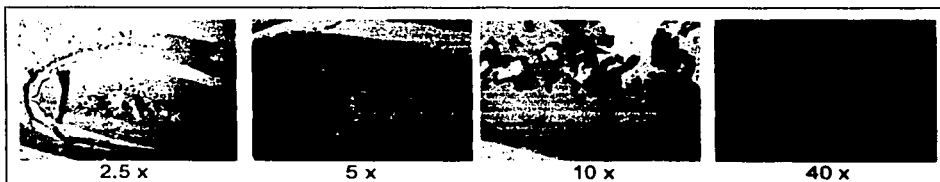


Fig. 31 Estructuras de la porción radicular de un diente humano a diferentes aumentos. Técnica por descalcificación. HE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ratón

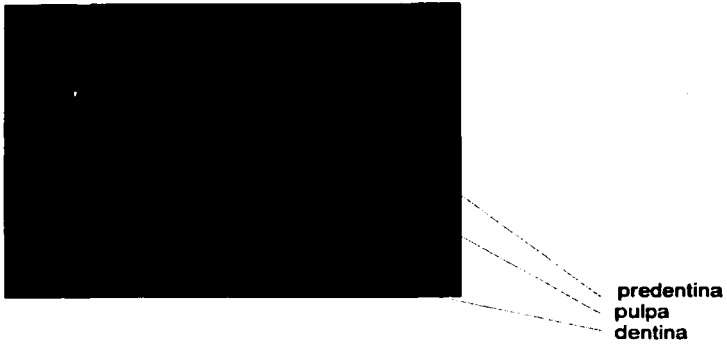


Fig. 32 Morfología de la porción radicular de un diente de ratón. Técnica por descalcificación. HE. (Aumento 5x)

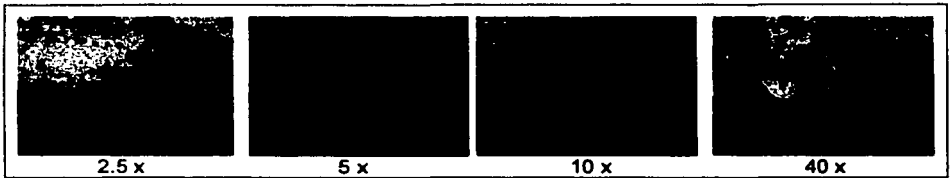


Fig. 33 Morfología de la dentina y de la pulpa de un diente de ratón a diferentes aumentos. Técnica por descalcificación. HE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Murciélago

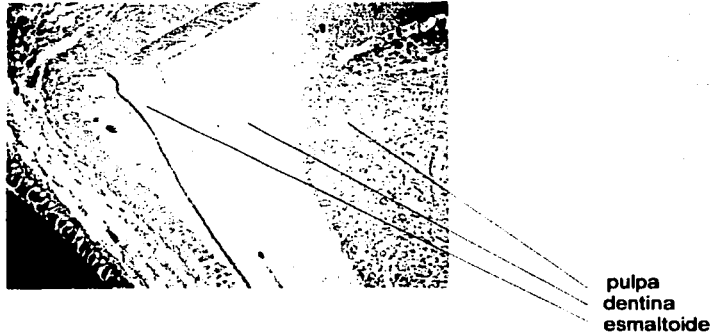


Fig. 34 Morfología de la porción coronal de un germen dentario de murciélago. Técnica por descalcificación. HE. (Aumento 40x).

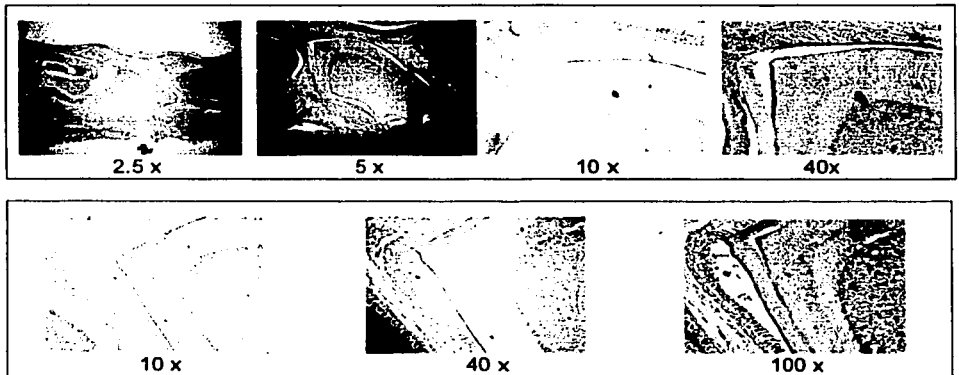


Fig. 35 Estructuras del germen dentario de un murciélago a diferentes aumentos. Técnica por descalcificación. HE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

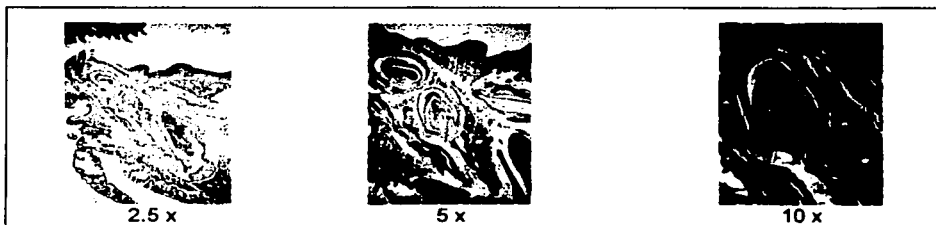


Fig. 36 Morfología de los gérmenes dentarios de un murciélago a diferentes aumentos. Técnica por descalcificación. HE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conejo

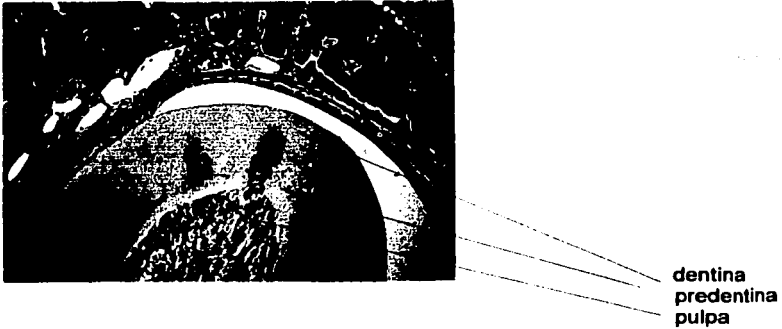


Fig. 37 Morfología del germen dental de un conejo. Técnica por descalcificación. HE. (Aumento 40X)

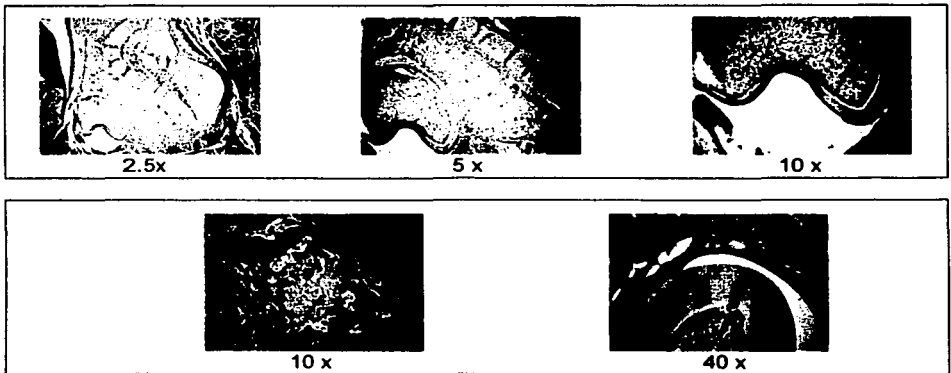


Fig. 38 Estructuras del germen dental de un conejo a diferentes aumentos. Técnica por descalcificación. HE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Piraña

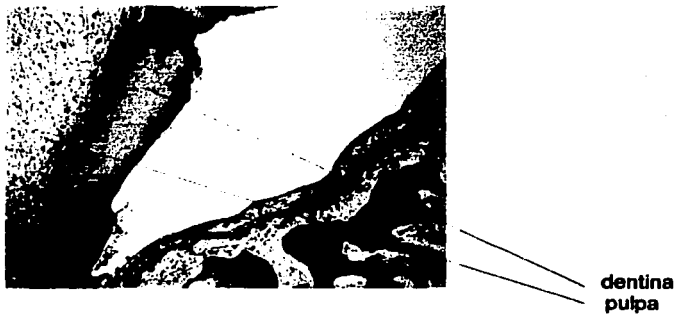


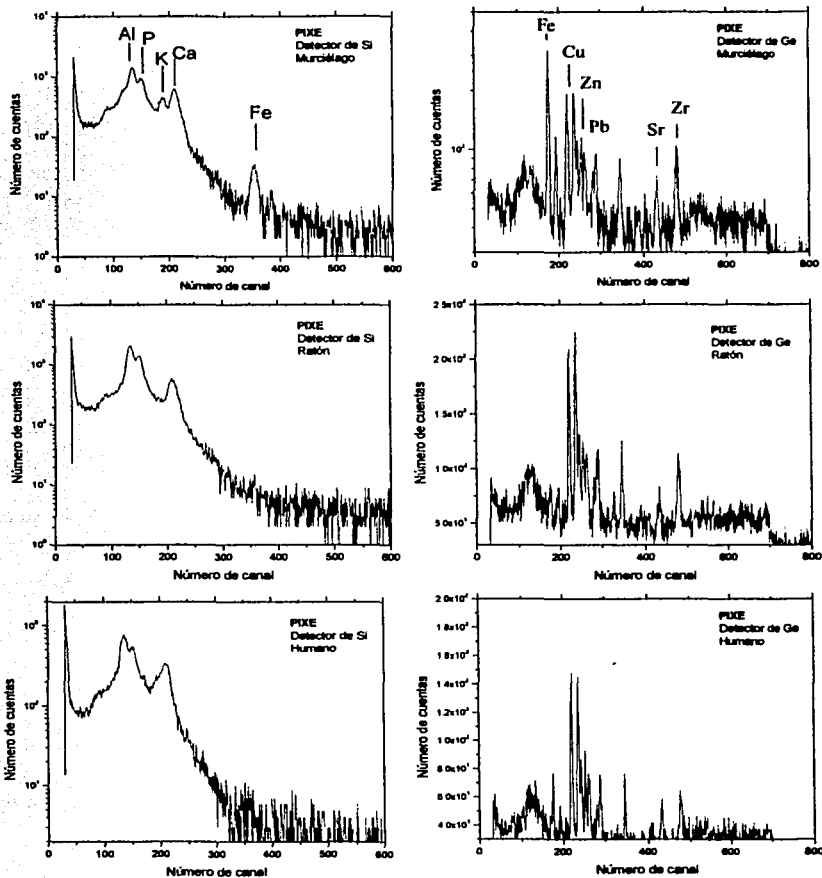
Fig. 39 Morfología del germen dental de una piraña. Técnica por descalcificación. HE.
(Aumento 40x)



Fig. 40 Estructuras del germen dental de una piraña a diferentes aumentos. Técnica por descalcificación. HE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 1. En las siguientes gráficas se presentan los resultados de la composición elemental de dientes de tres animales diferentes analizados mediante la técnica PIXE, las del lado izquierdo corresponden al espectro de elementos ligeros, las del lado derecho al de elementos pesados.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 2. Elementos ligeros que difieren en cantidad dependiendo de la especie analizada.

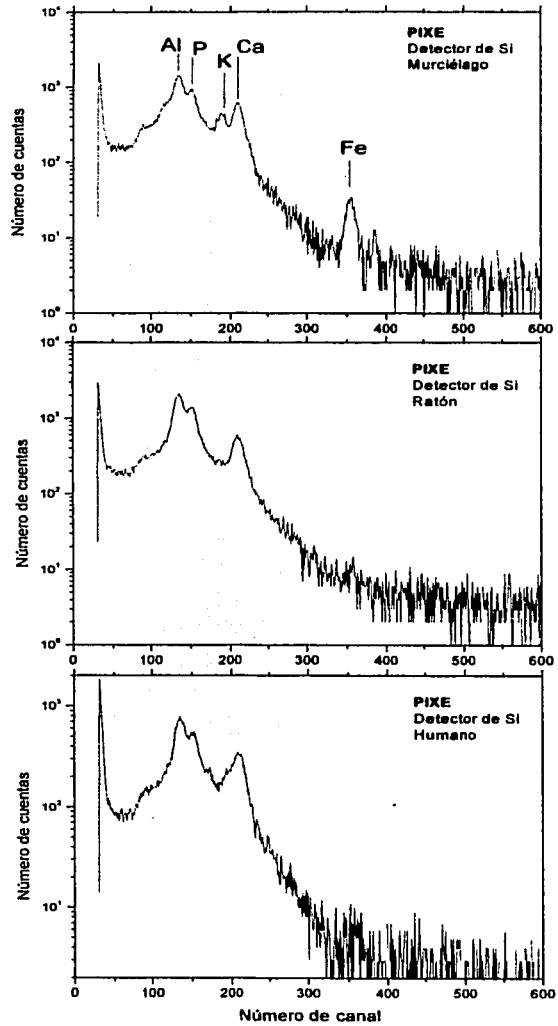


Tabla 4. Comparación de la cantidad de los elementos encontrados en el ratón y el murciélago con el humano.

Menor que en el humano

Aproximadamente igual que en el humano

Mayor que en el humano

Elemento	Ratón	Murciélago
Al	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISCUSIÓN

La observación al microscopio de luz de dientes descalcificados en varias especies animales determinó la similitud de estructuras que existen entre ellas. Una limitante de este estudio es que los dientes fueron sometidos a la descalcificación; mediante ésta técnica el esmalte se pierde en su totalidad, por lo que no pudo incluirse en este estudio, sin embargo muchas de las estructuras mencionadas de los otros tejidos dentarios se observaron fácilmente con esta técnica. En cortes histológicos de conejo, murciélago y piraña se observó la presencia de gérmenes dentarios, y se coincidió con Welsch, U. (1980) con su explicación de la odontogénesis para los mamíferos. Este autor menciona que existe una diferencia en el desarrollo de la lámina dental en los peces, pero como los gérmenes dentales de la piraña estaban dentro de las arcadas dentales, el desarrollo se observó igual que en el humano.

Se comprobó que los mamíferos estudiados comparten el mismo tipo de dentina, clasificada por Shellis (1981) como ortodentina, la cual fue encontrada incluso en los dientes de piraña. El esmaltoide de este pez, más bien es considerado dentina especializada por su origen, que describe Berkovitz, B.K. (1995) no fue encontrado, posiblemente debido a la técnica de descalcificación mencionada antes.

Se encontró que la pulpa es similar en morfología en todas las especies estudiadas; en el conejo y el murciélago se presentaron todas las estructuras histológicas de la pulpa en una disposición en la que pueden observarse con claridad las cuatro zonas topográficas que distingue Gómez F. (1998) en el humano, sin embargo en la piraña no se observó la zona oligocelular de Weil, sino que inmediatamente después de la zona odontoblástica se encontró la zona rica en células; en el ratón no se pudieron diferenciar éstas zonas aunque sus estructuras estaban presentes.

Las dos zonas topográficas del cemento pudieron ser observadas en el humano, ratón y conejo; en el murciélago y piraña sólo existían gérmenes dentarios en los que se pudo observar el inicio del desarrollo de la raíz.

El análisis PIXE es una técnica que se ha realizado en algunos países con aplicaciones biomédicas para el diagnóstico de diferentes procesos biológicos, sin embargo es hasta ahora que en México se ha empezado a utilizar y apenas están en desarrollo sus aplicaciones; en el área odontológica se ha utilizado para caracterizar algunas patologías bucales y para diferenciar el tipo de caries presente en los dientes, mientras que en veterinaria aún no se ha determinado la existencia de este tipo de estudio aplicado a los dientes. La comparación de un tejido dental en diferentes especies mediante esta técnica no

tiene precedentes y aunque constituye un estudio preliminar por el tamaño y características de la muestra a estudiar, permitió confirmar mediante sus gráficas que el tejido analizado en el humano, ratón y murciélago, corresponde al mismo tipo en éstas tres especies, aunque para cada una existan diferencias específicas en su composición elemental, mostrando una mayor similitud la dentina humana con la del ratón en este aspecto. En el murciélago se detectaron mayores cantidades de K y Fe con respecto a las otras especies analizadas, pero no se pudo determinar si estos valores corresponden únicamente a la dentina, ya que el tamaño del diente era más pequeño que el haz con que se irradió y es probable que se obtuvieran algunos valores de la pulpa. Se debe tomar en cuenta que la comparación se realizó en base a los espectros obtenidos de los especímenes incluidos ya en parafina, y que se utilizó un solvente para eliminarla, por lo que los valores obtenidos en todas las gráficas pueden contener elementos extraños al diente, apareciendo en la gráfica como ruido.

CONCLUSIONES

En el reino animal se tiene una gran diversidad de formas anatómicas dentales, sin embargo microscópicamente las diferencias no son tan grandes, incluso se observa una similitud entre diferentes especies; en este estudio se demostró que la morfología de los dientes de ratón, conejo, murciélago y piraña son similares con los del humano al ser comparados histológicamente; se observó también la similitud que existe entre las etapas del desarrollo de los dientes en estas especies con las del humano y en consecuencia, de la morfología que sus tejidos van adquiriendo.

Se concluyó que todas las especies estudiadas comparten el mismo tipo de dentina, llamada ortodentina cuya característica es la presencia de túbulos en el interior del tejido. En la pulpa del ratón y de la piraña se determinaron algunas variaciones referentes a su morfología, pero no en cuanto a la presencia de estructuras, sino a su acomodo, por lo cual se concluyó que de los dientes observados, sólo el conejo y el murciélago comparten la similitud en su morfología pulpar. El cemento sólo pudo compararse con el humano en el ratón y en el conejo, presentando todas sus estructuras acomodadas en las zonas topográficas, concluyendo que las tres especies presentan una morfología similar en este tejido.

El análisis PIXE realizado a los dientes de humano, ratón y murciélago se utilizó para determinar la similitud de la dentina entre estas especies a partir de la obtención de gráficas similares; aunque constituye un estudio preliminar abre el camino para nuevas técnicas en la investigación de la histología dental comparativa.

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, sería de gran interés y utilidad continuar con la comparación dental entre el humano y diferentes especies, no sólo a nivel morfológico, sino también estructural y funcional, adquiriendo así un conocimiento más profundo de las especies animales utilizadas para investigación odontológica y que representan los modelos de estudio para resolver los problemas que aquejan al hombre.

REFERENCIAS

1. McCollum M, Sharpe P. Evolution and development of teeth. *Journal Anatomy* 199: 153 -159 (2001).
2. Ruvalcaba-Sil, J. Aplicaciones de PIXE al estudio de muestras de interés biológico. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 4(2):72-78 (2001)
3. www.coylerinstitute.org/nutition/oral_disease.htm
Fagan, D., Edwards, Ph., & Oosterhuis, J. Oral Disease and Its Impact Upon Systemic Health, in Spite of the Diet Consumed. Coyler Institute. Octubre, 2002.
4. www.uic.edu/classes/osci/osci290/2_3DentalDesignFormandFunction.htm
Octubre, 2002
5. www.earthlife.net/mammals/teeth.htm
Octubre, 2002
6. www.animaldiversity.ummz.umich.edu/anat/tooth.htm
Noviembre, 2002
7. Banks, W. *Histología veterinaria aplicada*. Ed. El Manual Moderno. México, 1986. 556 p.p.
8. www.uic.edu/classes/osci/osci/590/2-4TerminologyInDentalAnthropology.htm
Noviembre, 2002
9. www.biology.eku.edu/RITCHI50/342notes7.html
Comparative Vertebrate Anatomy. Octubre, 2002
10. www.Evolución%20del%20sistema%20dental.htm
Rodríguez, J. Avances de la antropología en Colombia. Bogotá, 1999.

11. Smith M, Coates M. Evolutionary origins of the vertebrate dentition: phylogenetic patterns and developmental evolution. *European Journal of Oral Sciences* 106 (suppl 1):482-500 (1998).
12. Avery, J. Oral Development and Histology. Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.
13. Gómez, F. Histología y Embriología bucodental. Ed. Panamericana. México, 1998.
14. Welsch, U. Estudio comparativo de la citología e histología animal. Ed. Urmo. España, 1980. pág. 266-268
15. Bhaskar, S. Histología y Embriología Bucal, de Orban. Ed. Prado. México, 1993, 489 p.p.
16. Berkovitz, B.K. Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología. Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p.
17. Hildebolt CH, Bate G, McKee J, Conroy G. The Microstructure of Dentine in Taxonomic and Phylogenetic Studies. *American Journal of Physical Anthropology* 70:39-46 (1986).
18. Satchell P, Andeton X, Ryu O, et al. Conservation and Variation in Enamel Protein Distribution During Vertebrate Tooth Development. *Journal of Experimental Zoology (Mol Dev Evol)* 249:91-106 (2002).
19. Girondot M, Sire JY. Evolution of the amelogenin gene in toothed and toothless vertebrates. *European Journal of Oral Sciences (suppl 1)*: 501-508 (1998).
20. www.uic.edu/dent/oralbio/UndergradCourses.htm
Biology of the Human Dentition II. Octubre 2002.
21. www.research.amnh.org/vertpaleo/enamel/schmelz.html
Glossary of Enamel Microstructures, Koenigswald, 1999

22. Amerise Ch, Delgado AM, Meheris H, Gordillo de Alborno ME. Análisis morfoestructural con microscopía óptica y electrónica de transmisión del esmalte dentario humano en superficies oclusales. Acta Odontológica Venezolana Vol. 40 No.1, 2001.
23. Arzate H, Jiménez-García LF, Álvarez-Pérez MA, Landa A, Bar-Kana I, Pitaru S. Immunolocalization of a Human Cementoblastoma-conditioned Medium-derived Protein. Journal Dental Research 81(8):541-546, 2002
24. www.anatomy.uq.edu.au/histology/contents/oral13%20tooth/text.html
Oral cavity III. Structure of the Tooth. Octubre, 2002.

REFERENCIA DE FIGURAS

- (1) www.arassari.com/9_pirana.jpg Noviembre 2002
- (2) www.animaldiversity.ummz.umich.edu/anal/contents.htm Noviembre 2002
- (3) Leeson, T. Texto/Atlas de Histología, Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México, 1990. 741 p.p.
- (4) Avery, James. Oral Development and Histology, Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.
- (5) Berkovitz, B.K. Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología. Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p.

INDICE DE FIGURAS, TABLAS y GRÁFICAS

	página
Fig. 1 Dientes de piraña. www.arassari.com/9_pirana.jpg Noviembre 2002	5
Fig. 2 Dientes de piraña. www.arassari.com/9_pirana.jpg Noviembre 2002	5
Fig. 3 Maxilar de murciélago. www.animaldiversity.ummz.umich.edu/anat/contents.htm Noviembre 2002.	6
Fig. 4 Maxilar de murciélago. www.animaldiversity.ummz.umich.edu/anat/contents.htm Noviembre 2002.	6
Fig. 5 Maxilar de murciélago. www.animaldiversity.ummz.umich.edu/anat/contents.htm Noviembre 2002.	7
Fig. 6 Molares de rata. www.animaldiversity.ummz.umich.edu/anat/contents.htm Noviembre 2002.	7
Fig. 7 Esquema del desarrollo del diente. Leeson, T. <u>Texto/Atlas de Histología</u> . Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México, 1990. 741 p.p.	10
Fig. 8 Engrosamiento epitelial. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	11

Fig. 9 Etapa de iniciación. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	11
Fig. 10 Estadío de brote. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	12
Fig.11 Estadío de casquete. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	12
Fig. 12 Estadío de campana. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	12
Fig. 13 Etapa de aposición. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	14
Fig. 14 Formación de la corona. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	14
Fig. 15 Desarrollo de la raíz. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	15
Fig. 16 Penachos del esmalte. Avery, James. <u>Oral Development and Histology</u> . Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p.	18

Fig. 17 Esmaltoide de piraña.

Berkovitz, B.K. Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.

Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p. 19

Fig. 18 Curvaturas secundarias de los túbulos dentinarios.

Avery, James. Oral Development and Histology.

Ed. Thieme. Washington, 2002. 435 p.p. 20

Fig. 19 Túbulos dentinarios.

Berkovitz, B.K. Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.

Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p. 21

Fig. 20 Pre dentina.

Leeson, T. Texto/Atlas de Histología.

Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México, 1990. 741 p.p. 22

Fig. 21 Líneas de incremento en la dentina.

Leeson, T. Texto/Atlas de Histología.

Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México, 1990. 741 p.p. 23

Fig. 22 Espacios interglobulares.

Berkovitz, B.K. Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.

Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p. 23

Fig. 23 Osteodentina.

Berkovitz, B.K. Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.

Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p. 25

Fig. 24 Osteodentina.	
Berkovitz, B.K. <u>Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.</u>	
Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p.	26
Fig. 25 Plicidentina.	
Berkovitz, B.K. <u>Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.</u>	
Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p.	26
Fig. 26 Plicidentina.	
Berkovitz, B.K. <u>Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.</u>	
Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p.	27
Fig. 27 Vasodentina de merluza.	
Berkovitz, B.K. <u>Atlas a color y texto de Anatomía oral, Histología y Embriología.</u>	
Ed. Mosby/Doyma Libros, España, 1995. 328 p.p.	27
Fig. 28 Relación de la pulpa con la dentina.	
Leeson, T. <u>Texto/Atlas de Histología.</u>	
Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México, 1990. 741 p.p.	28
Fig. 29 Cemento celular.	
Leeson, T. <u>Texto/Atlas de Histología.</u>	
Ed. Interamericana-Mc Graw Hill. México, 1990. 741 p.p.	31
Fig. 30 Corte de diente de humano.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPeI, UNAM.	37
Fig. 31 Cortes de diente humano.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPeI, UNAM	37

Fig. 32 Corte de diente de ratón.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	38
Fig. 33 Cortes de diente de ratón.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	38
Fig. 34 Corte de germen dental de murciélago.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	39
Fig. 35 Corte de germen dental de murciélago.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	39
Fig. 36 Corte de gérmenes dentales de murciélago.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	40
Fig. 37 Corte de germen dental de conejo.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	41
Fig. 38 Cortes de gérmenes dentales de conejo.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	41
Fig. 39 Corte de germen dental de piraña.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	42
Fig. 40 Cortes de germen dental de piraña.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	42
Tabla 1. Comparación de las zonas topográficas de la pulpa.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	35
Tabla 2. Estructuras histológicas de la pulpa.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	36

Tabla 3. Zonas topográficas del cemento.	
Fuente directa del laboratorio de Patología Bucal, de la DEPEI, UNAM.	36
Tabla 4. Comparación de elementos en distintas especies.	
Fuente directa del laboratorio del acelerador Peletrón del IFUNAM.	45
Gráfica 1. Espectros PIXE de dientes en distintas especies.	
Fuente directa del laboratorio del acelerador Peletrón del IFUNAM.	43
Gráfica 2. Espectros de elementos ligeros en distintas especies.	
Fuente directa del laboratorio del acelerador Peletrón del IFUNAM.	44

GLOSARIO

Ameloblastina- proteína de la matriz del esmalte que se encuentra principalmente alrededor de los prismas del esmalte.

Amelogenina- proteína hidrofóbica que predomina en la matriz orgánica del esmalte.

Basófilo- elemento que se tiñe fácilmente con colorantes básicos.

Braquiodonto- Diente que ya no crece al terminar su erupción.

Calcosferitas- esferas o glóbulos de mineralización de la dentina.

Difiodonto- animal que tiene dos generaciones de dientes: primarios y permanentes.

Enamelina- proteína ácida, fosforilada y glicosada que forma parte de la matriz orgánica del esmalte.

Eosina- colorante ácido, derivado tetrabromado de la fluoresceína, tiñe color de rosa y tiene afinidad por el protoplasma celular.

Eosínófilo- célula o elemento histológico que se tiñe fácilmente con eosina, colorante ácido.

Hematoxilina-principio colorante cristalino del palo campeche muy empleado en distintas composiciones como colorante histológico.

Heterodonto- animal que tiene dientes de diferente clase: incisivos, caninos, premolares, molares.

Hipsodonte- diente de erupción constante con corona grande la cual puede extenderse fuera del labio.

Homología- en anatomía comparada se aplica a las partes u órganos que se corresponden en las diversas especies, con variedad de formas y funciones.

Ortodentina- tejido mineralizado producido por los odontoblastos, el cual contiene túbulos dentinarios.

PIXE- (Particle Induced X-ray Emisión). Técnica basada en el uso de aceleradores de partículas para el análisis de la composición elemental de diversos materiales.

Placentario- mamífero provisto de placenta.

Polifiodonto- animal que desarrolla varias series de dientes sucesivamente durante la vida.

Tuftelina- proteína de la matriz del esmalte, restringida cerca de la unión amelodentinaria.

Vasodentina- dentina que contiene vasos sanguíneos.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA