



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS

*CAMBIOS ONTOGENÉTICOS DE LOS TEJIDOS DEL ÓRGANO DENTAL HUMANO
UNA ALTERNATIVA PARA ESTIMAR LA EDAD CRONOLÓGICA EN UN CONTEXTO
ANTROPOLÓGICO Y FORENSE*

T e s i s

Que para optar por el grado de
Doctor en Antropología

P r e s e n t a

Luis Alberto Regalado Ruiz

Tutor Principal

Dr. Carlos Serrano Sánchez
Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM

Miembros del Comité Tutor

Dr. Luis Alberto Guadarrama
Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM
Dr. Zaid Lagunas Rodríguez
Centro-INAH-Puebla

Ciudad de México, Noviembre del 2015



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.

Índice

I. INTRODUCCIÓN	6
II. FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS	
Envejecimiento humano	8
Ontogenia dental	16
Histología dental	20
Erupción dental	29
III. ANTECEDENTES	
Técnica de Gustafson para la estimación de la edad a través de los tejidos dentales	33
Estimación de la edad mediante el conteo de las líneas incrementales del cemento	35
Estimación de la edad con base en la medición de la transparencia radicular	39
Estimación de la edad con base en los cambios regresivos de la pulpa	42
Cronologías de erupción dental	46
IV. MATERIAL Y MÉTODO	
El material de estudio	49
Observación de las condiciones de salud bucal	51
Integración de la serie de estudio	52

Medición de la longitud de la transparencia de la dentina radicular	53
Medición radiográfica de las dimensiones de la pulpa dental	54
Observación de las pautas de brote dental	56
V. RESULTADOS	57
VI. DISCUSIÓN	
VII. CONCLUSIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO	

LISTA DE FIGURAS

1. Corte longitudinal del germen dental	19
2. Tejidos que integran el órgano dental	20
3. Método de estimación de Gustafson	32
4. Edad y orden de erupción de los dientes permanentes	46
5. Mapa de ubicación de Zimapán, Hidalgo	49
6. Imagen de radiovisiógrafo y equipo de rayos x	55

LISTA DE CUADROS

1. Pruebas de los métodos de estimación de edad en sujetos adultos	33
2. Procedimiento para la observación y conteo de las líneas incrementales del cemento dental	37
3. Cronología de erupción dental de Hurme	47
4. Distribución de edad y sexo de la serie de estudio	52
5. Coeficientes de correlación entre la edad y las variables morfológicas predictivas	56
6. Análisis de regresión por pasos para predecir la edad cronológica a partir de una variable seleccionada	58
7. Coeficientes de correlación entre la edad y las variables morfológicas predictivas medidas con radiovisiógrafo..	58
8. Análisis de regresión simple para predecir la edad cronológica a partir de la transparencia de la raíz dental	59
9. Bondad de la estimación de la edad con base en la transparencia de la raíz	59
10. Edad de brote de la dentición permanente en años	63

LISTA DE GRÁFICAS

1. Dispersión del cociente altura pulpar/longitud total del diente versus la edad cronológica 58
2. Dispersión del cociente anchura pulpar/longitud total del diente versus la edad cronológica 60
3. Dispersión del cociente altura pulpar/longitud de la raíz versus la edad cronológica 61
4. Gráfica 4. Dispersión de la edad versus la longitud de la transparencia de la raíz dental 61
5. Dispersión de la edad cronológica versus la edad estimada a partir de la longitud de la transparencia radicular 62

I. INTRODUCCIÓN

La estimación de la edad cronológica en el estudio de restos humanos es una tarea esencial para llegar a conclusiones más objetivas respecto a la persona estudiada. La precisión en la estimación de este dato es un componente importante de estudios en contextos antropológicos y forenses; para la antropología el dato de la edad es necesario para inferir sobre aspectos demográficos de una población, mientras que para las ciencias forenses es necesario para la identificación de las personas que fueron víctimas de crímenes o desastres.

Para la calcular la edad existen diversos parámetros que ciertamente reflejan el envejecimiento, pero desafortunadamente enfrentan varios problemas metodológicos, principalmente porque la mayoría de ellos no pueden ser ubicados en escalas de medición lineal sino que su valor depende de la pericia del observador y el instrumento de registro entre otros factores, lo cual puede dar lugar a ciertos errores en la medición e interpretación, debidos a la cantidad de variables que se deben controlar. Otro problema común es el estado de conservación del material estudiado, lo cual en ocasiones imposibilita la estimación precisa de la edad. Lo anterior plantea la necesidad de elaborar técnicas más eficaces, tomando como evidencia aquellas estructuras que debido a sus peculiaridades brinden ventajas para su observación, tomando en cuenta también las nuevas técnicas de medición e interpretación.

El análisis de los cambios que se presentan en los tejidos del órgano dentario como consecuencia de su propia ontogenia, ofrece una buena posibilidad de obtener indicadores de envejecimiento confiables que sean aplicados para el diseño de mejores procedimientos para estimar la edad cronológica en contextos antropológicos o forenses. Una de las principales ventajas de enfocarse en estos tejidos es la propiedad de conservación que muestran, la cual se debe a su composición química, localización anatómica y reducido tamaño. Con base en estas propiedades algunos autores han planteado una variedad de técnicas basados en los tejidos dentales, los cuales constituyen —en edades avanzadas del sujeto— una alternativa más precisa que la fundamentada en el examen macroscópico del esqueleto —cambios óseos de

las articulaciones de la pelvis (sínfisis púbica y carilla articular), el extremo esternal de la cuarta costilla y el cierre de las suturas craneales (Genovés 1962, Iscan 1989, Iscan y Kennedy 1989, White 1991, Schwuartz 1995).

En el presente estudio se han analizado la dentina y la pulpa en dientes de personas de edad conocida obtenidos de un cementerio contemporáneo del municipio de Zimapán, Hidalgo. El conteo de líneas incrementales del cemento ya lo he abordado en mis estudios de maestría y los resultados se retoman en este trabajo con la finalidad de realizar de manera conjunta el análisis de las propuestas sobre la estimación de la edad con base en los tejidos dentales.

En esta investigación también se analiza la cronología de la erupción dental en los niños de la misma localidad. La finalidad de esta última parte del trabajo es establecer las pautas de brote dental en los niños escolares de dicha comunidad mediante un registro transversal de la edad en la que aparecen clínicamente los dientes, y con base en ello, elaborar un cuadro de la cronología de erupción dental que contribuya en el desarrollo de este tema con enfoque a la población infantil mexicana y que también sea empleado en la estimación de la edad. El objetivo general de esta investigación es contribuir al campo de la antropología física y ciencias forenses con la validación o mejoramiento de técnicas de estimación de la edad cronológica basada en el órgano dental humano.

II. FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS

El envejecimiento humano

El envejecimiento es un proceso de deterioro progresivo que va acompañado de cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos. Dichos cambios se producen a ritmos diferentes y de manera distinta, tanto en un individuo como entre individuos. Conforme transcurre el tiempo, dichos cambios provocan que el organismo pierda la capacidad de mantener su homeostasis y por consecuencia el individuo también pierde la capacidad de adaptación, haciéndolo más vulnerable a dicho medio. Es un proceso de deterioro donde se suman todos los cambios que se dan con el tiempo en un organismo y que conducen a múltiples alteraciones funcionales y a la muerte.

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud lo define como un proceso fisiológico que comienza desde la concepción y ocasiona cambios característicos de la especie durante todo el ciclo de su vida; esos cambios producen una limitación a la adaptabilidad del organismo en relación con el medio.

El envejecimiento no es igual en todos los individuos sino que tiene ritmos distintos. Cada uno de nuestras células, tejidos, órganos y sistemas envejecen con pauta diferente, por lo que la edad biológica solo puede verse como un estado funcional del organismo comparado con patrones estandarizados, por ejemplo la edad cronológica, la cual se define como la edad del individuo en función del tiempo transcurrido desde el nacimiento. En diversas disciplinas se ha tratado de vincular estos dos parámetros debido a su potencial utilidad en la solución de varios problemas prácticos, pero la heterogeneidad de los cambios biológicos complica esa tarea.

A continuación, se describen con base en la obra de Crews (2003), algunos conceptos sobre el envejecimiento humano.

Mecanismos y causas del envejecimiento

Se han propuesto muchos mecanismos para explicar los cambios fenotípicos observados en los organismos envejecidos y existe una total controversia al no existir una demostración definitiva que favorezca alguna de ellas, esta falta de

acuerdo se debe a varios motivos, entre los que destacan los siguientes:

a) Los cambios debidos a la edad son muy amplios y se manifiestan tanto a nivel molecular como a nivel del organismo entero.

b) Los factores ambientales son tan variados que afectan y contaminan los resultados de las observaciones experimentales e incluso pueden dar lugar a resultados contradictorios.

c) Los efectos secundarios son tan complejos que dificultan el análisis por separado de cada uno de los mecanismos primarios.

d) Los biomarcadores disponibles hasta hoy, aunque pueden ser medibles, se alteran en los estudios longitudinales de la población.

Es difícil suponer entonces una teoría única que sea suficiente para explicar el proceso del envejecimiento. El planteamiento inicial de una teoría sobre el envejecimiento debería comenzar por establecer sus fundamentos evolutivos, considerando que las presiones evolutivas seleccionan la continuidad de la vida con el fin de alcanzar la edad reproductiva, la procreación y un periodo de cuidado de los descendientes hasta que estos logren una independencia, con lo que se completa el ciclo de la especie. Dicho planteamiento se basa en regulación genética y celular del envejecimiento, las cuales pueden influir de manera simultánea o tener mayor predominio en distintos momentos de la vida del organismo.

Es posible que exista un control genético más activo del envejecimiento que el supuesto, además las diferentes categorías no se excluyen mutuamente, en especial aquellas que consideran la teoría de los radicales libres-ADN mitocondrial. Probablemente existe un espectro de mecanismos, desde el nacimiento hasta la edad avanzada, que refleja una influencia decreciente de la actividad genética y un aumento de los efectos de las causas ambientales.

Los genes involucrados en el mantenimiento y reparación celulares están presentes en la mayoría, si no en todos los organismos, dado que se trata de procesos similares en todas las especies. Las mutaciones de acción tardía son posiblemente específicas de cada especie y relacionadas con el individuo y con el azar.

El proceso de envejecimiento involucra distintos tipos de células y sus respectivas interacciones, que resultan a su vez de la suma de muchos factores internos y externos al organismo. Si se estudia lo que ocurre en la célula mediante los sucesivos ciclos de división, se podrán comprender los elementos que contribuyen a este fenómeno. Todas las células del cuerpo, excepto los gametos, se multiplican por división mitótica: cada célula duplica su material genético y lo distribuye en las dos células hijas, que son genéticamente idénticas a la célula madre. En determinado momento las células dejan de dividirse e ingresan en un estado irreversible, en el cual no pueden volver a multiplicarse y que inevitablemente las lleva a la muerte, este hecho marca la existencia de importantes diferencias entre las sucesivas generaciones celulares.

Teorías de envejecimiento

Teoría evolutiva

La problemática de la evolución biológica del envejecimiento fue estudiada inicialmente en un plano teórico y no experimental por numerosos científicos, entre ellos Peter Medawar (1946).

El desarrollo en general de la teoría evolutiva y la genética de poblaciones durante los inicios del siglo XX ha sido el escenario para teorizar acerca de la evolución del envejecimiento. Medawar desarrolló la teoría del *usar y romper*, basada en las observaciones en organismos viejos, en donde es visible un incremento de rasgos de moribundo debido a factores intrínsecos, efecto de la naturaleza real de una cosa, que no depende de circunstancias inherentes. El ilustró este punto usando el ya clásico ejemplo de los tubos de ensayo en un laboratorio citado por Austad (1992). Explicó que los tubos de ensayo permanecen intactos cuando se les cuida de accidentes o de situaciones que dañen su fragilidad intrínseca, permaneciendo quietos a través del tiempo sin envejecer. Por el contrario, en los casos en donde hay una presión del medio representado en este ejemplo por las manipulaciones de los investigadores y sus ayudantes, provocarán que los tubos inevitablemente se rompan. Continúa la explicación diciendo que si la mayoría de los tubos se rompieran (muere) dentro de 2 años, sería necesario que transcurriera el mismo tiempo para que se observe un efecto en la longevidad de una población, debido a un cambio (mutación). Sin embargo, un tubo que sobrevive seis meses podría tener un efecto sustancial en el promedio y la máxima longevidad de una población. Medawar notó que con la edad la presión selectiva declina en consonancia con la disminución de la fertilidad en poblaciones naturales, una estrategia de un mínimo conveniente o la extinción.

Dos puntos de vista encontrados tipifican la teoría evolutiva del envejecimiento. Por una parte, los teóricos más tempranos consideran el envejecimiento como una consecuencia de un programa genético específico diseñado por la selección natural para eliminar individuos no necesarios después de etapa reproductiva. Por otra parte, las actuales teorías evolutivas lo ven como

un artefacto de fuerzas actuando para maximizar el éxito reproductivo de organismos de reproducción sexual con somas mortales (Austad, 1997), descrito como modelo epidemiológico. En general, el proceso de envejecimiento ha sido ubicado dentro de una función para el desarrollo de un sistema somático inherentemente imperfecto, susceptible a alteraciones degenerativas con el incremento de tiempo de sobrevivencia para reproducir la línea germinal. Todo el tiempo el *wear and tear* fisiológico, la pérdida de unidades redundantes y el daño de agresiones internas y externas conducen a una disfunción crónica con degeneración e incremento en la probabilidad de muerte.

No se reconoce que un único o simple mecanismo biológico sea responsable de las múltiples manifestaciones del envejecimiento, ya que ello involucra variables medio ambientales, biológicas y culturales. Los contribuyentes genéticos y biológicos del envejecimiento se basan en la inherente fragilidad del ADN, las proteínas, los organelos, las células y los órganos. Éstos no están programados *per se*, más bien reflejan los múltiples compromisos entre eficiencia, sobrevivencia y reproducción intrínseca para una forma de vida multicelular total.

Otro problema con el envejecimiento programado consiste en que, en los diferentes niveles de organización biológica, el proceso es variable, lo cual no se esperaría si el envejecimiento se debiera a un programa genético conservado a través del tiempo evolutivo. Por el contrario, los homólogos de las proteínas que alteran la historia de vida en modelos multicelulares menos complejos como las lombrices, generalmente adquieren nuevos usos y funciones e interactúan con diferentes proteínas y otras macromoléculas en moscas de fruta, roedores y humanos; además el envejecimiento varía entre especies y dentro de las ellas y en diferentes órganos y sistemas de un mismo organismo.

Pleiotropía antagonista

Siguiendo la intuición de Medawar de que la fuerza de la selección natural disminuye con la edad, G. C. Williams (1957) elaboró el concepto de envejecimiento secundario por la acción pleiotropica de los genes. Afirmaba que

si cualquier alelo predispone a una mejor sobrevivencia y/o salud en edad temprana, favorecido por la selección natural, incluso si está predispuesto pleiotrópicamente para una corta vida después de la reproducción, éste es completado. Después este modelo fue conocido como antagonismo pleiotrópico, aunque no se sabe quién fue el primero en emplear este término ya que no aparece en el artículo original. En cualquier locus hay alelos que aumentan la sobrevivencia o la salud durante fases tempranas y reproductivas de la historia de vida, pero producen algunos detrimentos que disminuyen la probabilidad de una sobrevivencia posterior, mostrando un antagonismo pleiotropico.

La salud relativa de los alelos en una etapa temprana de la vida se pierde en etapas más avanzadas en los individuos de una población. Los alelos con antagonismo pleiotrópico podrían cambiar de función y no conferir las ventajas de salud que en las etapas tempranas, predisponiendo a la muerte (Albin, 1994). Cada alelo podría incrementar rápidamente en una población, donde su presencia aumenta la posibilidad de que otros alelos con similares efectos puedan también aumentar y extenderse. Posteriormente, Hamilton (1966) probó matemáticamente que lo que Medawar y William, habían intuido, de que la fuerza de la selección natural declina con el incremento de la edad adulta como declina la fecundidad y aumenta la probabilidad de muerte. Los alelos con antagonismo pleiotrópico generalmente solo producen disfunción cuando la historia individual de vida se extiende hasta el tiempo necesario para la maduración y la reproducción.

La mayoría de los genomas de las especies muy probablemente tienden a incluir muchos alelos con beneficios tempranos y consecuencias posteriores. En la especie humana ha sido difícil identificar un ejemplo específico de antagonista pleiotrópico. Aunque se han identificado algunos alelos que funcionan como tales: la enzima convertidor de angiotensina (ACE), la apolipoproteína E (ApoE), y un variado número de oncogenes (ras, myc).

Modelo del gene pleiotropico

En 1952, J. V. Neel definió a los genes *thrifty* (ahorradores), como alelos que predisponen a los transportadores a una mayor extracción y almacenamiento de energía a partir de las fuentes de nutrición. Aquellos genotipos con el gene *thrifty* están predispuestos a almacenar más energía en forma de grasa en tiempos de abundancia. Cuando la energía disponible es baja los individuos *thrifty* pueden utilizar la energía almacenada para mantener su homeostasis, de manera contraria, los individuos que no tienen este gen están en desventaja, mostrando una sobrevivencia pobre y con poca reproducción de sus alelos.

Es posible que innumerables genes *thrifty* se incorporaran al genoma durante la evolución humana, tomando en cuenta que las necesidades eran distintas. La combinación de conceptos de los genes *thrifty* y antagonismo pleiotrópico dieron origen a la teoría *thrifty / gene pleiotropico* para explicar múltiples aspectos de la acumulación calórica y el envejecimiento. Sin dejar de considerar que los cambios socioculturales (procesamiento de granos, conservación de los alimentos) han conducido a una carencia de muchos de los nutrientes en dietas modernas, esta carencia ha expuesto a múltiples predisposiciones patológicas a los individuos carentes de estos genes.

Envejecimiento programado

La falta de comprensión de cómo los factores moleculares activan el envejecimiento ha conducido a proponer que existe un programa genético específico o *reloj molecular* para el envejecimiento (Clark, 1999). La base de esta premisa es que existe un gene maestro que, cuando se activa, causa el envejecimiento. Los proponentes de este modelo programado creen que si este *loci* iniciador del envejecimiento fuera apagado, los organismos podrían envejecer con pautas distintas. La división celular limitada, la involución del timo con la consecuente supresión inmune, el empaquetamiento del extremo de los telómeros y una muerte celular programada (apoptosis), se han propuesto como posibles reguladores.

Teoría de los radicales libres

El envejecimiento se debe al daño celular producido por la exposición a radicales, moléculas reactivas inestables con un electrón libre. Las consecuencias de estas reacciones implican la desorganización de las membranas celulares, con cambios letales para la célula. Esta teoría se basa en la presencia comprobada de cuerpos de inclusión que representan productos de desecho intracelular, en células que no tienen división celular, como el caso de las neuronas. Los radicales libres son generados por los metabolitos del oxígeno; algunos de los productos de oxidación son los iones hidroxilo, moléculas de peróxidos y superóxidos.

Nuestras células cuentan con algunos mecanismos de reparación mediada por las enzimas superóxido dismutasa y glutamato peroxidasa, que contrarrestan los radicales libres. Sin embargo, estas proteínas son inestables y no son específicamente útiles por que se metabolizan rápidamente y son absorbidas con facilidad.

Ontogenia dental

Como en muchas otras áreas de anatomía comparada y embriología, el principio fundamental de la ontogenia dental establecido por investigadores del siglo XIX e inicios del XX (C. Rose, O. Hertwig, W. Kukenthal). Más recientemente, los estudios experimentales *in vivo* o *in vitro* con tejido dental embrionario han aumentado nuestra comprensión de los mecanismos y procesos de odontogénesis. La literatura en este campo es sustancial, pero en el campo de la antropología dental, aún no hay un desarrollo biologicista (Scott y Turner 1997), lo cual es necesario para ilustrar con más claridad la aplicación de los aspectos biológicos en la solución de problemas prácticos como el que se aborda en este trabajo.

El embrión humano está formado por tres capas germinativas básicas: el ectodermo, el endodermo y el mesodermo. Las células de la cresta neural, un componente crítico de la odontogénesis, puede ser considerado un cuarto tejido embrionario primario. Todos los tejidos, órganos y sistemas del cuerpo pueden ser remitidos en última instancia por las capas germinativas primarias y las células de la cresta neural. Los dientes son considerados un órgano conformado de tejido epitelial, con características semejantes a la piel, glándulas y cabello.

Igual que todos los órganos del tejido epitelial, el desarrollo dental involucra la interacción del ectodermo y el mesodermo; el esmalte es de origen ectodermico, mientras que la dentina, la pulpa, el cemento y las fibras periodontales son de origen mesodermico. Más específicamente, el esmalte se origina a partir de la capa de células epiteliales del proceso mandibular. A su vez, la dentina y la pulpa derivan de la mesénquima, un tipo de tejido conectivo con menos regularidad en la organización de sus células, que se localiza por debajo del epitelio. La mesénquima oral que se deriva de la cresta neural es conocida como ectomesénquima. Las interacciones entre el epitelio y la ectomesénquima guían el inicio del proceso de odontogénesis, antes de la aparición de la lámina dental, el cual es el primer signo del diente en el embrión. La boca o estomodeo es evidente en una etapa temprana del desarrollo embrionario, además de otros dos principales componentes: los procesos mandibular y maxilar derivados del primer arco branquial.

El germen dental desarrollado a partir de la lámina dental es un derivado ectodermico a partir de las superficies del proceso maxilar y mandibular. En humanos, la lámina dental con forma herradura aparece durante el segundo mes en útero y exhibe diez sitios de emergencia epitelial correspondientes a cada diente individual de la primera dentición. Entre el quinto y el último mes en útero, el extremo libre de la lámina dental asociado con cada germen en desarrollo es sustituido por dientes permanentes ubicados lingualmente al crecimiento de los deciduos. Estos incluyen a los incisivos permanentes, caninos y premolares, los cuales sustituyen a los molares deciduos. Perdiendo los precursores deciduos, el desarrollo de los molares permanentes involucra una posterior extensión de la lámina dental a partir de la cara distal del segundo molar deciduo. La formación de los gérmenes del molar permanente se extiende por un periodo de cinco años a partir de cuatro meses en útero para primeros molares y de cuatro a cinco años posnatal para el tercer molar (Bhussry, 1976).

Los biólogos orales definen seis estadios morfológicos del desarrollo dental antes de la mineralización y la erupción: (1) lámina dental, (2) periodo de yema, (3) periodo de casquete, (4) de campana temprano, (5) de campana tardío y (6) formación de la matriz de la dentina y el esmalte.

La ontogenia dental se caracteriza por los procesos fisiológicos de iniciación, proliferación, histodiferenciación, morfodiferenciación, aposición, calcificación y erupción dental. Algunos de estos eventos corresponden tanto al proceso fisiológico como a algún estado de crecimiento, por ejemplo el inicio y formación de la lámina, aposición y formación de la matriz del esmalte y la dentina, aunque la proliferación y la morfodiferenciación operan concurrentemente a partir del periodo de yema al de campana avanzado, la histodiferenciación ocurre después del periodo de yema y continúa hacia el estado de campana avanzada.

Es difícil de establecer una descripción detallada de cada etapa morfológica en la formación dental debido a que sucede en un espacio anatómico pequeño y de manera simultánea como todos los órganos del cuerpo (Ten Cate, 1994). Es por ello que los libros de histología y embriología oral generalmente enfocan su análisis en aquellos eventos de desarrollo que influyen en los detalles externos de las coronas y raíces, que son de especial interés para anatomistas y

antropólogos dentales (Scott y Turner 1997).

Los tres constituyentes primarios del germen dental son: el órgano del esmalte, la papila dental y el saco dental. En esta etapa de desarrollo el órgano del esmalte está separado de la papila dental mediante una membrana basal y el epitelio interno del esmalte es una sola capa de células no diferenciadas inmediatamente superiores a la membrana basal. Las células del epitelio externo del esmalte forman la pared lateral y superior del órgano del esmalte. Posicionado entre el epitelio del esmalte interno y externo se encuentra el estrato intermedio y el retículo estrellado. El estrato intermedio inmediatamente adyacente al epitelio interno del esmalte interactúa con la capa celular que produce el esmalte. Aunque estos componentes son histológicamente distintos, todos operan como una unidad funcional durante la amelogénesis.

Las células del retículo estrellado proporcionan funciones de nutrición y mecánicas, pero su función como regulador en la formación de la corona aún no es claro. A lo largo de la cara basal del órgano del esmalte hay un *loop* cervical donde las células del epitelio interno y externo del esmalte se aproximan en contacto cercano. La papila dental está altamente vascularizada y morfológicamente no estructurada, aunque las concentraciones celulares están condensadas inmediatamente debajo del epitelio interno del esmalte, la papila está unida con la membrana basal oclusalmente y con el folículo basalmente. El folículo está formado parcialmente por células en la base y de la papila dental que migran hacia el germen dental, además la ectomesénquima de la papila, otro tipo de mesodermo también contribuye a la formación del folículo. El epitelio interno del esmalte es particularmente importante debido a que las células de esa capa proliferan para formar las cúspides de los dientes. El radio de proliferación celular se da en todas las direcciones (mesial, distal, lingual y bucal) y excede el radio en la cual el germen dental incrementa su diámetro. Esto resulta en un plegamiento del epitelio interno del esmalte, el plegamiento primario resultante, se convierte en la cúspide mayor de la corona dental. La remoción artificial del folículo en este estadio de desarrollo resulta en una alteración en la formación de la estructura con solo un pequeño plegamiento epitelial, que indican la importancia de la función mecánica de esta parte del folículo (Gaunt and Miles 1967). Además, en el rápido crecimiento celular del epitelio interno del esmalte, la

papila dental se expande haciendo presión en el órgano del esmalte en una dirección basal. El retículo estrellado está formado de células que pueden balancear la presión de crecimiento a partir de la papila. La presión en la papila puede estimular la invaginación inicial del epitelio interno del esmalte, el plegamiento de esta capa es guiado principalmente por la proliferación de las células epiteliales. La configuración del plegamiento final de la membrana basal es de especial relevancia debido a que conforma la unión amelodentinaria una vez completada la formación de la corona.

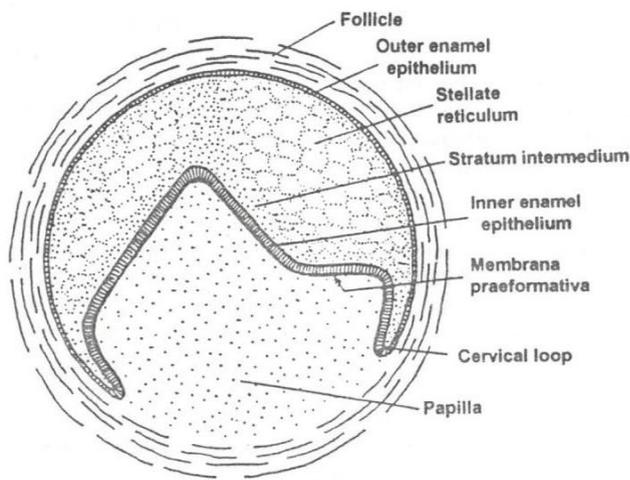


Fig. 1. Corte longitudinal del germen dental. Tomado de Butler (1956)

Histología dental

El órgano dental está constituido por cuatro tejidos de origen, estructura y función distintos; tres de ellos son considerados como mineralizados: el esmalte, la dentina y el cemento. El cuarto tejido ubicado en el centro anatómico del diente es la pulpa, el cual es considerado como no mineralizado o blando. Otro tejido involucrado en la masticación pero que no es considerado como un elemento del diente es el ligamento periodontal que rodea al cemento, estos dos tejidos junto con el hueso alveolar constituyen el parodonto cuya función es mantener los dientes en la mandíbula o el maxilar (Esponda, 2011). A continuación describiremos brevemente los tejidos que serán analizados, tomando como base la obra de Bath – Balogh (2006).

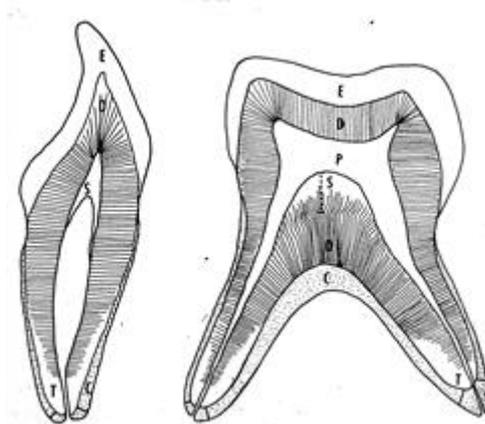


Fig. 2 Los tejidos que integran el órgano dental. E= esmalte D= dentina P= pulpa S= dentina secundaria C= cemento. Tomado de Hilson (1996).

Esmalte

El esmalte es el tejido que cubre la corona del diente, presenta un mayor grosor en la zona oclusal y se adelgaza hacia cervical. Sus características son la translucidez y permeabilidad, además de que se le reconoce como el tejido con mayor dureza del cuerpo humano. Es formado por los ameloblastos, que son células epiteliales que pierden su actividad una vez que se ha mineralizado el tejido. Químicamente está compuesto de material inorgánico (Fosfato cálcico), que constituye el 94 % de su totalidad y el resto por material orgánico (Colágena y otras proteínas no estructurales), y agua. Su unidad estructural son los prismas, que miden en promedio de 4 a 8 micras, estas a su vez están

constituidas por cristales de hidroxiapatita. En cortes transversales los prismas se observan como escamas de pescado y en cortes longitudinales tienen una trayectoria curva.

Durante el desarrollo del esmalte, los cristales inician su formación y crecimiento en la superficie de las fibrillas de colágena de la unión esmalte - dentina, formadas como producto de la actividad de los ameloblastos. La amelogénesis como también se le conoce a la formación de este tejido, consta de tres de fases; 1) El establecimiento de un medio fundamental favorable que este asociado a una lámina basal celular para que de esta manera ocurra una secreción de tipo *electrondenso*, 2). El inicio de la formación del cristal, y 3). Crecimiento y maduración ordenada de estos cristales. Esto implica un arreglo preestablecido de dichos cristales y de los prismas a quienes dan origen. Algunos de los rasgos estructurales del esmalte son los siguientes: unión esmalte-dentina, huso del esmalte, penachos, lámelas del esmalte, estrías de retzius y perikymatas; estos dos últimos son de interés para el tema que estamos abordando, motivo por el que serán descritas.

Líneas incrementales en la superficie de la corona

En promedio un incisivo permanente contiene alrededor de 150 estrías oscuras regulares o su equivalente en estrías oblicuas, contando a partir del primer esmalte depositado en el borde incisal hasta el último incremento en el margen gingival. Los caninos usualmente contienen alrededor de 180 estrías, mientras que los molares contienen de 120 a 150. Para incisivos y caninos, los primeros 30-40 líneas oscuras (10-20 % del total) están ocultos bajo el borde incisal y se le conoce como estrías de aposición. Para molares, los 50 - 70 estrías son de aposición (30 a 50 % del total), presumiblemente reflejan el grosor del esmalte de las cúspides del molar. Fuera de la zona de incremento aposicional, por debajo de la cúspide en dirección cervical de la corona, se le conoce como estrías de imbricación a cada marca en donde se observe un pequeño surco en la superficie. En dientes posteriores, los surcos alrededor de las cúspides de 200 micras o más (visible a simple vista),

disminuyendo a 50 micras en la parte media de la corona y de 20 -30 micras en la región cervical (Hillson 1992). El espaciado en dientes anteriores es superior a 130 micras cerca del borde incisal, disminuyendo a 50 micras en primer tercio en cervical. En molares, en el tercio oclusal de todas las coronas los surcos son menos profundos y se fusionan suavemente con la intervención de crestas en un patrón ondulado. En las profundidades del tercio medio hay una forma más definida, esta forma cambia en la región cervical y algunas veces adquiere una estructura formada de “hojas” traslapadas.

La forma ondulada bien definida presente en el tercio medio fue denominado por Preiswerk en 1895 como perikymata (del griego *peri*; alrededor y *kymata*; *ondulaciones*), mientras que al patrón en “mosaico” de la región cervical, fue bautizado por Pickerill en 1912 como líneas de imbricación. El término “perikymata” es comúnmente usado para describir de manera general el patrón descrito, haciendo la distinción entre los surcos de las perikymatas (pkg) y las crestas de las mismas. Las perikymatas varían en forma entre individuos y poblaciones y estos pueden ser marcados en la zona de las líneas de imbricación. En la superficie labial de algunos incisivos y caninos, los “pkg” corren a través de una serie de protuberancias regulares y depresiones que pueden estar relacionados con la presencia de para - zonas cercanas a la superficie. Además en dientes anteriores los pkg son difíciles de seguir a través de los pliegues de la superficie lingual y son interrumpidos por la profundidad de la curva mesial o distal del margen cervical de la corona. Los dientes deciduales no producen perikymatas, aunque un poco profundo de crestas es en ocasiones observado. La superficie de la corona es también decorada por un patrón de hoyos de procesos de Tomés. Estos están pobremente marcados y poco profundo en las crestas de pkg, las cuales están cubiertas de esmalte libre de prismas, pero están fuertemente desarrollados en las pkg, donde una capa libre de prismas está ausente.

Dentina

La dentina madura es un material cristalino que es menos duro que el esmalte; está constituida por 70 % de material inorgánico mineralizado, 20 % de material orgánico y el resto de agua. La formación cristalina de la dentina

madura consiste principalmente de hidroxapatita cálcico con la fórmula química $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Esta hidroxapatita es similar al que se encuentra en alto porcentaje en el esmalte y menor cantidad en el hueso y cemento. Los cristales de la dentina son de menor tamaño que los constituyen el esmalte y son además de formas distintas. Este tejido está cubierto por el esmalte en la porción coronal y por el cemento en la porción radicular, la dentina envuelve a la pulpa cumpliendo una función protectora y juntos forman el endodonto. Debido a la transparencia del esmalte, es la dentina quien le confiere al diente su tono amarillento.

El proceso que implica la formación de la matriz de la dentina o predentina se le conoce como dentinogénesis, el cual ocurre durante los periodos de aposición del desarrollo dental. El ritmo de cada uno de los estadios de aposición varía de acuerdo al diente en desarrollo y de muchos otros factores que pueden influir en el proceso. La dentinogénesis continúa, aunque a menor velocidad incluso después de la formación total de los dientes, esta dentina se le denomina fisiológica y difiere de la dentina primaria en que su estructura y composición pueden variar en el mismo diente y entre dientes diferentes. La irritación externa puede también inducir la formación, la cual se conoce como de dentina secundaria, este tipo de dentina tiende a ser más irregular.

Pulpa

Es un tejido conectivo laxo muy vascularizado, que está rodeado por la dentina y tiene una forma que simula el contorno externo de los dientes. Este tejido se halla en comunicación con el periodonto y el resto del organismo a través del orificio apical y los conductos accesorios cerca del ápice. El elemento más característico de la pulpa son los odontoblastos, que son células formadoras de la dentina, situadas en la periferia, que cuentan con procesos citoplasmáticos que se prolongan hacia la dentina a través de los túbulos. Desde el punto de vista estructural los odontoblastos son semejantes a otras células de tejido conectivo y su identidad está determinada fundamentalmente por su localización, los odontoblastos son células estáticas incapaces de divisiones celulares adicionales, de tal manera que la repoblación de la capa

odontoblastica en condiciones fisiológicas es lenta. Otro rasgo de la pulpa es la región subodontoblastica, en la pulpa coronaria esta región se caracteriza por una zona libre de células y otra abundante justo por debajo de la capa odontoblástica. Las células de esta región difieren de los odontoblastos respecto de su disposición la cuál puede ser bipolar y en ocasiones multipolar, además que se asemejan a los fibroblastos de la pulpa central que son células más dinámicas y con mayor capacidad de multiplicación. En el núcleo del tejido pulpar se observan tres tipos de células: mesenquimatosas, fibroblastos y macrófagos. Las células mesenquimatosas pueden ser estimuladas y desarrollarse hacia cualquiera de las células del tejido conectivo, incluyendo los odontoblastos. Los fibroblastos constituyen el grupo más numeroso en la pulpa y son los responsables de la producción de la colágena de la sustancia fundamental, los macrófagos por su parte llevan a cabo funciones defensivas.

La sustancia fundamental de la pulpa tiene consistencia mucoide, actúa como matriz en la que se alojan las células, fibras y vasos sanguíneos; sus principales funciones son la protección de elementos celulares y capilares de la pulpa, su interacción con la colágena para formar agregados, posiblemente implicados en la formación de la matriz dentinaria y la regulación de la mineralización. La pulpa tiene dos tipos principales tipos principales de fibras: las colágenas y las elásticas, estas últimas siempre confinadas a las paredes de los vasos sanguíneos de mayor tamaño. Así las fibras de la matriz intercelular de la pulpa son de naturaleza colágena. Las fibras de la pulpa joven son pequeñas y menos numerosas, están distribuidas de forma difusa en el tejido y a menudo se hallan cubiertas de por una vaina de glucosaminoglicanos. En la pulpa madura se pueden ver haces de fibras de mayor calibre, especialmente en la zona donde se hallan los vasos sanguíneos de la pulpa radicular, estas fibras por su parte carecen de la vaina de glucosaminoglicanos.

Respecto de su vascularización, unas arteriolas se ramifican de la arteria dental y penetran en la pulpa a través del orificio apical y de los conductos accesorios. En el interior del tejido las principales arteriolas ocupan la zona central y se prolongan hacia su porción coronal dando origen a otras de menor calibre que se diseminan y se convierten en capilares que forman una extensa red en el las áreas odontoblástica y subodontoblástica. El flujo de

estos pequeños vasos vierte hacia venas poscapilares y de manera gradual a otras venas de mayor tamaño de la porción central de la pulpa; entre dos y tres de estos vasos abandonan la pulpa a través del orificio apical y se unen a otros que drenan hacia el ligamento periodontal y hueso alveolar. En la pulpa existen múltiples anastomosis arteriovenosas que posibilitan un buen funcionamiento en la regulación del flujo sanguíneo en un espacio muy reducido. El patrón vascular descrito se encuentra básicamente en todos los dientes unirradiculares y en cada raíz de los multirradiculares.

Con el envejecimiento, la cámara pulpar muestra una disminución en su tamaño, lo mismo sucede con el conducto radicular. Otro cambio que llaman la atención es la reducción o desaparición de la capa odontoblástica. Pueden aparecer cambios arterioescleróticos en los vasos pulpares, los capilares generalmente se calcifican, las terminaciones nerviosas también se calcifican. La mineralización intrapulpar aumenta con la edad, en particular las calcificaciones difusas que siguen los vasos de la pulpa radicular son considerados consecuencia del envejecimiento.

Cemento

Cementum, o simplemente cemento, proviene de latín *caementum* (piedra de cantera), componente del diente y del periodonto. Los primeros estudios detallados de esta estructura fueron realizados por los alumnos del fisiólogo clásico Jan Evangelista Purkinje y por otro clásico, Anders Adolf Retzius (Mjör 1990).

El cemento es un tejido conjuntivo mineralizado que recubre la raíz de los dientes, presenta varias similitudes estructurales con el hueso compacto, sin embargo, y a diferencia de él, no está vascularizado, por lo que normalmente no sufre los procesos de reabsorción y remodelado. De esta manera, la cantidad de cemento aumenta de modo gradual durante el transcurso de la vida (Mjör 1990).

Como constituyente del aparato de inserción, el cemento sirve para fijar las fibras periodontales. De manera análoga a como se unen al hueso alveolar. El cemento posee una distribución y una estructura menos constantes que el esmalte y la dentina; forma una capa de 10 a 15 micras en la región

cervical y su espesor aumenta hasta 200 micras en dirección apical. Por regla general, tiende a ser más grueso en los canales mesiales y distales, así como en las zonas de bifurcación, y más delgado en la cara vestibular de la raíz.

La superficie del cemento está formada por una capa de cementoblastos, los cuales producen colágena, y otras proteínas de la matriz o sustancia fundamental; pero al quedar atrapados en esta matriz forman las lagunas del cemento que contienen a los cementocitos y los conductillos. Los cementocitos, por su parte, poseen las mismas características citológicas que los cementoblastos; sin embargo, los situados a cierta distancia de la superficie del cemento poseen una cantidad relativamente escasa de citoplasma y pocos organelos, lo cual indica una baja actividad celular. Las lagunas y conductillos se encuentran en el cemento celular y corresponden a sus homónimos del tejido óseo, sin embargo, las primeras se hallan localizadas más lejos y su distribución es más irregular que en el hueso y el sistema de conductillos es menos extenso que éste.

Otra entidad importante del cemento son las fibras intrínsecas y extrínsecas, que representan dos sistemas con funciones totalmente distintas. Las fibras intrínsecas se inclinan paralelamente a la superficie de la raíz y se cree que pueden ser componentes de reparación primaria, producida por los cementocitos. En contraste, las fibras de Sharpey o fibras extrínsecas se incluyen en un ángulo recto a la superficie de la raíz y son responsables del anclaje del diente. Estas fibras, al parecer, son producidas inicialmente por las células del folículo durante el desarrollo, y después, por los fibroblastos del ligamento periodontal (Bartold y Narayanan 1998).

Tradicionalmente, se reconocen dos tipos de cemento: el celular y el acelular (Schroeder 1986). Se sabe que varias especies de herbívoros, como el elefante, el mastodonte, el caballo, el conejo y la rata, entre otros, muestran una capa de cemento que cubre la corona dental. Por tanto, se le ha denominado "cemento coronal"; aunque también se ha puntualizado la inconveniencia de llamarlo así, porque hay casos, como el del conejo, cuyos dientes crecen permanentemente y no permiten hacer una clara diferenciación anatómica entre la corona y la raíz. En razón de que este tipo de cemento consiste, en su mayor parte, de grandes porciones de sustancia mineralizada sin

fibrillas de colágena también ha sido llamado “cemento afibrilar”, en contraste con el “cemento fibrilar”.

No obstante, posteriormente se demostró que, en ocasiones, el cemento coronal incluye porciones fibrilares y celulares y que, en efecto, podía adoptar una gran variedad de características morfológicas (celular fibrilar, acelular fibrilar y acelular afibrilar).

En los primeros intentos de clasificación del cemento se observó la presencia o ausencia del componente fibrilar. Asimismo, e igual que para el cemento coronal, se reconoció que había una enorme variación en la cantidad de los componentes afibrilar, fibrilar y celular del cemento de la raíz, que iba de su ausencia total hasta la gran abundancia. A pesar de estas dificultades, Jones (1981) propuso una clasificación más detallada basada principalmente en este componente fibrilar. Como puede verse, esta clasificación implica el reconocimiento de la importancia capital del componente fibrilar del cemento, pues en ellas se distinguen las fibras intrínsecas y extrínsecas. Desde el punto de vista biológico, esta clasificación es sumamente ventajosa, porque reconoce la importancia del componente fibrilar del cemento, pues en ellas se distinguen las fibras intrínsecas y extrínsecas. Además, reconoce que las células del cemento (cementocitos) constituyen una forma particular de cementogénesis.

Unión cemento-esmalte. Se han observado de manera microscópica tres patrones de unión entre el cemento y el esmalte. El patrón 1 es cuando el cemento cubre al esmalte a una corta distancia; este patrón es el más frecuente, ya que se presentó en 60 % de los dientes observados. El patrón 2 se da cuando el cemento y el esmalte se unen justo en sus bordes, es decir el cemento no cubre al esmalte. Finalmente, el patrón 3 surge cuando el cemento y el esmalte no se unen, dejando una porción de dentina expuesta. La fase inorgánica de los tejidos normalmente mineralizados, incluido el cemento dental, está formada principalmente por calcio y fosfato. Aunque la estructura cristalográfica, composición química y otras características físicas y morfológicas de esta fase han sido bien establecidas, los mecanismos biológicos que controlan el proceso son aún poco comprendidos. La principal causa de este problema ha sido la dificultad de distinguir claramente cada uno de estos mecanismos a partir de la actividad celular y metabólica involucradas

en el proceso. Actualmente, gracias a la disponibilidad de avanzadas técnicas de laboratorio y una mejor comprensión de la biología celular, es posible aplicar nuevos modelos experimentales; lo cual se ha reflejado en algunos avances importantes en este campo (D'Errico *et al.* 2000), entre los que se cuenta el aislamiento de una línea celular a partir de un cementoblastoma (Arzate *et al.* 1992), procedimiento que soluciona las dificultades de clonar subgrupos celulares a partir de ligamento periodontal para obtener las de linaje cementoblástico. Por su parte, la fase orgánica está formada (como ya mencionamos arriba) por colágena y otro de grupos de proteínas conocidas como no colágenas, entre las que se encuentran la sialoproteína, osteopontina, osteonectina, osteocalcina y elastina.

Erupción dental

La erupción dental es un proceso fisiológico en el que ocurren diferentes eventos que dan como resultado la aparición del diente en el plano oclusal para su normal función masticatoria. Una vez concluida la etapa de desarrollo conocida como odontogénesis, en la que los dientes adquieren todas las características histológicas propias del órgano dental, estos experimentan un movimiento axial y oclusal desde su posición de desarrollo dentro del maxilar hasta su posición funcional en el plano oclusal.

De manera general, en la erupción se distinguen tres etapas: a) el diente emerge de su alvéolo y llega hasta las encías, b) erupción gingival, en la que el diente rompe la encía y se hace visible en la boca c) finalmente, el diente avanza para encontrarse con su diente antagonista, situación denominada erupción oclusal. Durante este proceso ocurren de manera simultánea otros eventos: los tejidos del diente deciduo se reabsorben y la raíz del diente permanente y el hueso alveolar crecen.

En los dientes de la primera dentición el saco dentario está colocado en el fondo alveolar, cubierto sólo por mucosa, de tal manera que durante el brote el diente encuentra menos dificultad que en la dentición permanente y la erupción en los dientes deciduos se realiza en menos tiempo en comparación con los de la segunda dentición.

En la dentición permanente el mecanismo de erupción es más lento, porque la corona tiene que vencer el hueso alveolar y las raíces de los dientes de la primera dentición. Cuando la corona atraviesa el tejido óseo, las fibras y la mucosa, el movimiento se acelera y alcanza pronto la posición con el diente antagonista. Los movimientos de erupción son atribuibles a principios naturales de crecimiento, mientras que el esmalte tiene la propiedad de repeler a los tejidos adyacentes, los cuales muestran una especie de movimiento negativo que favorece el brote dental. En este evento el tejido conjuntivo experimenta cambios que producen una reabsorción del hueso alveolar circundante, acción que llevan a cabo los osteoclastos, lo que origina un espacio que es ocupado

inmediatamente por la corona del diente en erupción (Esponda 2011).

Sin embargo, también se han propuesto otros mecanismos para explicar la erupción dentaria. Uno de ellos sugiere que las raíces en formación actúan como impulsoras de los dientes en dirección oclusal: los tejidos que rodean las raíces en vías de formación y que finalmente constituirán la membrana periodontal proliferan durante la fase de erupción, impulsando al diente hacia la cavidad bucal. Otro mecanismo propuesto consiste en la proliferación del tejido pulpar entre el diente calcificado y el tejido conectivo denso subyacente del folículo dental (Angelis 1978). La fundamentación en relación con el primer mecanismo es que el crecimiento de la raíz se efectúa en el fondo del alvéolo cuya formación es lograda por la vaina epitelial de Hertwing que, al aumentar de volumen hacia el interior del alvéolo, ayuda a la colocación del diente en el sentido de orientación de la corona. La fase del movimiento vertical del diente que ocurre dentro del hueso alveolar recibe el nombre de erupción preclínica, y el movimiento en la cavidad bucal se llama erupción clínica. Se considera que se ha iniciado la erupción clínica, cuando se hace visible por primera vez un borde incisivo o la parte más alta de una cúspide.

La migración vertical en la fase clínica recibe el nombre de erupción activa, que no cesa aun cuando se hace contacto oclusal con el diente antagonista, ya que intervienen dos factores: 1) el aumento de la longitud de la rama mandibular por aposición del hueso en la región del cóndilo, que a su vez provoca que la mandíbula descienda del cráneo y por lo tanto, del plano oclusal y con ello aumente el espacio intermaxilar y continúe la erupción activa, y 2) después que ha terminado el crecimiento de la rama mandibular, la erupción depende de la atrición de las áreas masticatorias, pues al presentarse este proceso el diente migra verticalmente para compensar la pérdida de la estructura del diente por desgaste, a lo que se denomina erupción pasiva.

La erupción dental es parte importante del desarrollo y crecimiento normal del individuo. El desarrollo es un proceso de adquisición de funciones complejas y el crecimiento es el aumento del tamaño del cuerpo. Las formas individuales de crecimiento varían mucho de acuerdo con las diferencias hereditarias y

ambientales, así como también las condiciones de vida, incluidas la nutrición y la higiene. La erupción dental entonces no se desarrolla cronológicamente igual en todos los individuos, ya que las condiciones a las que está expuesto un diente antes del proceso no son homogéneas.

La cronología de erupción de los dientes no se produce de una manera exacta, puesto que es modificada por factores diversos, tales como la herencia, el sexo, el desarrollo esquelético, la edad radicular, los factores ambientales, las extracciones prematuras de dientes primarios, la raza y las condiciones socioeconómicas. Méndez (1996) realizó un estudio para determinar el tiempo de erupción de dientes permanentes en niños venezolanos e incorporó variables como la situación socioeconómica del niño y los hábitos alimentarios, observando en sus resultados una relación directa entre las edades de erupción y el estado nutricional. Según Machado (2003) la malnutrición tiene gran repercusión en el desarrollo físico general del niño e influye desfavorablemente en lo referente al crecimiento y desarrollo craneofacial. Algunas de las alteraciones en la secuencia de erupción dental normal se pueden atribuir a factores hereditarios, trastornos endocrinos y del desarrollo, patología sistémica y factores locales como infecciones localizadas, traumatismos severos en la dentición primaria (Méndez 2001).

El desarrollo dental incluye la formación de una matriz orgánica con la consecuente mineralización del tejido. La edad de brote es variada en los diferentes grupos humanos y en algunos casos influido por niveles socioeconómicos dentro de los mismos grupos (Hurme, 1949).

La edad dental se puede basar en la formación o erupción dental, sin embargo, varios estudios sobre el tiempo de erupción se limitan a observar el tiempo de emergencia del diente a través de la encía, lo cual representa un sólo evento en el procesos de erupción para cada diente. El desarrollo de la dentición incluye tanto la formación como la erupción del diente, totalizando un periodo de 20 años aproximadamente.

III.

ANTECEDENTES

A. G. Gustafson, estomatólogo sueco, fue el primero en publicar un método para estimar la edad individual a partir de los dientes, tomando en cuenta seis criterios relacionados con los cambios que se presentan en los tejidos duros, los cuales se incrementan conforme avanza la edad —desgaste oclusal, capas de dentina secundaria y terciaria, grosor del cemento, extensión de la resorción radicular, longitud de la transparencia radicular y altura de la inserción gingival.

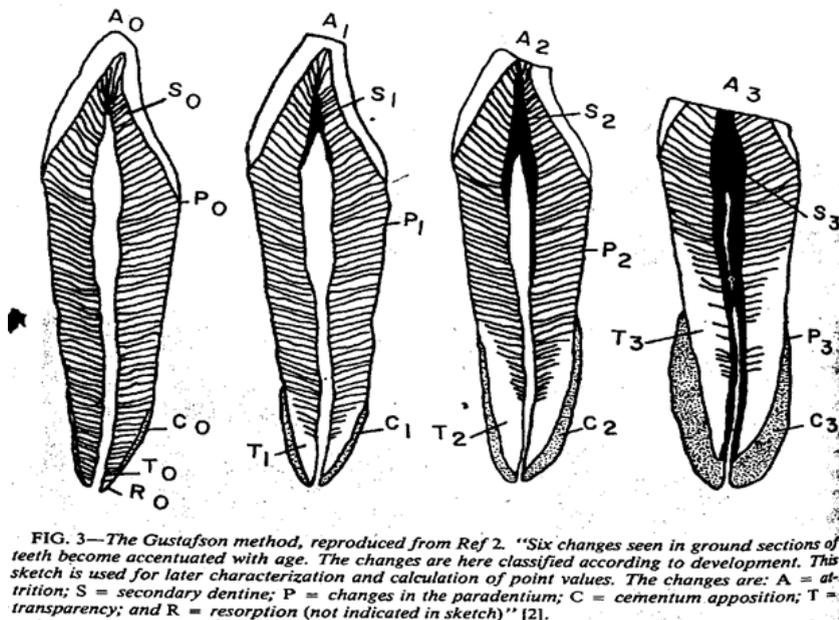


Fig. 3. Técnica de estimación de Gustafson basado en varios cambios histológicos del diente.

Tomado de Hillson (1996)

A través del microscopio, el autor observaba los dientes cortados en plano sagital y les asignaba un valor en puntos que iba de 0 a 3. Asimismo, consideraba que la suma de estos puntos tenía un valor correspondiente en años. Inicialmente examinó un total de 41 dientes de personas de edad conocida, especificando el número de puntos para cada uno de los cambios. Para estimar la edad de un individuo desconocido, Gustafson sumaba primero los puntos a partir de la observación de los cambios y después calculaba la edad correspondiente en un diagrama de regresión.

Cuadro 1. Pruebas de los métodos de estimación de edad en sujetos adultos (tomado de Hillson 1996: 208, con modificaciones).

<i>Método</i>	<i>Correlación (r de Pearson) entre edades conocida y estimada</i>	<i>Diferencia media entre edades conocida y estimada (años)</i>	<i>Error estándar de la diferencia para la estimación de la edad</i>
Sínfisis púbica de Acsadi/Nemeskeri		10.8	7.9
Sínfisis púbica de Todd/Brooks		18.2	12.5
Sínfisis púbica de McKern/Stewart		22.5	15.0
Edad sumaria modificada	0.85	5.2	
Sínfisis púbica de Todd (modificada)	0.78	6.5	
Carilla auricular revisada	0.71	7.3	
Fémur proximal	0.53	9.3	
Suturas (revisada)	0.53	9.9	
Desgaste dental	0.71	7.9	
Desgaste dental de Miles		0.10-2.35	
Edad histológica ósea lamelar de Kerley	0.82	12.5	8.3
Edad histológica ósea promedio de Kerley	0.88	10.1	8.9
Mediciones del grosor del cemento	0.31-0.72		
Puntuación del grosor del cemento de Gustafson	0.07-0.40		
Puntuación del grosor del cemento de Johanson	0.22-0.48		
Conteos de capas de cemento	0.78	6.0	9.7
Puntuación de la translucidez de la dentina radical	0.86		7.1
Mediciones del volumen de la translucidez de la dentina radical	0.87	3.5	
Mediciones de la translucidez de la dentina radical	0.67		
Puntuación de la dentina secundaria de Johanson	0.59-0.74		
Anchura de la pulpa cervical/anchura dental (es decir, rellenas de dentina secundaria)	-0.46-0.77		
Método de Gustafson recalculado			11.28
Método de Gustafson, puntuación ST ponderada por diente			9.1
Método de Johanson		4.52	
Método de Gustafson modificado por Maples y Rice		5.03	
Método de Johanson con predicción bayesiana		7.0	
Mediciones de la translucidez de la dentina radical		6.5	
Método de la esclerosis de la dentina radicular de Bang y Ramm		5.15	

Kilian (1986) también se basó en la observación de seis cambios histológicos para desarrollar una técnica para estimar la edad. En su estudio

realizó cortes de 0.1 a 0.25 mm con un instrumento rotatorio; posteriormente los cortes fueron montados en un portaobjetos con bálsamo de Canadá. Observó un total de 281 cortes obtenidos de 116 dientes anteriores sin enfermedad periodontal, extraídos de individuos de edad conocida. Antes de procesamiento histológico, se determinaron el grado de abrasión del esmalte y la altura de la inserción gingival, debido a que los dientes prácticamente fueron destruidos y estos dos rasgos no podían medirse. Se tomaron fotografías en blanco y negro de cada uno de los cortes con una técnica creada por el mismo autor. A cada uno de los cambios se le asignó un puntaje con base en la clasificación de puntos de Kilian (0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3). En un momento posterior se realizó una segunda medición de todos los cambios, excepto de la abrasión y la inserción periodontal, ya que éstos no se podían medir en esta etapa. Por tal motivo, la segunda medición tenía menor valor, pero el autor demostró que sí valía la pena realizarla, ya que aumentaba los niveles de confiabilidad.

Estimación de la edad mediante el conteo de líneas incrementales del cemento

El método de estimación de la edad individual con base en la aposición de capas de cemento dental consiste básicamente en relacionar la edad cronológica del sujeto con la adición del número de capas depositadas que conforman este tejido y la edad de erupción del diente en cuestión; estas capas son visualizadas microscópicamente como líneas que los anatomistas llaman incrementales. Esta técnica fue aplicada primero en mamíferos marinos (Laws 1952); ha sido probada también en los campos de arqueozoología y paleoecología con la finalidad de verificar su potencial aplicación en el análisis de restos de animales recuperados de excavaciones arqueológicas (Burke y Castanet 1995), así como indagar sobre la relación que hay entre la pauta de formación de las líneas incrementales y las condiciones climáticas en las que habitaron ciertas especies de animales (Beasley 1992, Landon 1993).

El estudio de las líneas incrementales en dientes humanos se inició con el trabajo de Stott *et al.* (1982), y, aunque sólo se observaron tres especímenes, lograron visualizar las líneas. Más adelante el mismo Stott (1987), en su trabajo doctoral, analizó un mayor número de casos con el propósito de probar la hipótesis de que el número de líneas sumado a la edad de erupción del diente se aproximaba a la edad cronológica real. El principal aporte de los trabajos de Stott fue el procedimiento histológico y la técnica microscópica, que sirvieron de base para estudios posteriores, como el de Douglas *et al.* (1986), quien observó la variabilidad en el conteo de las líneas incrementales entre caninos y premolares, además de comparar la técnica de desmineralización con la de no desmineralización, encontrando una diferencia en el número de líneas entre estos dos grupos de dientes, descubriendo también que el tejido mineralizado facilitaba la observación.

Una de las primeras evaluaciones de la precisión de este método de estimación de la edad las realizaron Condon *et al.* (1986) con el análisis de 80 dientes de individuos con edad conocida; la correlación entre la edad real y la estimada fue de 0.78 y el error estándar de entre 4.7 y 9.7 años, según el tipo de diente. En otra investigación Stein (1999) reportó un coeficiente de correlación

entre la edad y el número de líneas de 0.93 lo cual es muy alto, aunque con solo 52 casos. Regalado y Del Ángel (2005) diseñaron una técnica histológica para la visualización microscópica de la líneas incrementales (cuadro 2) y en otro estudio (2009) analizaron una muestra 17 dientes con edad conocida, observando un coeficiente de correlación de 0.91 con un error estándar de 6.37 años entre la edad conocida y la edad estimada.

Una innovación importante en la técnica de observación y conteo de las líneas incrementales residió en la obtención de imágenes en tiempo real a través de un software (Wittwer *et al.* 2002), la cual facilitó la búsqueda del sitio ideal de conteo en el campo microscópico. Esta técnica reduce costos y tiempo de trabajo en el estudio de muestras grandes ($n = 433$), como las analizadas por Wittwer *et al.* (2003).

Con el propósito de comprender las características ultraestructurales de las líneas incrementales, Renz *et al.* (1997) analizaron el cemento radicular mediante varias técnicas microscópicas de luz en campo claro, electrónica de barrido, confocal y electrónica de transmisión. Los resultados fueron confusos, de tal manera que los autores plantearon la posibilidad de que estas líneas fueran sólo un espejismo que se confundía con la estructura real del cemento radicular, por lo que concluyeron que no había explicación microscópica del fenómeno de las líneas incrementales (Renz *et al.* 1998). Asimismo, en su momento, Kvaal y Solheim (1995) cuestionaron lo planteado acerca del ritmo de formación de estas líneas. Por su parte Hillson (1996), después de realizar una revisión bibliográfica del tema, consideraba que el conteo de las capas del cemento podría servir de base para la elaboración de un método para estimar la edad, aunque también planteó varias dificultades, una de ellas es referente al problema de contar las líneas cuando estas se superponen, este inconveniente lo menciona también Kasetty *et al.* (2010) quien añade que en ocasiones la primera línea se puede confundir con la frontera entre el cemento y la dentina, cuya apariencia microscópica también asemeja al bandeo característico de las líneas incrementales. Los autores de este estudio midieron el grosor del cemento y contaron las líneas incrementales, por lo que en cada uno de los dientes analizados se realizaron dos cortes

longitudinales de 100 micras. Para el conteo de las líneas uno de los cortes fue teñido con rojo alizarina y observado con microscopía de luz polarizada. Para la medición del grosor del cemento, el segundo corte no fue teñido y observado con estereomicroscopio. Se encontró una alta correlación entre edad conocida y estimada tanto para el conteo de las líneas como para la medición del grosor del cemento, aunque fue ligeramente mayor en el primero con una diferencia media de 12 años en la estimación. El coeficiente de correlación entre edad conocida y estimada fue de 0.42 y en el 1.5 % de los casos la correlación fue exacta.

Cuadro 2. Procedimiento para la observación y conteo de las líneas incrementales del cemento dental (Regalado 2005)

-
1. Elaboración de una cédula de identificación para cada uno de los dientes.
 2. Hidratación en agua corriente durante 24 horas.
 3. Descalcificación con ácido fórmico a 5% durante seis días.
 4. Eliminación de residuos de ácido con agua corriente.
 5. Deshidratación en histokinette durante 17 horas.
 6. Orientación e inclusión de los dientes en parafina.
 7. Corte transversal de los dientes a un grosor de 6 micras.
 8. Colocación de los cortes en una tina de flotación para su distensión.
 9. Montaje de los cortes en un portaobjetos.
 10. Desparafinización de los cortes con xilol.
 11. Rehidratación del tejido con agua destilada.
 12. Tinción con cristal violeta a 1% durante 20 minutos.
 13. Eliminación con alcohol de los excesos del colorante.
 14. Observación del material así preparado a través del microscopio de luz en campo claro para la localización de las líneas incrementales.
 15. Fotografiado con cámara convencional de la región del cemento que muestre con mayor claridad las líneas incrementales.
 16. Conteo de las líneas incrementales directamente sobre las fotografías en papel.
 17. Análisis de los datos con el programa computacional para análisis estadístico SYSTAT versión 10.
-

Otro estudio que aborda el conteo de las líneas incrementales como técnica para estimar la edad cronológica, es el realizado por Couoh (2014). Quien aplicó el procedimiento de Wittwer-Backofen (2012) para probar la confiabilidad de la técnica. La autora reportó muy buenos resultados, no obstante que tuvo que realizar los cortes de modo manual y no con el microtomo para cortes finos que sugieren los autores. De tal modo que los grosores de 4 a 7 micras se consiguieron mediante desgaste con ayuda de una pulidora y lijas de grano fino. Los datos mostrados señalan una muy

buena correlación (0.99) entre la edad conocida y el número de líneas para los 33 dientes estudiados, y una medio de error en la estimación de 1.95 años, la cual es muy baja en comparación con otros estudios.

Estimación de la edad con base en la medición de la transparencia radicular

Otra alternativa interesante para estimar la edad cronológica es la que se basa en la medición de la transparencia de la dentina radicular de los dientes permanentes. Se sabe que el fenómeno de la transparencia es originado por la esclerosis de los túbulos dentinarios, la cual comienza al final de la segunda década de la vida en el extremo apical de la raíz y avanza de manera gradual hacia la corona. Una manera de monitorear este rasgo es transmitiendo luz a través de la raíz del diente en cuestión; las áreas escleróticas aparecen transparentes, y las normales, opacas. Esto da pie al nombre alternativo de transparencia radicular.

Con base en lo anterior, Bang y Ramm (1970) observaron un total de 1013 dientes entre incisivos, caninos y premolares, que en conjunto sumaban 1132 raíces. Con la ayuda de un calibrador midieron la longitud de cada uno de estos especímenes, posteriormente indagaron sobre la correlación que existía entre la longitud de la transparencia y la edad cronológica, encontrando coeficientes mayores a 0.8 para los tres tipos de dientes. Finalmente, mediante varios análisis de regresión simple establecieron un modelo de estimación de la edad para casos desconocidos, con especificación para cada tipo de diente. Este método sirvió de principio para estimar la edad en especímenes antiguos; Bang (1993), por ejemplo, mediante la medición de la longitud de la transparencia de un canino y un segundo premolar de la arcada superior, estimó la edad de un espécimen de aproximadamente 7000 años de antigüedad. Beyer-Olsen *et al.* (1994) aplicaron la misma técnica para estimar la edad de 248 individuos pertenecientes a la época medieval. Sus estimaciones fueron comparadas con otras obtenidas mediante la aplicación de métodos antropológicos, hallando una diferencia significativa ($p = 0.001$) entre ambos métodos. Esta técnica también puede ser empleada en casos forenses, como lo reportaron Kvaal y During (1999), en el que se estimó la edad cronológica de 25 sujetos que fallecieron en un accidente marítimo; aunque la edad cronológica real no se conocía, ellos consideran que los datos obtenidos son una buena aproximación.

Regalado y Del Ángel (2008) aplicaron la técnica de Bang y Ramm (1970) para analizar 18 dientes de personas de edad conocida, y encontraron un coeficiente de correlación de 0.96 entre edad conocida y estimada, con un error estándar de 6.59 años.

Lamendin *et al.* (1992) propusieron una técnica basada en la medición de la transparencia radicular y la periodontosis en dientes unirradiculares. La transparencia se midió desde el ápice de la raíz en dirección a la corona, mientras que la periodontosis desde la unión cemento-esmalte en dirección al ápice, registrando el nivel de recesión gingival. La serie de estudio consistió de dientes obtenidos de personas de edad conocida, y el procedimiento mostró una media de error de 10 años entre la edad conocida y la estimada.

Por su parte, Smith *et al.* (2010) analizaron la propuesta de Lamendin (1992) respecto de estimar la edad a través de la medición de la periodontosis y la transparencia radicular de manera conjunta. Estos autores reportaron una baja correlación y una diferencia media de 13.67 años entre la edad conocida y la estimada, dato mayor al que Prince y Ubelaker (2002) reportaron en su estudio aplicando la misma técnica.

Ubelaker y Parra (2008) compararon los datos obtenidos en tres estudios distintos, mediante el análisis de dientes obtenidos de individuos de edad conocida del Instituto de Medicina Legal de Lima, Perú. Los autores aplicaron las técnicas de Lamendin *et al.* (1992), Bang y Ramm (1970) y, finalmente, el procedimiento de Prince y Ubelaker (2002). Observaron un total de 100 dientes entre incisivos y caninos. La media del error fue de 8.3 años para la técnica de Lamendin, de 8.8 años para la de Bang y Ramm y 7.6 para la de Prince y Ubelaker. Estos datos fueron semejantes a los obtenidos en los trabajos originales, por lo que los autores supusieron que no había diferencia en los resultados cuando las técnicas mencionadas se aplican en diferentes poblaciones.

Hay un estudio más reciente (Acharya 2014), en el que se midió la longitud y el área de transparencia radicular de manera digital en cortes de 250 micras realizados en 100 dientes, auxiliados también de un paquete computacional para procesamiento de imágenes. El análisis de regresión reveló una alta correlación

entre la longitud de la transparencia con la edad (0.62), así como con el área de la transparencia (0.62). Según el autor, la técnica con corte favorece la visualización y medición de la transparencia de la dentina radicular. En este estudio se obtuvieron resultados distintos a los que publicaron Lorentsen y Solheim (1989), quienes consideran que medir el área da mejores resultados que medir la longitud, aunque ellos mismo reconocen que esto implica una mayor dificultad de procedimiento.

Otra investigación reciente fue realizada en especímenes arqueológicos por Tang *et al.* (2014), quienes consideraban que la transparencia radicular podría experimentar cambios en sus dimensiones debido al efecto del contexto en el que están depositados; específicamente, consideraron que la diagénesis del suelo podía alterar las características naturales de los tejidos dentales, motivo por el cual probaron el funcionamiento de la técnica de Bang y Ramm (1970) en especímenes antiguos. Analizaron 583 dientes unirradiculares obtenidos de una colección osteológica proveniente de la excavación de un cementerio del siglo XVII en Londres. Analizaron también 126 dientes de sujetos de edad conocida en el Museo de la Historia Natural de Londres, con antigüedad semejante a la primera colección. Los resultados que obtuvieron muestran una menor correlación que la obtenida por otros autores que aplicaron la misma técnica. El coeficiente para los dientes del cementerio fue 0.45, y de 0.46 para la colección del Museo Natural; estos niveles son menores que los obtenidos por Bang y Ramm (1970), así como con los obtenidos por uno de los autores de este artículo en su tesis doctoral (Tang, 2011), cuyos datos muestran un nivel de correlación de 0.76, también con especímenes arqueológicos, aunque con un número menor de casos. Algunas de las conclusiones a las que llegaron establecen que la técnica tiende a sobrestimar de la edad en individuos de 20 a 49 años y a subestimarla en individuos mayores de 60 años.

Según Gibelli *et al.* (2014), se han estudiado poco las posibles modificaciones de la transparencia radicular por factores ambientales o tafonómicos. Una de estos factores es el calor extremo al que pueden estar expuestos los dientes en algunos contextos forenses. Para indagar al respecto, los autores realizaron un estudio experimental con dientes obtenidos de autopsias y de la práctica clínica.

Se calentó un total de 105 dientes a 50, 100, 150 y 200 °C, y la transparencia se midió antes y después del experimento. Los resultados mostraron que el calentamiento provocó una modificación importante en la transparencia, observándose una disminución de 20 % en la longitud a 50 °C, 34.6 % a 100 °C, 50 % a 150 °C y de 77 % a 200°C. Los autores concluyen que existe una alta relación entre la disminución de la transparencia y el incremento de la temperatura, por lo que sugieren tener precauciones al aplicar la técnica en contextos forenses en donde los dientes hayan estado expuestos a altas temperaturas.

Estimación de la edad con base en los cambios regresivos de la pulpa

La pulpa dental muestra cambios regresivos en su tamaño debido a la formación de dentina secundaria; esto provoca que a medida que la dentina aumenta su grosor, las dimensiones de la pulpa disminuyen. Este mecanismo se debe a un fenómeno natural de adaptación tisular al estrés masticatorio, en donde los odontoblastos de la pulpa se activan para formar más dentina, la que se llama secundaria porque se forma después de la dentinogénesis. El promedio de incremento del grosor de la dentina es de 6.5 micras por año en la corona y de 10 micras en la raíz (Murray 2002), dependiendo del tipo diente y el grado de desgaste, los dientes de manera proporcional forman 17 % más dentina en la corona y 24 % en la raíz, esto representa 0.45 y 0.60 mm respectivamente.

Kvaal *et al.* (1995) publicó una técnica de estimación de la edad basado en mediciones radiográficas de la pulpa en dientes que no extraídos. Los autores encontraron una correlación significativa pero negativa entre la edad cronológica y el tamaño de la pulpa, lo que también ya había reportado Drusini (1993), en ambos estudios las mediciones se realizaron en radiografías periapicales. Los resultados de Kvaal mostraron también una buena correlación (0.76) entre la edad conocida y la edad estimada, en individuos mayores a 20 años. Esto último también fue reportado por Paewinsky *et al.* (2005) quienes midieron las dimensiones de la pulpa a través de ortopantomografías de 168 personas de 14 a 81 años de edad. También Meinl *et al.* (2007) evaluó la aplicabilidad de la técnica en jóvenes específicamente, para cuál analizó ortopantomografías de 49 personas de 19 años de edad en promedio. Los resultados mostraron que la técnica no funciona bien en sujetos jóvenes ya que se observó una subestimación de la edad en muchos de los casos.

Otro trabajo importante sobre la medición de los cambios dimensionales de la pulpa dental fue realizado por Cameriere *et al.* (2004). Este trabajo detalla un método de determinación de la edad en adultos a partir de dientes unirradiculares, la muestra consiste de 100 pacientes de edad conocida de entre 18 y 72 años. La técnica consistió en ortopantomografías que fueron digitalizadas utilizando un scanner y las imágenes fueron procesadas usando un programa para computadora (autoCAD 2000, 3.0 1997). Para el análisis, se seleccionaron

los caninos superiores de lado derecho, debido a que estaban presentes con mayor frecuencia y además de que representan el grupo de dientes con más variación en sus dimensiones. Se midieron la proporción pulpa / raíz, longitud dental, proporción pulpa / diente. Las dimensiones de la pulpa se midieron en tres diferentes niveles. El coeficiente de correlación de Pearson entre la edad y estas variables muestran que el radio entre el área pulpar y el diente tienen mejor correlación con la edad (0.85). El modelo de regresión múltiple mostró una relación lineal entre la proporción pulpa / raíz con la edad, así también en la proporción pulpa / diente. El análisis estadístico indicó que estas dos variables explican el 84.9 % de variaciones en la edad cronológica estimada. La mediana del valor absoluto del error residual entre la edad conocida y estimada fue menor de 4 años.

En un estudio más recientemente, De Luca *et al.* (2011) examinó la técnica de Cameriere en una colección de 122 cráneos de personas plenamente identificados, que fallecieron en la prisión de Lecumberri en la Ciudad de México durante el siglo pasado. Se analizaron un total de 103 caninos a los que se les tomaron radiografías periapicales. Las radiografías fueron digitalizadas y escaneadas para su posterior medición con ayuda de un paquete computacional. Los resultados obtenidos mostraron un coeficiente de correlación alta y negativa entre la edad y las dimensiones de la pulpa. El coeficiente de correlación entre la edad conocida y la estimada fue de 0.96, con un error estándar en la estimación de 1.9 años. Debido a la semejanza en los resultados en otros estudios, los autores concluyen que en condiciones normales no hay diferencia importante en la pauta de formación de dentina secundaria entre distintas poblaciones.

En la mayoría de los estudios, se han reportado malos resultados cuando se aplica la técnica de medición de las dimensiones de la pulpa dental en población infantil. Quizá debido a ello Cameriere *et al.* (2006) propuso otro procedimiento radiográfico de estimación para ser empleado en edades tempranas. Dicho procedimiento consiste en medir el nivel de apertura del ápice de la raíz dental, y aplicar una ecuación de regresión lineal que los autores establecieron con base en sus mediciones. Esta propuesta fue probada por Marques *et al.* (2006) en una muestra conformada por 160 niños brasileños de 5

a 15 años de edad, mediante la observación de radiografías panorámicas. Los autores reportaron que en muchos de los casos había sobre-estimación en los niños de 5 a 10 años y subestimación en los niños de 11 a 15 años. No obstante, consideraron que la técnica es confiable y que puede ser aplicada.

Cronologías de Erupción dental

En 1949 Hurme realizó un análisis muy amplio basándose en los datos obtenidos de estudios realizados en niños de origen anglosajón, con el cual elaboró una las tablas de erupción más completas debido al gran número de niños incluidos (cuadro 3).

En 1978 Debrot estudió las diferencias en dos grupos de niños; de raza negra y blanca de una misma comunidad en Brasil, observando que los infantes negros son generalmente más precoces en el proceso de erupción y que entre ambos grupos blancos y negros, las niñas mostraron mayores dientes erupcionados que los varones de la misma edad. Mejia (1971) en Colombia examinó a 2402 niños de entre 4 y 5 años y sus resultados eran distintos a los mostrados después por Debrot.

En Venezuela, Méndez (1996) estudió la secuencia de erupción en niños de Maracaibo concluyendo que hay un mayor número en promedio de dientes permanentes erupcionados en niñas en comparación con los niños de la misma edad, y que en relación a las arcadas se observó un promedio mayor de dientes erupcionados en la arcada inferior en comparación con el superior, mientras que por grupos de dientes la erupción en general es simultáneo con su homólogo del lado opuesto. Morón (1995) resalta el hecho de que las diferencias más significativas en la cronología de erupción dentaria entre distintas poblaciones se dan en el grupo de canino y premolares.

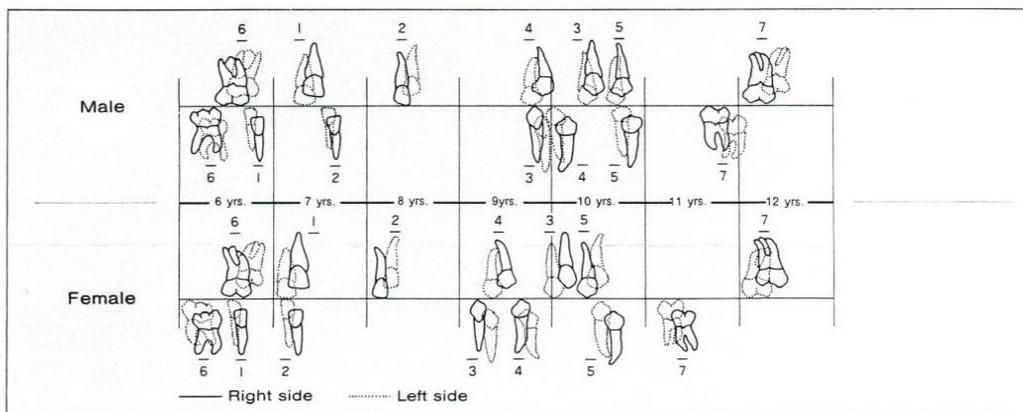


Fig. 4 Edad y orden de erupción de los dientes permanentes. Tomado de Sato (1985)

Choi (2001) realizó un estudio en 1070 niños coreanos encontrando que la erupción de los dientes primarios de los niños sucede antes que en las niñas, en el tiempo de erupción entre los dientes del mismo tipo, del lado izquierdo y el derecho, no existen diferencias significativas, observando también que la secuencia de erupción de los dientes primarios fue la siguiente: incisivo central inferior, incisivo central inferior, incisivo lateral superior, incisivo central inferior, primer molar superior, primer molar inferior, canino superior, canino inferior, segundo molar inferior y segundo molar inferior.

En México se han realizado pocas investigaciones que posibiliten demostrar las diferencias con otras poblaciones, uno de ellos es el de Borges (1985) en donde comparó dos poblaciones una tarahumara y otra de niños de la comunidad de Iztacala, Edo.Mex., encontrando que la edad de erupción es más temprana en la comunidad tarahumara. (Taboada *et al.* 2000) estudiaron escolares de ciudad Nezahualcóyotl y compararon con los de Los Reyes la Paz los dos en el Estado de México, encontrando una gran diferencia con respecto al incisivo central, incisivo lateral, segundo premolar y primer molar superiores, canino, premolares y molares inferiores. Se hizo también un estudio de la secuencia de erupción de los dientes permanentes en 418 escolares de la etnia otomí en el municipio de Temoaya comparándolo con los datos aportados por Hurme. En este encuentran que el promedio de erupción es más tardío en

Temoaya que en los datos de Hurme (Taboada 2005).

Cuadro 3. Cronología de erupción dental de Hurme (1949).

<i>Diente</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>
<i>Maxilar</i>		
Incisivo central	7.20	7.47
Incisivo lateral	8.20	8.67
Canino	10.98	11.69
Primer premolar	10.03	10.40
Segundo premolar	10.88	11.18
Primer molar	6.22	6.40
Segundo molar	12.27	12.68
<i>Mandíbula</i>		
Incisivo central	6.26	6.54
Incisivo lateral	7.34	7.70
Canino	9.86	10.79
Primer premolar	10.18	10.82
Segundo premolar	10.89	11.47
Primer molar	5.94	6.21
Segundo molar	11.66	12.12

IV MATERIAL Y MÉTODO

El material de estudio

Los dientes incluidos en este estudio son unirradiculares, de la segunda dentición, completos en su estructura. Fueron recolectados de restos esqueléticos desenterrados de un cementerio contemporáneo del poblado de Caltimacán en el estado de Hidalgo. Este material se logró gracias al apoyo de los responsables y colaboradores del proyecto de investigación "*Los restos óseos de dos templos coloniales del estado de Hidalgo, desde una perspectiva bioantropológica y forense*" (PAPIIT IN407105), dirigido por la Dra. María Villanueva del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. Mientras que los modelos de estudio fueron obtenidos de población viva del municipio de Zimapán, de la misma entidad federativa, mediante el trabajo de campo realizado con el Antropólogo Andrés del Ángel del Instituto de Investigaciones Antropológicas, con la colaboración de dos colegas odontólogos prestadores de servicio social del mismo Instituto.

El poblado de Caltimacán es una agencia del municipio de Zimapán, con una distancia geográfica de solo algunos kilómetros, motivo por el cual los habitantes tienen una gran similitud cultural y biológica. Las razones por las que trabajamos en población viva de una población y no viva de la otra, se debió a que, con los restos humanos de Caltimacán disponíamos de los datos necesarios para nuestra investigación (edad y sexo). Los restos recuperados en Zimapán en la mayoría de los casos no fueron identificados, por lo que no hay registro de la edad.

Los modelos dentales, por su parte, se obtuvieron de niños de una escuela primaria de Zimapán que cuenta con un número mayor de estudiantes que la escuela de Caltimacán y con actividades escolares en ambos turnos, lo que facilitó la obtención de la cantidad de modelos deseados.

Zimapán, es uno de los 84 municipios pertenecientes al estado de Hidalgo, se localiza en el kilómetro 202 de la carretera internacional de México-Laredo, a 1,8134 metros sobre el nivel del mar y a los 20° 44'12" de latitud norte y 99° 23'50" de longitud oeste del meridiano. Limita al Norte con Pacula, al Este con

Nicolás Flores, al Sur con Tecozautla y al Oeste por intermedio del río Moctezuma con el estado de Querétaro (Fig. 5). Formó parte de la provincia de Xilotepec, el centro de mayor importancia de las grupos otomíanos, quienes constituyeron la población mayoritaria precortesiana de Zimapán; junto con otros grupos considerados salvajes como los jonaces y los pames quienes habitaron ese territorio y a finales del siglo XVI, aún se encontraban localizados en el llamado “Cerro gordo”.

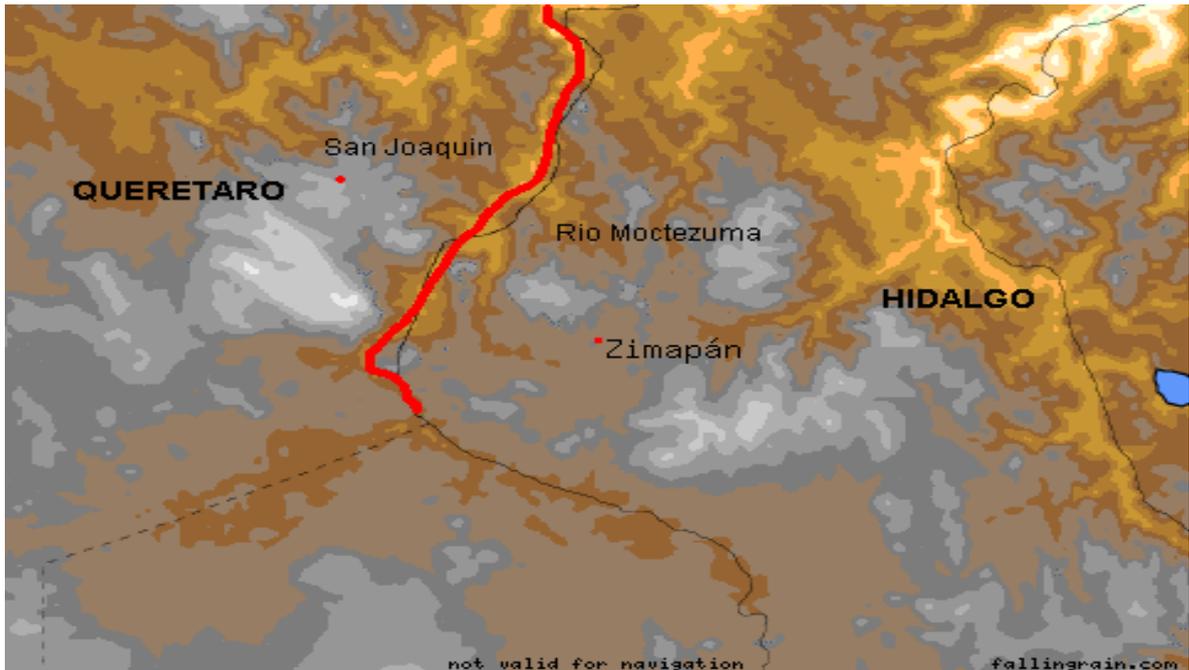


Fig. 5. Mapa de ubicación de Zimapán, Hidalgo. Fuente: PAPIIT IN407105 UNAM

Primero se analizó el material osteológico proveniente del cementerio contemporáneo de Caltimacán, Hidalgo, que se encuentra almacenado en el Laboratorio de Antropología Forense de Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, y posteriormente se analizaron las denticiones de infantes vivos de Zimapán, que se describirá más adelante.

Observación de las condiciones de salud bucal

El análisis del material esqueletizado consistió en registrar el estado de salud bucal de los 100 restos que conforman la colección osteológica, así como identificar aquellos que, con base en los objetivos de esta investigación, deberían ser incluidos en la serie de estudio.

Se diseñó una cédula de identificación individual en la cual se almacenaron algunos datos como la edad, el sexo y la procedencia. Posteriormente, se realizó el registro del número de dientes cariados, así como la severidad de dichas lesiones. Se registró también la enfermedad periodontal, la cual se evaluó por la pérdida ósea horizontal visible, dicha disminución se midió tomando como referencia la distancia en milímetros entre la unión cemento-esmalte y la cresta ósea subyacente (Llamosas *et al.* 1998). Finalmente, se realizó el registro el número de dientes perdidos, especificando si estos se perdieron *postmortem* o *antemortem*.

Integración de la serie de estudio

Con base en el análisis anterior se obtuvo una serie de estudio conformada por 43 restos de edad y sexo conocidos (Cuadro 4) de quienes se obtuvo un diente unirradicular, los cuales fueron lavados con agua corriente y colocados en agua destilada para su hidratación. Se diseñó una cédula individual de registro de histología dental, que considera los cambios de envejecimiento que se presentan en la dentina coronal, dentina radicular y la pulpa. Además de la altura total, coronal y radicular medidas en milímetros. También se diseñó una base de datos en el paquete estadístico SYSTAT versión 10, que fue de gran utilidad para ordenar la información para un posterior análisis.

Cuadro 4. Distribución de edad y sexo de la serie de estudio.

Edad (años)	Número de hombres	Número de mujeres	Total
19-29	1	1	2
30-39	3	6	9
40-49	5	5	10
50-59	5	2	7
60-69	4	7	11
70-79	1	3	4
<i>Total</i>	19	24	43

Medición de la transparencia radicular

Se decidió seguir el método propuesto de raíces intactas para hacer las observaciones, ya que no hay diferencia significativa entre los valores obtenidos en dientes seccionados e intactos; además de que el corte implica la destrucción parcial de las piezas (Sengupta 1998). Observamos sólo dientes de la segunda dentición, los cuales fueron preparados para favorecer el paso de un haz de luz incandescente a través de su raíz. La medición de la transparencia así evidenciada se llevó a cabo con un calibrador digital con precisión de lectura de centésimas de milímetro.

A continuación, la longitud de la transparencia se empleó para estimar la edad del sujeto siguiendo las ecuaciones propuestas por Bang y Ramm (1970) para cada diente. Con el objetivo de evaluar la bondad de las estimaciones, se calcularon 1) las correlaciones entre la edad cronológica y la edad estimada, por un lado, y la longitud de la transparencia y la edad cronológica, por el otro; 2) la diferencia media entre la edad estimada y la cronológica; y 3) el error estándar de la estimación.

Medición de los cambios dimensionales de la pulpa

Para observar las dimensiones de la pulpa se tomaron radiografías periapicales de 43x33 mm (película Agfa Dentus M2) de cada una de los dientes; posteriormente, con ayuda de un calibrador digital Mitutoyo NTD12P-6" C con precisión de lectura de centésimas de milímetro y un negatoscopio se midieron directamente en las radiografías las variables siguientes, todas en milímetros:

- a) Altura pulpar
- b) Altura de la raíz
- c) Anchura de la pulpa en tercio medio radicular
- d) Altura total del diente

Con base en estas cuatro medidas lineales se derivaron tres variables compuestas: 1) altura pulpar/longitud total, 2) anchura pulpar/longitud total y 3) altura pulpar/longitud de la raíz, las cuales ponderan el tamaño relativo de la pulpa en relación con el tamaño del diente en cuestión.

A continuación, se llevó a cabo un análisis de correlación lineal (coeficiente de Pearson) de estas tres variables compuestas con la edad cronológica en años y un análisis de regresión lineal múltiple para predecir la edad seleccionando aquellas variables morfológicas que contribuyeran significativamente a la estimación de la edad por el método de selección por pasos (en descenso).

Por otra parte, con la finalidad de probar la viabilidad de las mediciones de la pulpa de manera digital, realizamos los mismos registros de las variables en imágenes obtenidas mediante un radiovisiógrafo (Rx2 HP de la marca CSN), y el análisis de las imágenes con ayuda del paquete computacional CSN Image

El radiovisiógrafo permite observar en tiempo real las imágenes de los dientes. Funciona mediante un sensor que capta la imagen generada por el aparato de rayos x, dicho sensor puede estar acoplado a una computadora. Además de las ventajas de observar y analizar las imágenes en tiempo real, este mecanismo evita el uso de placas radiográficas y el proceso de revelado (Fig. 6).



Fig. 6. Imagen de radiovisiógrafo y equipo de rayos x

Observación de las pautas de brote dental

Para establecer las edades de erupción de los dientes permanentes de la población estudiada, se analizaron las denticiones de los niños que asistían a la escuela primaria "Gral. Alfonso Cravioto", ubicado en el centro de la ciudad de Zimapán, Hidalgo. Se consideró conveniente realizar las observaciones en modelos de estudio, y no directamente en boca, lo que permitió realizar de manera más precisa los registros de la dentición de cada uno de los niños estudiados. Se tomaron impresiones con alginato de ambas arcadas (maxilar y mandibular) con ayuda de cucharillas metálicas, que después fueron corridas en yeso para ortodoncia, en seguida se marcaron las huellas de las mordidas con cera. Finalmente los modelos fueron montados en una base del mismo yeso para su mejor conservación.

Se obtuvieron un total de 250 modelos de estudio de niños de entre primero y tercer grado, cuyo sexo y fecha de nacimiento fueron anotados. Para el registro del grado de erupción dental al momento de tomar los modelos de estudio, se elaboró primero una cédula en donde se anotaba si los dientes ya estaban presentes en la cavidad oral, asignándoles la categoría de erupcionado y de no erupcionado cuando aún no estaban presentes, basándonos en la propuesta de Tanner (1978) sobre el registro del brote dental. La información generada fue capturada en una base de datos en Excel y después transportada para su análisis al paquete MYSTAT versión 12 de Windows, la cual básicamente consistió en deducir la edad promedio de brote para cada uno de los dientes, dato que se expresa en años decimalizados.

V. RESULTADOS

Para la valoración de la salud bucal se analizaron un total de 324 dientes pertenecientes a los 100 restos estudiados. Respecto a la enfermedad periodontal se realizaron 648 registros, dos para cada uno de los dientes ya mencionados. Observando que la distancia más frecuente entre la unión amelocementaria y el reborde óseo es de entre 0 y 2 mm, seguido de los casos con 4 a 7 mm y en sólo cuatro dientes hubo un registro con más de 7 mm. Referente a la caries dental se observó una alta incidencia de esta patología, presentándose en el 68 % de los dientes: 148 con caries de primer grado, 63 de segundo y 11 con caries de tercer grado. Por último, en relación con la pérdida dental, el 25 % de los dientes los consideramos fuera de su alveolo, en la mitad de los casos con evidencia de pérdida *postmortem*.

Respecto de las dimensiones de la pulpa (anexo 1) notamos que los coeficientes de correlación de Pearson (Cuadro 5) muestran que estas razones entre las longitudes se correlacionan bien con la edad, pues todas fueron negativas y significativas, en particular la relación de la altura pulpar y la longitud de la raíz (Gráficas 1, 2 y 3).

Cuadro 5. Coeficientes de correlación entre la edad y las variables morfológicas predictivas.

Al. pulpar/L. total	An. Pulpar/L. total	Al. Pulpar/L. raíz
-0.63*	-0.44 [†]	-0.68*

* $p < 0.01$
[†] $p = 0.02$

La edad de los sujetos fue modelada como una función lineal de las variables morfológicas (variables predictivas). Se aplicó el procedimiento de regresión por pasos hacia atrás para optimizar dicho modelo. Los resultados (Cuadro 6) mostraron que sólo la relación altura pulpar/longitud de la raíz (Ap/Lr) contribuyó significativamente al ajuste. El modelo que utiliza esta relación quedó definido como sigue:

$$\text{Edad} = 104.09 - 60.54 (\text{Ap/Lr})$$

El modelo completo inicial con tres variables daba cuenta de 48% de la varianza total, mientras que el modelo final, con la relación (Ap/Lr) explicaba 46% ($r^2 = 0.46$), aunque el coeficiente de la pendiente (60.54) fue significativamente diferente de cero ($p < 0.001$) y los residuos se distribuyeron normalmente alrededor de cero y hubo homoscedasticidad.

Cuadro 6. Análisis de regresión por pasos para predecir la edad cronológica a partir de una variable seleccionada.

	Coeficiente de regresión	Error estándar	T	P
Ordenada al origen	104.09	9.10	11.44	<0.001
Ap/Lr	-60.54	10.21	-5.93	<0.001

Respecto a las dimensiones de la pulpa medidas con radiovisiógrafo (anexo 1), la correlación también fue negativa entre las variables y la edad. Sin embargo, los niveles de correlación fueron bajos en comparación con los observados en la medición manual. Sólo en el caso de la variable altura pulpar / longitud de la raíz la correlación fue significativa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre la edad y las variables morfológicas predictivas medidas con radiovisiógrafo

Al. pulpar/L. total	An. Pulpar/L. total	Al. Pulpar/L. raíz
-0.23	-0.39 [*]	-0.46 [†]

En el Cuadro 8 y la Gráfica 4 se muestra el análisis de regresión simple que predice la edad cronológica (variable dependiente) con base en la longitud de la transparencia de la raíz (Tr) (variable independiente), con una varianza explicada de 72.5%. La ecuación quedó como sigue:

$$\text{Edad} = 24.88 + 4.41 Tr$$

Cuadro 8. Análisis de regresión simple para predecir la edad cronológica a partir de la transparencia de la raíz dental.

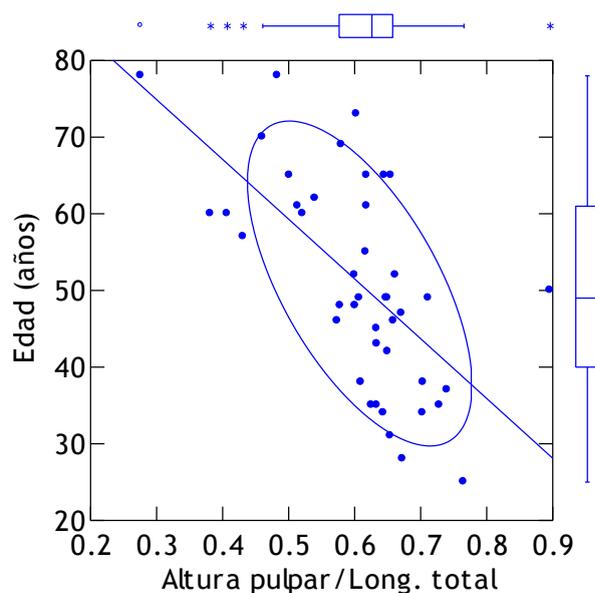
	Coeficiente de regresión	Error estándar	T	P
Ordenada al origen	24.88	2.73	9.10	<0.001
Long. Transparencia	4.41	0.42	10.41	<0.001

Finalmente, con el propósito de evaluar la bondad de las estimaciones con base en la transparencia radicular, comparamos por pares la edad cronológica de estos sujetos y la edad estimada empleando las ecuaciones propuestas por Bang y Ramm (1970, Tabla X) para dientes intactos (Gráfica 5, Cuadro 9).

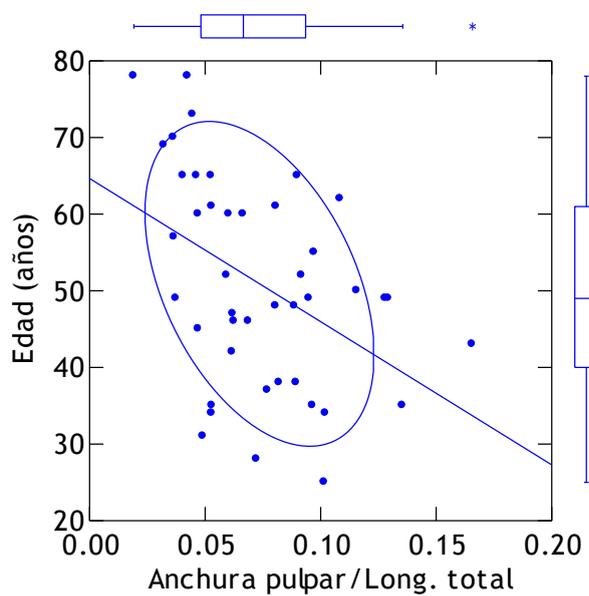
Cuadro 9. Bondad de la estimación de la edad cronológica con base en la transparencia de la raíz.

Correlación (r de Pearson) entre edades conocida y estimada	Diferencia media entre edades conocida y estimada (años)	Error estándar de la diferencia para la estimación de la edad
0.75	-3.06	9.02

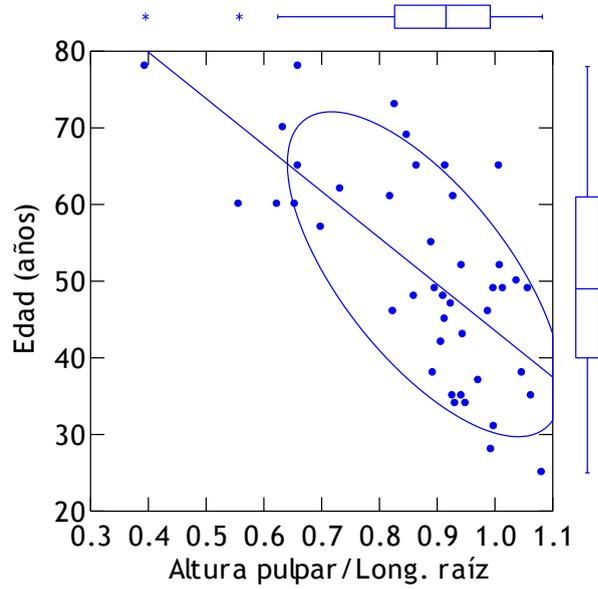
Gráfica 1. Dispersión del cociente altura pulpar/longitud total del diente versus la edad cronológica.



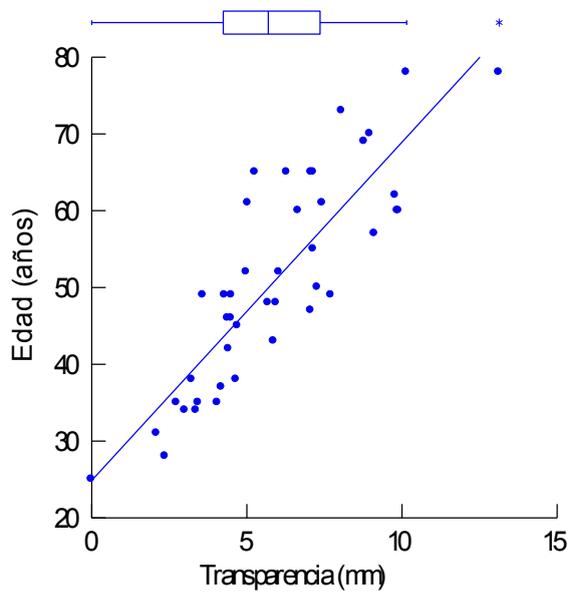
Gráfica 2. Dispersión del cociente anchura pulpar/longitud total del diente versus la edad cronológica.



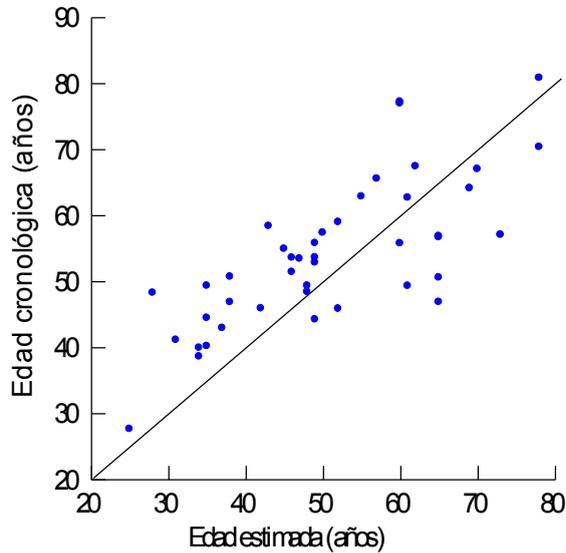
Gráfica 3. *Dispersión del cociente altura pulpar/longitud de la raíz versus la edad cronológica.*



Gráfica 4. *Dispersión de la edad versus la longitud de la transparencia de la raíz dental.*



Gráfica 5. Dispersión de la edad cronológica versus la edad estimada a partir de la longitud de la transparencia radicular.



Los resultados respecto a la erupción dental (Cuadro 10) muestran que el primer diente en erupcionar es el incisivo central inferior que, con base en nuestros datos, se dio a los 7.01 años, seguido del primer molar inferior a los 7.35; y el tercero, el primer molar superior, que aparece a los 7.42. Por su parte, el incisivo central superior emerge a los 7.63, seguido del incisivo lateral inferior, a los 7.78 años, mientras que el incisivo lateral superior fue visible a los 8.79 años. Después de los cuatro incisivos y los primeros molares, el siguiente grupo de dientes que brotaron lo integran los primeros premolares, el superior a los 9.89 y el inferior a los 10.76 años, los caninos a los 10.38 en el caso del inferior y 11.52 años en el superior, los segundos premolares a los 11.52 el superior y 11.55 el inferior. El último grupo de dientes en el orden de erupción fueron los segundos molares: el inferior a los 11.55 y el superior a los 11.81 años.

Cuadro 10. Edad de brote de la dentición permanente en años.

<i>Diente</i>	<i>N</i>	<i>Md</i>	<i>De</i>
<i>Maxilar</i>			
I1	29	7.63	0.83
I2	52	8.79	0.84
C	33	11.52	1.29
PM1	39	9.89	1.47
PM2	15	11.52	1.95
M1	36	7.42	1.05
M2	19	11.81	1.70
<i>Mandíbula</i>			
I1	23	7.01	0.92
I2	42	7.78	0.92
C	31	10.38	1.36
PM1	42	10.76	1.69
PM2	24	11.55	1.83
M1	25	7.35	1.02
M2	18	11.55	1.70

Nota: *n* = número de sujetos; *Md* = mediana; *de* = desviación estándar

VI. DISCUSIÓN

El registro de la salud bucal no tuvo la finalidad de hacer una descripción detallada de la patología relacionada con este aspecto, sino el de hacer un diagnóstico general del estado de salud oral de las personas cuyos restos analizamos, con el propósito de hacer una mejor selección de los dientes que incluimos en nuestra serie de estudio. Además de que esta información puede ser complementaria a los resultados obtenidos mediante el análisis de los tejidos. Existen varios parámetros para diagnosticar la salud oral: el conteo y la severidad de las caries, la enfermedad periodontal y la pérdida dental (Hildebolt, 1991). En este estudio se observaron muy pocos dientes con enfermedad periodontal, en la mayoría de los casos el sondeo mostró niveles de resorción ósea menores a 2 mm. Respecto a la caries, por el contrario, observamos una alta incidencia de caries, aunque de nivel incipiente; ambos resultados están en consonancia con lo observado en la pérdida dental, en donde la mayoría de los dientes estaba en su alveolo y, en caso de ausencia, por pérdida postmortem. Los hallazgos anteriores nos hacen pensar que la salud bucal de nuestra colección es buena en general, a pesar de que los hábitos de higiene quizás no eran buenos tomando en cuenta el contexto sociocultural de la época y el lugar. No obstante, se considera que la salud sistémica sí era aceptable, es decir, que probablemente no había mayor dificultad con las enfermedades que generalmente están asociadas con la agudización de las lesiones dentales, como la diabetes o la hipertensión, razón por la cual explica por qué las lesiones cariosas y del periodonto no se agravaron. Consideramos entonces que las condiciones de salud y enfermedad bucal no tuvieron influencia biológica importante en los cambios histológicos que se midieron en este estudio, tomando en cuenta que los procesos biológicos que implica su ontogenia son de por sí poco influenciados por los cambios ambientales y locales, de tal modo que es necesario una fuerte presión de estos factores para modificar la pauta de dichos procesos biológicos.

Los estudios para observar radiográficamente los cambios regresivos de los tejidos dentales no son frecuentes, debido a la naturaleza misma de dichos tejidos, además de la dificultad técnica de medir de manera correcta los

cambios dimensionales. Las investigaciones con aplicación de rayos x han sido enfocadas al análisis de cronologías de erupción dental, aplicando generalmente radiografías panorámicas de la cara para ver los estadios de formación y erupción de los dientes (Feasby 1981, Liversidge 2001). No obstante, la pulpa dental, a diferencia del esmalte, la dentina o el cemento, es un tejido blando que puede ser analizado radiográficamente, aunado a sus características peculiares ya descritas, por lo que se consideró viable estudiar los cambios que experimenta en su tamaño a medida que las personas envejecen.

Los coeficientes de correlación entre la edad cronológica y las dimensiones de la pulpa fueron todos negativos y significativos; esto quiere decir que a medida que la persona envejece, las dimensiones de la pulpa disminuyen de tamaño. La correlación más alta fue visible en la variable altura pulpar / longitud de la raíz y la de menor correlación fue la variable anchura pulpar / longitud total del diente (Cuadro 5), los anteriores también se pueden ver corroborar con las gráficas de dispersión (Gráficas 1, 2 y 3), en donde se observa un patrón de distribución de puntos no definido para el caso de la anchura pulpar / longitud total del diente cuando se le cruzaba con la edad cronológica, caso contrario para la variable altura pulpar / longitud de la raíz, en donde se observa un patrón más definido en la distribución de los casos. Lo anterior tiene sentido si pensamos en las dificultades que tuvimos para ubicar el tercio medio radicular en la medición de la anchura pulpar, por lo que se puede considerar que quizá esta referencia anatómica no sea la más conveniente para medir esa variable.

Para establecer un modelo de estimación de la edad con base en estas variables se realizó un procedimiento de regresión. La aproximación con la edad cronológica no era muy buena cuando se emplearon las tres variables, y mejoró cuando lo hicimos con la variable altura pulpar / longitud de la raíz (ap/lr), con una ordenada al origen de 104.09 y una pendiente de -60.54 . De tal modo que el modelo que proponemos para la estimación de la edad con base en los cambios regresivos de la pulpa es el siguiente:

$$Edad = 104.09 - 60.54 (ap/lr)$$

La medición de la transparencia radicular es una técnica que se puede realizar en poco tiempo en comparación con la medición de la pulpa o el conteo de las líneas incrementales o la observación de las pautas de brote dental; tiene además la ventaja de no ser invasiva. En este estudio el coeficiente de correlación entre la edad conocida y la edad estimada con base en la tabla de predicción de Bang y Ramm (1970) es alto, mostrando un índice de 0.75, sin embargo es menor al que se obtuvo al aplicar la técnica en una serie más pequeña de estudio (Regalado y del Ángel 2007) en donde el coeficiente fue de 0.95. En cuanto a la diferencia media en años de la estimación, que representa un parámetro importante para establecer la efectividad de una técnica, en este estudio fue de -3.06 , lo que significa que las predicciones están subestimando la edad real, no obstante, esta aproximación es buena si la comparamos con la estimación obtenida en el estudio del 2007, en donde la diferencia fue de 3.41 o el 5.15 obtenido en el estudio de Bang y Ramm ya mencionado.

Varios autores coinciden acerca de la susceptibilidad a la variación en la pauta de erupción dental por la influencia de una variedad de factores ambientales, económicos, genéticos, etc. (Méndez 1996, Machado 2003). Aunado a lo anterior, se debe también considerar el tipo de registro que se realizó, así como el procedimiento empleado. En este trabajo se decidió realizar los registros a través de modelos en yeso, lo que permitió observar con más precisión la erupción dental. La cual se midió de modo transversal para su posterior análisis, que consistió en establecer para cada uno de los dientes la edad promedio en la que aparecían en la cavidad bucal.

Los resultados mostrados de manera resumida (cuadro 9), muestran algunas diferencias respecto al cuadro de Hurme (1949). De manera general observamos una erupción ligeramente tardía en casi todos los dientes en comparación con este autor, pero con diferencias menores a un año, a excepción de los primeros molares tanto maxilar como mandibular en donde el brote sucedió más de un año después en nuestra grupo de estudio. Lo anterior coincide con los resultados obtenidos por Taboada y Medina (2005) que reportan una erupción ligeramente tardía en comparación con Hurme.

Otras diferencias que observamos fueron en relación al primer premolar superior y el segundo molar también superior, los cuales brotaron antes en nuestro grupo de estudio. Esto no se observó en el primer premolar inferior, pero sí se mantuvo en el segundo molar de dicha arcada.

VII CONCLUSIONES

Se observaron muy pocos dientes con enfermedad periodontal, y aunque sí hubo una alta incidencia de caries, casi todos los casos era de nivel incipiente, es decir, que sólo dañaban el esmalte. Ambos resultados están en concordancia con lo observado en la pérdida dental, en donde la mayoría de los dientes estaba en su alveolo y en caso de ausencia, por pérdida postmortem. Con base en lo anterior se considera que las condiciones de salud-enfermedad bucal no tuvieron influencia en los cambios histológicos que se analizaron en este estudio, tomando en cuenta también que los procesos biológicos que implica su ontogenia son de por sí poco influenciados por los cambios ambientales y locales, de tal modo que es necesario una fuerte presión de estos factores para modificar la pauta de dichos procesos biológicos.

En comparación con el resto de los métodos para estimar la edad de sujetos adultos, la correspondiente al tamaño relativo de la pulpa muestra menor bondad en función de las dificultades para medir directamente en la radiografía las dimensiones requeridas. Sin embargo, no son muy disímiles a las reportadas por otros autores. No obstante, la técnica tiene la ventaja de no ser destructiva, pues es posible realizar las observaciones tanto en material esquelético como en sujetos vivos, ya que no requiere la extracción del diente, aunado a la sencillez técnica que evita las complicaciones inherentes a otros métodos histológicos (*v.gr.* conteo de líneas incrementales del cemento). La mejor estimación de la edad radica en la correcta apreciación de la relación entre el tamaño de la pulpa y el de la raíz del diente, aunque se sugiere la incorporación del análisis digital de imágenes para complementarla, sobre todo para establecer con mayor precisión los puntos anatómicos de referencia.

Los datos obtenidos en este trabajo mostraron que las mediciones realizadas de manera directa en las radiografías dan mejores resultados que las registradas con el paquete computacional y la ayuda de un radiovisiógrafo. No obstante, se tiene la idea de que los resultados se

pueden mejorar en futuras investigaciones si se toman en cuenta algunos factores que pudieron influir: los ensayos de calibración, el número de registros y la posición del diente al momento de tomar la radiografía.

Por último, consideramos que por su naturaleza, este tejido puede tener influencia de factores extrínsecos y mostrar pautas de envejecimiento irregulares.

La medición de la transparencia radicular es una técnica que requiere de poco tiempo para su ejecución en comparación con la medición de la pulpa o el conteo de las líneas incrementales; tiene además la ventaja de no ser invasiva. El coeficiente de correlación entre la edad conocida y la edad estimada es alto mostrando un índice de 0.75, y una diferencia entre edad conocida y estimada de -3.06 años. La técnica de la transparencia radicular en la estimación de la edad es buena aunque implica necesariamente la disposición de dientes fuera de su alveolo, lo que implica una extracción si no se tuviese disponible alguno en el contexto.

Por su parte la técnica del conteo de las líneas incrementales del cemento, comparado con la transparencia dentinaria presenta una mayor diferencia entre edad conocida y estimada, si tomamos como base los datos obtenidos en el 2005. Aunado a la complejidad técnica y a la desventaja de ser destructiva, esta técnica, sólo mejora a la que se basa en los cambios regresivos de la pulpa en donde se observó una menor coeficiente de correlación entre edad conocida y estimada.

De manera general se observó una erupción ligeramente tardía en casi todos los dientes en comparación con la tabla de Hurme (1949), pero con diferencias menores a un año, a excepción de los primeros molares tanto maxilar como mandibular en donde el brote sucedió más de un año después en nuestro grupo de estudio. Los resultados obtenidos en otros estudios en población mexicana son semejantes, lo que hace suponer una mínima variación en los tiempos de erupción en comparación con otras poblaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya AB (2014). Forensic dental age estimation by measuring root dentin translucency área using a new digital technique. *J Forensic Sci.* 59 (3):763-768.
- Angelis, D. (1978). Embriología y desarrollo bucal. Nueva editorial interamericana, México, DF.
- Albin, R. L (1988). The pleiotropic gene theory of senescence: supportive evidence from human genetic disease. *Ethology and sociobiology.* 9: 371-382
- Arzate H., S. W. Olson, R. C. Page y A. S. Narayanan (1992). Isolation of human tumors that produce cementum in culture. *Bone Miner.* 18:15-30.
- Austad, S.N.(1992). On the nature of aging. *Natural history.* 2: 25-57
- Austad, S.N.(1997). Comparative aging and life histories in mammals. *Experimental gereontology.* 32: 23 -38
- Bang, Gisle y E. Ramm (1970). Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta odontológica escandinavica.* 28: 3-35.
- Bang, Gisle (1993). The age of a stone age human skeleton determined by means of root dentin transparency. *Norw. Arch. Rev.,* 26: 55-57
- Bartold, P. Mark y A. S. Narayanan (1998). *Biology of the periodontal connective tissues.* Quintessence Publishing Co, Inc, .278 pp.
- Bath- Balogh, Mary (2006). *Dental Embriology, Histology, and Anatomy.* Elsevier Saunders, 403 pp. St. Louis, Missouri.
- Beyer-Olsen, E.M, Gisle Bang y Berit J. Sellevold (1994). Dental root dentine translucency used in age determination of medieval norwegians from trondheim. *International Journal of Osteoachaeology.* Vol. 4: 305-310.
- Bhaskar, S. (1976).Orban oral histology and embryology. C.V Mosby, Saint Louis.
- Bhussry, BR. (1976). Development and growth of teeth. En: Bhaskar, S. (1976).Orban oral histology and embryology. C.V Mosby, Saint Louis.

- Borges, A (1985). Estudio comparativo de prevalencia de caries dental, secuencia de erupción clínica de dientes permanentes y otros padecimientos buco dentales en niños de 6 a 14 años, de una zona urbana y de un grupo étnico (tesis de Licenciatura) ENEP Iztacala, UNAM.
- Burke, A. y J. Castanet (1995). Histological observations of cementum growth in horse teeth and their application to archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 22: 479-493.
- Butler P (1956). The ontogeny of molar patterns. *Biological Review*. 31: 30-70. Citado en: Scott, R y Turner C. (1997). The anthropology of modern human teeth: dental morphology and its variation in recent human population. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Condon, Keith, Douglas K. Charles, James M. Cheverud y Jane E. Buikstra (1986). Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. II. Estimates and accuracy. *American Journal of Physical Anthropology*, 71: 321-330.
- Cameriere, Roberto, Luigi Ferrante y Mariano Cingolani (2004a). "Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study". *J. Forensic Sci.*, 49: 317-319.
- Cameriere, Roberto, Luigi Ferrante y Mariano Cingolani (2004b). "Precision and reliability of pulp/tooth area ratio (RA) of second molar as indicator of adult age". *J. Forensic Sci.*, 49: 1319-1323.
- Cameriere, Roberto, Luigi Ferrante y Mariano Cingolani (2006). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med*. 120: 49-52
- Chaillet, Nils, Marjatta Nystrom y A Demirjian. Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity curves for clinicians. *J Forensic Sci*. 2005, Vol.50 (5): 1164-1174
- Choi Nam-ki, Yang Kyu-Ho, A study of the eruption timing of primary teeth in Korean children. *Journal of dentistry children*, 2001 Vol 6 (68):144-249.

- Clark, W.R (1999). A means to an end: the biological basis of aging and death. New York: Oxford university press.
- Couoh, Hernández Lourdes. (2014) Diferencia entre la edad biológica y cronológica: ¿Es posible medir el ritmo de envejecimiento en restos óseos humanos? Tesis Doctoral. Posgrado de Antropología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Crews Douglas (2003). Human senescence: evolutionary and biocultural perspectives. Cambridge university press, 291 pp. United Kingdom
- D'Errico J.A., J. E. Berry, H. Ouyang , C. L . Strayhorn, J. J. Windle y M. J. Somerman. (2000) Employing a transgenic animal model to obtain cementoblast in vitro. *J. Periodontol.* 71(1): 63-72.
- Debrot Adolfhe. A variable Influencing tooth eruption age differences Between Groups. (1972). *Journal of dental research.* 51 (1): 12-24
- De Luca S, Bautista J, Alemán I y Cameriere R (2011). Age at death estimation by pulp / tooth area ratio in canines study of a 20th century Mexican sample of prisoners to tests Cameriere's method. *J Forensic Sci.* Vol 56 (5): 1302-1309
- Douglas K.Charles, Keith Condon, James M. Cheverud y Jane E. Buikstra (1986). Cementum annulation and age determination in *Homo sapiens*. I. Tooth variability and observer error. *American Journal of Physical Anthropology*, 71: 311-320.
- Drusini AG (1993). Age estimation from teeth using soft x ray findings. *Antrop Anz.* 51: 41-46
- Esponda Vila Rafael. (2011). *Anatomía dental*. Universidad Nacional Autónoma de México, 408 pp, México, D.F.
- Feasby W. (1981). A radiografic study of dental eruption. *American journal orthodontics.* Vol. 80: 554-560.
- Gaunt, WA y Miles A (1967). Fundamental aspects of tooth morphogenesis in

structural and chemical organization of teeth. Academic press, New York

Genovés Tarazaga, Santiago (1962). *Introducción al diagnóstico de la edad y del sexo en restos óseos prehistóricos*. Instituto de Historia de la Universidad Nacional Autónoma de México, 137 pp, México.

Gibelli D, D De Angelis, F Rosseti, A Capella, M Frustaci, F Magli, D Mazzareli, A Mazzuchi y C Cattaneo (2014). Thermal modification of root transparency and implications for aging: A pilot study. *J Forensic Sci*. Vol. 59 (19): 219-223

Hamilton, W.D. (1966). The moulding of senescence by natural selection. *Journal of theoretical biology*. 12: 12- 45

Hillson, Simon (1996). *Dental anthropology*. Cambridge University Press, 373 pp Cambridge.

Hildebolt, C. (1991). Measurement and description of periodontal disease in anthropological studies. En Kelley M y Spencer C (1991). *Advances in dental anthropology*. Wiley –Liss, Nueva York.

Hurme V. Ranges of Normally in the eruption of permanent teeth. *J Den Children* 1949; (16): 11-15.

Iscan, Mehmet Yasar y Kenneth A. R. Kennedy (1989). *Reconstruction of life from the skeleton*. Alan R. Liss, 315 pp, Nueva York

Iscan, Mehmet Yasar (1989). *Age markers in the human skeleton*. Charles C Thomas, 359 pp, Springfield.

Jones, S. J. (1981). “Cement”. En: J. W. Osborn (ed.), *Dental anatomy and embryology*, pp 193-205, 286-294, Blackwell Scientific, Oxford

Kasetty, S, Rammanohar M y Ragavendra R. (2010). Dental cementum in age estimation: a polarized light and stereomicroscopic study. *J. Forensic Sci*. 55 (3): 779-783

Kvaal, S. I. y T Solheim (1995) Incremental lines in human dental cementum in relation to age. *Eur J Oral Sci*, 103: 225-230.

- Kvaal, SI. y EM Daring (1999). A dental study comparing age estimations of the human remains from the swedish warship vasa. *Int. J. Osteoarchaeol.* 9:170-181.
- Kilian, J y E Vleck (1986). *Age determination from teeth in the adult*. Citado en: Iscan 1989, pp. 263. Laws, RM. (1952). A new method of age determination for mammal. *Nature* 169: 972-973. Landon, David B. (1993). Testing a seasonal slaughter model for Colonial New England using tooth cementum increment analysis. *Journal of Archaeological Science*, 20: 439-455.
- Lamendin, H, Baccino E, Humbert J, Tavernier J, Nossintcouk R y Zerilli A. (1992). A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci.* 37: 1373-1379.
- Lorentsen M y Solheim T. (1989). Age assesstment base on translucency dentine. *J Forensic Odontostomatol.* (7): 3-9
- Llamosas E, P Velazquez, JA Pompa, J Mansilla y R Sentíes. La salud bucal en una época virreinal en México. *Revista ADM.* 1998, LV (3): 130- 135.
- Liversidge, H. (2001). A radiographic study of dental eruption. Ponencia del 12^o simposio internacional de morfología dental. Alan Brook ed. United kingdom.
- Machado M. Maduración biológica, su relación con la edad dentaria en niños malnutridos fetales. *Rev Cubana Estomatol.* 2003 sep-dic.
- Marques M, R Ribeiro, D Pereira, SH Rabelo, L Francesquini y E Daruge (2011). Age estimation by measurements of developing teeth: acurrancy of Cameriere's method on a brazilian sample. Vol. 56 (6): 1616-1619.
- Medawar, P.B. (1946). Old age and natural death. *Mod. Quart.* 1:30-56
- Medawar, P.B. (1952). An unsolved problema of biology. London: H.K. Lewis
- Mejía R. (1971). Cronología de la erupción dentaria. En: Investigación nacional de morbilidad oral. Ministerio de Salud Pública de Colombia, pp.35-78
- Meinl A, S Tangl, E Pernicka, C Fenes y G Watzek (2007). On the aplicability of secondary dentin formation to radiological age estimation in young adults. *J Forensic Sci.* Vol. 52 (2): 438-441

- Méndez H. (1996). Estudio nacional de crecimiento y desarrollo humano de la República de Venezuela. Fundacredesa. Tomo III
- Mjör, Ivar A. (1990). *Embriología e histología oral humana*. Salvat, 327 pp, España.
- Murray PE, HR Stanley, JB Matthews, AJ Sloan y AJ Smith (2002). Age related odontometric changes of human teeth. *Oral surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* (93): 474-482
- Neel, J.V. (1962). Diabetes mellitus: a thrifty genotype rendered detrimental by progress. *American journal of human genetics.* 14: 353- 362
- Prince, DA y DH Ubelaker. (2002). Application of Lamendin adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *J Forensic Sci.* 47: 107-116.
- Paewisnyk E, H Pfeiffer y B Brinkmann (2005). Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms: a contribution to forensic age estimation methods in adults. *Int J Legal Med.* 119: 27-30
- Regalado, Luis A. y Andrés del Ángel. (2005). Cambios ontogenéticos del tejido dental humano: incremento de anillos del cemento. *Estudios de Antropología Biológica.* XII: 823 - 835
- Regalado, Luis A. y Andrés del Ángel. (2008). Estimación de la edad con base en la medición de la transparencia de la dentina radicular en dientes permanentes. *Revista ADM.* LXV (4): 195 -199.
- Regalado, Luis A. y Andrés del Ángel. (2009). Líneas incrementales del cemento dental humano y su relación con la edad cronológica. *Estudios de Antropología Biológica.* XVI (I): 283 -300.
- Renovell, Laura y Ángeles Sánchez. (1986). Edad media de emergencia de la dentición permanente en la población femenina de Madrid. *Estudios de Antropología Biológica.* IV: 219 – 229.
- Renz, H, V. Schaefer, H.Duschner y RJ. Radlanski. (1997). Incremental lines in root cementum of human teeth: an approach to their ultrastructural nature by microscopy. *Adv Dent Res* 11(4): 472-477.

- Renz, H, V. Schaefer, H.Duschner y R.J. Radlanski.(1998). Annulations in Root-Cementum of Human Teeth - Fact or Artifact? En Mayhall JT. y Heikkinen T, editores. *Dental Morphology '98*, Oulu Univerity Press, Oulu 1999.
- Sato, Sadakatsu. Eruption of permanent teeth (1985). Ishiyaku Euroamerica Inc. Tokio
- Schwartz, Jeffrey H. (1995). *Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development, and analysis*. Oxford University Press, 362 pp, Nueva York.
- Schroeder, Hubert E. (1986). *The periodontium*. Handbook of microscopic anatomy, volumen 5, vi, 418 pp. Springer-Verlag, Nueva York.
- Scott, R y Turner C. (1997). The anthropology of modern human teeth: dental morphology and its variation in recent human population. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Sengupta, Anita (1998). Measuring root dentine translucency in human teeth of varying antiquity. *Journal of Archaeological Science*, 25: 1221-1229.
- Schmitt, A, Saliba-Serre B, Tremblay M y Martrille L. (2010). An evaluation of statistical methods for the determination of age using dental root translucency and periodontosis. *J Forensic Sci*. 55 (3)
- Stein TJ y Corcoran JF (1999). Pararadicular cementum deposition as a criterion for age estimation in human beings. *Oral Med Oral Surg Oral Pathol*. Vol. 77: 266-270
- Stott, GG, Sis RF y Levy BM (1982). Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *Journal of Dental Research* 61: 814-817.
- Stott, George G. y H. Del Var Petersen (1987). *Cemental annulation: aging in forensic dentistry*. Manuscrito, 54 pp + anexos, EUA.
- Taboada O, Martínez I, Hernández R y Romo R. (2000). Secuencia de erupción clínica de los dientes permanentes en escolares de ciudad Nezahualcoyotl. *Practica odontologica*. 21 (7): 26-29.

- Taboada O y Medina J. (2005). Cronología de erupción dentaria en escolares de una población indígena del Edo.Mex. *Revista ADM*. 2005; 62(3):94-100.
- Tang N, D Antoine y S Hillson (2014). Application of the Bang and Ramm age at death estimation method to two known age archaeological assemblages. *Am J Phys Anthropol.*- (155):332-351
- Tang N (2011) Root dentine translucency and its correlation to chronological age at death in archaeological human remains. Tesis doctoral. University College London. Citado en: Tang N, D Antoine y S Hillson (2014). Application of the Bang and Ramm age at death estimation method to two known age archaeological assemblages. *Am J Phys Anthropol.*- (155):332-351
- Tanner J.M. (1978). Grown at adolescence. 2a. ed., Blackwell Sc Publ. Londres.
- Ten Cate, AR. (1994). Oral histology: development, structure and function, 4a. ed, Mosby, Saint Louis.
- Ubelaker DH y R. Parra (2008). Application of three dental methods of adult age estimation from intact single rooted teeth to a Peruvian sample. *J Forensic Sci*. Vol. 53 (3):608-611
- White, Timothy D. (1991). *Human osteology*. Academic Press, 455 pp, San Diego.
- Wilkinson, Leland y Mark Cowuard (2000). "*Linear models I: linear regression*". Systat 10 statisticsI, I-399ss, SPSS Inc, EUA.
- Williams G.C.(1957). Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence. *Evolution* 11: 398-411
- Wittwer-Backofen, Ursula y Helene Buba (2002). Age estimation by tooth cementum annulation: perspectives of a new validation study. En: RD Hoppa y JW Vaupel (editores). *Paleodemography. Age distribution from skeletal samples*, Cambridge studies in biological and evolutionary anthropology, 31, Cambridge University Press, pp 107-128.
- Wittwer-Backofen U, Jutta Gampe y James W. Vaupel (2003). Tooth cementum annulation for age estimation: Results from a large known-age validation study. *American Journal of Physycal Anthropology*. 123:119-129.

Wittwer-Backofen, U. (2012). Age estimation using tooth cementum annulation. En *Forensic Microscopy for Skeletal Tissues*. vol. 915: 129-143. Humana press. Citado en: Couoh, Hernández Lourdes. (2014) Diferencia entre la edad biológica y cronológica: ¿Es posible medir el ritmo de envejecimiento en restos óseos humanos? Tesis Doctoral. Posgrado de Antropología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Anexo 1. Datos originales de la medición pulpar y de la transparencia radicular

ID	Sexo	Edad (años)	Diente	Long total	Long total*	Long raíz	Long raíz*	Altura pulpar	Altura pulpar*	Anchura pulpar	Anchura pulpar*	Long transparencia
1	M	61	I1 sup der	20.18	19.40	12.66		10.38	11.85	1.07	0.61	5.04
2	M	49	C inf der	21.40	21.72	14.40	14.30	15.24	14.24	2.77	2.34	4.29
4	F	38	C inf izq	23.00	24.70	15.46	21.31	16.20	19.12	1.89	1.46	3.23
6	F	35	C inf izq	23.61	22.59	16.18	14.84	17.21	13.86	3.20	3.15	2.74
8	F	65	C sup izq	26.13	26.48	16.99	17.22	17.13	17.50	1.06	2.60	6.29
12	F	46	C inf der	24.97	26.14	16.65	16.19	16.47	16.20	1.72	1.97	4.50
14	F	43	C inf der	22.93	22.85	15.39	16.90	14.55	15.69	3.80	2.13	5.87
15	F	60	I1 sup der	21.86	21.91	14.98	14.90	8.35	13.52	1.03	0.87	9.90
18	F	48	C sup izq	23.55	22.78	14.95	15.61	13.63	15.59	1.90	1.73	5.69
22	M	46	P1 inf izq	18.84	18.83	13.12	13.08	10.82	12.66	1.18	2.11	4.39
23	F	78	C sup der	29.69	29.12	20.78	21.82	8.21	15.18	0.57	0.68	13.13
27	M	45	C inf izq	27.20	26.64	18.11	17.90	17.15	17.58	3.10	3.18	3.10
34	F	49	I1 inf der	19.83	19.17	11.87	11.78	12.05	11.92	2.54	2.52	3.59
36	M	37	C sup izq	28.91	28.88	22.02	22.72	21.41	21.64	2.23	2.32	4.19
53	F	55	C inf der	24.36	24.21	16.88	18.36	15.04	16.58	2.37	2.56	7.15
57	F	73	C sup izq	23.67	24.36	17.25	18.39	14.28	17.77	1.06	1.07	8.06
60	F	35	C sup izq	26.19	26.41	17.39	16.86	16.40	16.87	1.39	0.87	3.44
64	M	42	C sup der	28.96	28.21	20.75	21.11	18.84	20.57	1.79	1.80	4.42
65	M	65	P1 sup der	20.87	21.79	15.86	16.69	10.47	16.33	1.88	2.41	7.08
67	M	34	C sup izq	23.97	26.84	16.56	18.31	15.44	17.88	1.27	0.87	3.37
70	M	31	I2 inf izq	23.80	23.77	15.59	15.36	15.58	15.08	1.17	1.20	2.10
77	F	49	C inf der	22.60	21.26	14.67	12.20	14.65	13.51	2.15	2.21	4.51
78	M	48	C sup izq	27.69	27.69	19.34	19.48	16.65	18.51	2.46	2.55	5.95
83	F	25	C sup izq	30.97	29.18	21.91	20.56	23.71	23.89	3.15	3.56	0.00

89	F	62	C sup der	23.86	24.13	17.59	17.62	12.90	14.09	2.59	2.37	9.79
91	F	52	C sup izq	25.03	24.96	15.93	16.87	15.03	16.31	2.30	2.20	4.99
94	M	50	C sup der	22.20	27.29	19.16	19.01	19.90	21.38	2.57	2.62	7.28
101	M	65	C sup izq	27.56	27.00	18.63	19.61	17.05	18.99	1.28	1.46	5.27
102	M	52	C inf der	30.11	30.01	19.75	20.63	19.94	19.65	1.79	1.80	6.04
112	M	49	C sup izq	28.84	27.84	20.91	19.86	18.76	19.96	1.08	1.21	7.72
113	M	61	C inf izq	23.51	21.15	15.66	17.07	14.55	15.68	1.90	1.59	7.44
122	F	65	C sup der	27.88	26.14	20.79	19.39	18.00	18.45	1.47	1.47	7.15
128	M	72	I1 sup der	20.50	20.30	14.50	14.60	13.90	13.56	0.34	0.22	-
147	F	60	P2 inf der	19.83	17.20	15.81	14.00	10.35	13.11	1.32	1.36	6.66
155	F	34	C sup izq	23.48	24.53	17.38	16.48	16.52	15.98	2.40	2.20	3.01
156	M	57	I1 sup izq	21.82	22.72	13.46	16.12	9.42	10.35	0.80	0.80	9.12
157	F	38	C sup der	23.68	24.40	16.17	15.61	14.45	15.27	2.12	2.04	4.66
164	M	28	C inf izq	27.07	27.16	18.32	17.23	18.22	17.40	1.96	2.16	2.37
167	M	70	C inf izq	23.35	22.97	16.97	17.33	10.76	15.48	0.85	0.85	8.97
169	M	45	C inf izq	26.52	26.30	18.39	16.35	16.81	15.60	1.25	1.28	4.71
172	F	78	C inf izq	23.04	23.28	16.87	16.64	11.14	16.18	0.98	0.76	10.15
179	M	47	C sup izq	28.81	28.15	20.92	20.34	19.35	19.81	1.79	1.80	7.07
180	F	60	I1 sup der	22.37	21.45	14.60	15.12	9.11	10.21	1.35	1.46	9.86
202	F	35	C sup der	24.83	24.81	16.98	16.50	15.75	16.43	2.40	2.10	4.06