

Estimación de la edad cronológica según el desarrollo del tercer molar, mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en Odontología Forense, con radiografías panorámicas, de pacientes entre 14 y 21 años de edad referidos al centro radiológico DISA, durante los años 2018 y 2019.

Tesis presentada por:

Lourdes Carolina Ordoñez Rendón

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al Título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, julio 2025

Estimación de la edad cronológica según el desarrollo del tercer molar, mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en Odontología Forense, con radiografías panorámicas, de pacientes entre 14 y 21 años de edad referidos al centro radiológico DISA, durante los años 2018 y 2019.



Tesis presentada por:

Lourdes Carolina Ordoñez Rendón

Ante el Tribunal Examinador de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que practicó el Examen General Público, previo a optar al Título de:

CIRUJANA DENTISTA

Guatemala, julio 2025

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Decano:	Dr. Keneth Roderico Pineda Palacios
Vocal Primero:	Dr. Víctor Ernesto Villagrán Colón
Vocal Segundo:	Dra. Alma Lucrecia Chinchilla Ralón
Vocal Tercero:	Dr. Edgar Adolfo Guzmán Lemus
Vocal Quinto:	Br. Oscar Alberto Orellana Aguilar
Secretario Académico:	Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PÚBLICO

Decano:	Dr. Keneth Roderico Pineda Palacios
Vocal Primero:	Dr. Víctor Ernesto Villagrán Colón
Vocal segundo:	Dr. Boris Kassim López González
Vocal Tercero:	Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume
Secretario Académico:	Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón



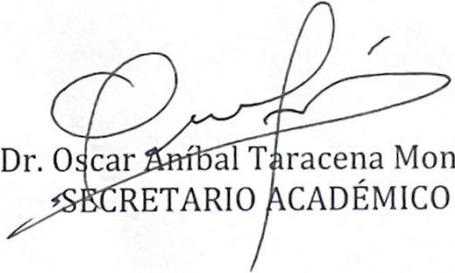
**ORDEN DE IMPRESIÓN
TEXTO FINAL DE TESIS GRADUACIÓN**

El infrascrito Secretario Académico de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de la revisión del Texto Final de Tesis de graduación, presentado por la estudiante:

LOURDES CAROLINA ORDOÑEZ RENDÓN

SE AUTORIZA levantar el texto final de su Tesis de graduación, para la impresión de la misma.

IMPRÍMASE.


Dr. Oscar Aníbal Taracena Monzón
SECRETARIO ACADÉMICO



Guatemala, 11 de junio de 2025

ACTO QUE DEDICO

A DIOS, Por todas las bendiciones y por hacer de mi lo que hoy en día soy, por la fuerza y perseverancia a lo largo de este camino. Por hacer esto posible y por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

A MIS PADRES, Héctor Ordoñez y Lourdes Rendón, por confiar en mí, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y por enseñarme el valor de la paciencia, disciplina, y perseverancia. Este logro es gracias a ustedes.

A MIS HERMANOS, Héctor Ordoñez y Evelyn Ordoñez porque son un gran ejemplo para mí, aunque seamos diferentes, el cariño que nos une siempre ha sido más fuerte que cualquier diferencia.

A MI FAMILIA, por siempre darme palabras de aliento y estar presente en cada paso de este camino.

A MIS AMIGOS, Emily Catalán, Nohemí Arévalo, Mafer Gutiérrez, Marta del valle, Mishel Pérez, Guillermo Gálvez, Roberto Cotom, Kevin Rayo, Katherine Morales, Luis Sandoval, Kevin Chávez, Fabiola López, Gracias por hacer mi vida más alegre y por acompañarme en este viaje, por todos las risas, lágrimas y momentos compartidos durante la carrera, por brindarme su amistad sincera e incondicional, Erick Martínez gracias por tu amistad, fuiste un pilar muy importante durante los momentos más difíciles de la carrera. Los llevo a todos en mi corazón.

A MI AMIGA DE TESIS, Betzy Paxtor, gracias por compartir conmigo este camino lleno de retos y aprendizaje, Este trabajo es el reflejo de todo nuestro esfuerzo.

A MI NOVIO, Rodrigo Madriz, por su paciencia, comprensión y por acompañarme en esta última etapa de la carrera, por siempre darme ánimos cuando lo necesitaba y ser un pilar muy importante en este proceso.

A MI ASESOR DE TESIS, Dr. Víctor Hugo Lima, gracias por su valiosa orientación, por su tiempo y por compartir sus conocimientos con paciencia y dedicación.

A MI PADRINO DE GRADUACIÓN, Dr. Francisco Porres, quien fue mi primer contacto con la Odontología desde que tengo memoria, cuya influencia fue la inspiración para que eligiera esta noble profesión.

A MIS PACIENTES, por permitirme aprender a través de ustedes, por su confianza, por su gratitud y por enseñarme el valor humano de esta profesión, más allá del conocimiento.

A MI FACULTAD DE ODONTÓLOGIA Y A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS, por abrirme las puertas a un mundo de retos, aprendizajes y experiencias inolvidables. Gracias por forjar en mí la pasión por servir y el compromiso de ejercer con ética y responsabilidad.

TESIS QUE DEDICO

A Dios y la Virgen María, por ser mis guías constantes, por darme fuerzas en los momentos más difíciles y por nunca soltar mi mano.

A mis padres, por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo honesto y corazón firme.

A mi familia por el aprecio y cariño que tienen hacia mí en todo momento.

A mis amigos, gracias por hacer mi vida más alegre y por acompañarme en este viaje.

A la Universidad de san Carlos de Guatemala por darme las herramientas para ser una excelente profesional.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Tengo el honor de someter a su consideración mi trabajo de tesis intitulado:

Estimación de la edad cronológica según el desarrollo del tercer molar, mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en Odontología Forense, con radiografías panorámicas, de pacientes entre 14 y 21 años de edad referidos al centro radiológico DISA, durante los años 2018 y 2019.

Conforme lo demandan los estatutos de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar al Título de:

CIRUJANA DENTISTA

ÍNDICE

	Página
SUMARIO	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN	7
MARCO TEÓRICO	8
Edad	8
<i>Edad dental</i>	8
<i>Métodos para estimación de edad dental</i>	8
<i>Edad cronológica</i>	8
<i>Métodos de estimación de edad cronológica</i>	8
Embriología dental	9
<i>Odontogénesis</i>	9
<i>Etapas de formación dentaria</i>	10
<i>Etapa de la lámina dental</i>	10
<i>Etapa de brote o botón</i>	11
<i>Etapa de gorro, casquete o caperuza</i>	12
<i>Etapa de campana</i>	13
Formación Dental	14
<i>Formación de los tejidos duros</i>	14
<i>Formación de la raíz</i>	15
Desarrollo de los tejidos dentarios	16
Desarrollo del esmalte	16
<i>Amelogénesis</i>	18
Desarrollo de la Dentina	19
<i>Células formadoras de dentina</i>	19
<i>Dentinogénesis</i>	20
Desarrollo del cemento	20
<i>Cementoblastos</i>	20
<i>Cementogénesis</i>	21
Calcificación dental	21
Erupción dental	22
	VII

Cronología de la erupción dental	23
Dimorfismo sexual	25
Tercer Molar	26
<i>Variabilidad del desarrollo</i>	27
<i>Cronología de erupción</i>	27
<i>Tercer molar en la estimación de la edad cronológica</i>	28
Odontología Forense	33
<i>Identificación humana en ciencias forenses</i>	33
<i>Métodos de Identificación</i>	34
<i>Identificación humana en odontología forense</i>	35
<i>Estimación de la edad</i>	36
<i>Estimación de edad en personas vivas.</i>	36
<i>Estimación de edad en personas muertas</i>	37
OBJETIVOS	38
<i>General</i>	38
<i>Específicos</i>	38
METODOLOGÍA	39
<i>Tipo de Investigación:</i>	39
<i>Población:</i>	39
<i>Muestra:</i>	39
<i>Criterios de inclusión</i>	39
<i>Criterios de exclusión:</i>	40
<i>Equipo e instrumental</i>	40
<i>Recursos Humanos</i>	40
<i>Materiales y equipo</i>	41
ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN	41
RESULTADOS	42
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXO	62

SUMARIO

En este estudio se presenta la estimación de edad cronológica, con el método de Demirjian que se basa en la mineralización dental, se utilizó únicamente el tercer molar ya que aún presenta etapas de formación dentaria a partir de los 14 años en adelante.

La investigación fue realizada por dos investigadoras, quienes observaron 400 radiografías panorámicas de pacientes referidos entre los 14 y 21 años de edad, del centro radiológico DISA zona 9, entre 2018 y 2019. La selección de las radiografías digitales se realizó con base a los criterios de inclusión y exclusión indicados. Las encargadas de la investigación fueron capacitadas por un radiólogo bucal, y fueron realizadas actividades de calibración con el asesor de tesis.

El registro de los datos se realizó en un cuaderno, de la aplicación Excel: en donde se agruparon las radiografías en 8 grupos de edad entre 14 y 21 años. En cada radiografía del grupo se evaluaron los terceros molares presentes, y se clasificaron en el estadio determinado por las investigadoras, simultáneamente se clasificó de acuerdo al sexo.

La finalidad del estudio presenta una base de datos de la población guatemalteca, para su posterior uso en investigaciones y aplicación en Odontología Forense, con el propósito de presentar las prevalencias de los estadios según Demirjian.

Los resultados indican que en las etapas de desarrollo del tercer molar, se puede observar la prevalencia del estadio C a la edad de 14 años, esto indica que la formación del esmalte está completa en la superficie oclusal; a los 15 años el estadio E, se observa la formación de la bifurcación radicular; a los 16 años el estadio F, la bifurcación se ha desarrollado y los extremos de las raíces tienen forma de embudo; a los 17 y 18 años el estadio G, las paredes del conducto radicular están paralelas y el extremo apical parcialmente abierto, a los 19, 20 y 21 años el estadio H, el extremo apical del conducto está completamente cerrado.

Se concluye que el estadio H donde se presenta la finalización del desarrollo radicular del tercer molar, fue observado en la muestra desde los 15 a los 21 años, con mayor incidencia de 168 piezas; El dimorfismo sexual del tercer molar se observó con más desarrollo en el género masculino ya que se presentó el estadio H a la edad de 15 años y en femenino a los 16 años.

INTRODUCCIÓN

La identificación humana, es el procedimiento en el que se recogen y agrupan los caracteres que individualizan a una persona y la diferencian de las demás. Se realiza a diario en las ciencias forenses, debido a casos de falta de documentación fiable, desastres en masa, crímenes, accidentes, entre otros. Parte de la identificación es conocer la edad cronológica, que se define como el tiempo que una persona ha vivido a partir de su nacimiento, sin tener en cuenta el tiempo de desarrollo intrauterino, las ciencias forenses aportan información de un individuo, para su uso en el ámbito legal.

En Guatemala, el Instituto Nacional de Ciencias Forenses (INACIF), realiza la identificación humana en conjunto con diferentes ramas de la ciencia para establecer la identidad de un individuo. Una de las ramas es la Odontología Forense, que ha utilizado una serie de métodos para estimar la edad cronológica a partir de la maduración dental, uno de los más utilizados fue creado por Demirjian en 1973. Este método es el más conocido y aplicado en investigaciones mundialmente, se basa en la formación, calcificación o mineralización dentaria, haciendo uso de radiografías panorámicas, proporciona datos de mayor precisión, aunque la estimación de la edad cronológica en los estudios registran variación según área geográfica y sexo.

En este estudio se presenta la estimación de edad cronológica a partir de la mineralización dental, usando el método de Demirjian, en individuos entre 14 y 21 años. Debido a que los demás dientes están completamente desarrollados, se incluyó únicamente el tercer molar ya que aún presenta etapas de formación dentaria, y seguidamente se realizó una base de datos de la población guatemalteca, para su posterior uso en investigaciones y aplicación en Odontología Forense.

ANTECEDENTES

El odontólogo Saunders, realizó la primera publicación, en relación con las implicaciones dentales en la evaluación de la edad presentando un folleto titulado "Dientes: una prueba de edad", para el parlamento inglés en 1837. En el estudio señaló el valor de la dentición con respecto a la estimación de la edad. La aplicación de la radiología en ciencias forenses fue introducida en 1896, un año después del descubrimiento de la Radiografía de Roentgen, para demostrar la presencia de balas de plomo dentro de la cabeza de una víctima. (22)

Desde 1982 la radiografía dental, es una técnica utilizada diariamente en la práctica, se ha empleado en métodos de estimación de la edad. La radiografía es uno de los elementos fundamentales en la identificación del sujeto y la estomatología, auxilia en este aspecto por medio de la cronología dental. La odontología forense ha estado utilizando la mineralización del tercer molar para estimar la edad cronológica como parámetro auxiliar en la identificación de cadáveres y restos humanos. La estimación de edad en personas vivas se realiza para evaluar: si un niño ha alcanzado la edad de responsabilidad penal, en casos como violación, secuestro, adopción, inmigración ilegal, y cuando el certificado de nacimiento no está disponible y los registros son sospechosos. (2,30,38)

Varios investigadores han creado sistemas o métodos para medir la formación del diente y relacionarlo con la edad cronológica. (35) Los métodos de clasificación para los ciclos de formación dental se basan en el análisis radiográfico y la codificación de los dientes. De acuerdo con etapas definidas que se correlaciona con diferentes estadios de mineralización. (7, 38) En el pasado, presentaron diferentes clasificaciones, Gleiser y Hunt, Moorrees et al., Kullman y col. y Kohler et al., Nolla (1960) y Demirjian et al. en (1973). Algunas de las enumeradas anteriormente identifican una gran cantidad de etapas, difíciles de delimitar uno del otro. (29)

En una evaluación retrospectiva con PUBMED, utilizando las palabras claves: radiografía, tercer molar y edad cronológica, se encontraron 73 artículos. De ellos, 37 estudios basaron su análisis en el método de clasificación o adaptación de Demirjian; esta es una clasificación que distingue cuatro etapas del desarrollo de la corona y la raíz (etapas de la A-H). Las etapas propuestas están definidas por cambios de forma, independientes de las estimaciones de longitud. (29) Por lo tanto, esta clasificación se considera apropiada para nuestro estudio.

Algunos estudios, similares al que se realizará, evaluaron los cuatro terceros molares, otros solo los

terceros molares inferiores y otros solo la pieza 17. Kasper y col., Mincer y col. y Sisman y col. utilizan de forma indistinta el tercer molar del lado derecho e izquierdo, de esta manera duplican el número de observaciones. (35)

Actualmente en Guatemala no existe ningún estudio ni investigación que utilice el método de Demirjian, por lo que realizar esta investigación permitió analizar la validez de la aplicación de este método de clasificación, evaluó si se presentó diferencia en el desarrollo dental entre diferentes sexos, así como aportó información para su aplicación en el área odontológica y médico-legal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala INACIF ha adoptado métodos internacionales para establecer la identidad mediante: Iofoscopia, Odontología, análisis de ADN, parámetros antropométricos, características individualizantes, (cicatrices, tatuajes, eventos médicos), aspectos fisonómicos específicos, características corporales ocupacionales entre otros, que en forma integrada dan la certeza sobre la identidad plena de una persona. (18)

En las ciencias forenses es muy importante utilizar todos los métodos o bien integrar los disponibles en la certeza de la identidad en el ámbito judicial, por lo que la identificación se ha convertido en una parte inherente del trabajo forense diario, debido a que en Guatemala, la no portación de documentos de identificación, no inscripción y registro de niños y niñas al momento de nacer sobre todo en el área rural del país, el tratar de ocultar o cambiar la identidad de una persona que cometió o comete hechos delictivos, y en los migrantes ya que la mayoría, no tienen documentos confiables sobre su edad. (2,18,46)

A partir de la creación del INACIF en Guatemala se unifican la medicina legal y ciencias forenses logrando dar soluciones como auxiliares en el sistema de justicia guatemalteco, la clínica forense, realiza reconocimientos médicos a personas vivas en revisión de expedientes médicos o evaluaciones para determinar la edad cronológica, incorporando también odontólogos forenses quienes a través de los análisis estomatológicos comparan fichas dentales en casos de personas en estado de putrefacción, accidentes aéreos o terrestres, donde se puede recuperar parcial o totalmente piezas dentales y aparato masticulomandibular para su comparación, y también en un servicio de ayuda a personas que desconocen su edad cronológica, teniendo un método confiable para determinar su estimación mediante la edad dentaria, haciendo uso de imágenes radiológicas. (18,19,20,40)

Según métodos para la estimación de la edad cronológica durante la adolescencia y principios de la adultez el desarrollo del tercer molar puede ser usado debido a que, en comparación con otros dientes de la dentición, éste tiene la mayor variación en la morfología, posición anatómica, tiempo de desarrollo, erupción, y confiabilidad. (30,35,47)

Se ha demostrado que el método Demirjian es útil a la hora de comparar la calcificación dental con la edad cronológica. Muchos investigadores han analizado la predicción del método de Demirjian en diferentes poblaciones alrededor de los cinco continentes. (5)

En base a lo anterior surgió la siguiente interrogante: ¿Cuál es la estimación de la edad cronológica según el desarrollo del tercer molar, mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en odontología forense, con radiografías panorámicas, de pacientes entre 14 y 21 años de edad referidos al centro radiológico DISA, durante el año 2018 y 2019?

JUSTIFICACIÓN

La dentición humana se considera un tejido duro análogo a las huellas dactilares, lo que las hace únicas para un individuo en particular, es un estimador de la edad cronológica, importante desde el punto de vista social, administrativo, clínico, legal y forense. Para fines forenses en odontología, la edad la podemos clasificar en Edad Dental (ED) y Edad Cronológica (EC). La edad dental hace referencia a la edad fisiológica o de maduración del individuo, mientras que la edad cronológica hace referencia a la edad que inicia con el nacimiento y termina con la muerte. (18,30,34)

La Medicina y Odontología Forense están en constante búsqueda de nuevos métodos en la identificación de personas y se considera que la edad es una de las características más relevantes a la hora de reconocer a una persona, ya que permite encontrar algunos cambios a nivel físico y fisiológico. (5)

El conocimiento del desarrollo dental y su relación con la edad cronológica puede ayudar en los procesos de identificación de sujetos vivos o muertos. La odontología forense en Guatemala ayuda a determinar lesiones en cavidad oral, dictamina sobre la edad cronológica e identifica a personas fallecidas mediante cotejo de su dentadura con la ficha dental. (5,19,22)

Existen varios métodos de clasificación del desarrollo dental, uno de ellos es el método Demirjian, evaluable a partir de radiografías dentales, este método es considerado simple, práctico y usado por su alta correlación con la edad cronológica. En las ciencias forenses, ha sido aplicado a una gran variedad de poblaciones y los resultados han sido variados. Podría decirse que no hay otro indicador biológico como el tercer molar, más confiable y disponible durante este período (14-21 años). (15,35)

Por lo tanto, se consideró conveniente la realización del presente estudio en Guatemala, porque es un método efectivo, fácil de aplicar, reproducible, económico y sobre todo para crear una base de datos de la estimación de edad, con el desarrollo del tercer molar, para la posible aplicación y contribución en estudios posteriores a la población guatemalteca.

Considerando el número de variables y muestra de radiografías panorámicas a interpretar, se realizó dicho estudio con la participación de dos investigadoras, aumentando así el criterio clínico de esta investigación.

MARCO TEÓRICO

Edad

Según la Real Academia Española, la edad se define como el “tiempo que una persona ha vivido, desde que nació”. La fecha de nacimiento es, el dato a partir del cual se calcula la edad del individuo es cuando nos referimos a ella utilizando un criterio cronológico o vital. La edad tiene una gran importancia en la vida administrativa, civil y penal del individuo, pero no es el único criterio posible para referirnos a la edad de una persona. (18,31) Existen otros conceptos de edad, sin embargo, solo se mencionarán aquellos relacionados a la investigación.

Edad dental

Es la edad biológica de un individuo hallada a través de la erupción dentaria, formación y calcificación dental, y/o degeneración fisiológica de los tejidos dentales. La ventaja que ofrecen los dientes respecto a otros indicadores biológicos es su mejor correlación con la edad cronológica de los individuos.

Los dientes no están sujetos a una remodelación mineral como los huesos, son menos receptivos a modificaciones nutricionales y hormonales que muchos otros sistemas del desarrollo corporal. (24)

Métodos para estimación de edad dental

Método clínico: Basado en la observación clínica intraoral, en este se nota la presencia, ausencia o cambios en los dientes. En caso de niños y jóvenes se toma en cuenta los dientes erupcionados y en caso de adultos se toma el grado de desgaste o atrición de los dientes, además del cambio de coloración. (16)

Método Radiográfico: Basado en el análisis, observación y descripción de los estadios de la corona, raíz y el cierre apical. Al utilizar el método radiográfico se puede observar de forma general los gérmenes dentarios. (16)

Edad cronológica

La edad cronológica o edad real, es la que se determina desde el nacimiento hasta la edad actual de la persona, tiempo que ha transcurrido desde su nacimiento, expresado en años, meses y días sin tener en cuenta el período del desarrollo intrauterino. (32)

Métodos de estimación de edad cronológica

En niños y adolescentes, el desarrollo de los dientes deciduos, permanentes y el tercer molar, son combinados con diversos predictores de edad, como parámetros esqueléticos, que pueden ser evaluados

en radiografías dentales.

En la estimación de la edad dental de niños, adolescentes y adultos jóvenes, existen diversos métodos y técnicas, que se basan en la formación y calcificación dental de la corona y raíz de las piezas dentarias temporales y permanentes tanto superiores como inferiores, que se clasifican a través de gráficos y/o descripciones. (6)

Para la estimación de edad en individuos de 14 años o más, se considera la evaluación del tercer molar, debido a que la mayoría de los dientes están completamente desarrollados; este diente presenta sus distintas etapas de calcificación radicular, y puede llegar a determinar si un individuo es adulto o no. Existen varios métodos hasta ahora, para evaluar su mineralización, basados en la evaluación de una radiografía panorámica bidimensional de ambos arcos maxilares. Aunque, cuando las estructuras óseas o los dientes se superponen, las raíces no pueden ser claramente visualizadas, y es difícil discernir diferencias entre dos etapas de maduración consecutivas. Debido a esto, la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (MRI) están haciendo avances en investigaciones para la estimación de la edad en el ámbito medicolegal. (13,21,25,27,41)

Entre los métodos y técnicas para hacer la estimación de la edad se encuentran: Ubelaker (1961), Nolla (1960), Morres, Fanning y Hunt (1963), Demirjian, Golstein y Tanner (1973), Haavikko (1974), Demirjian y Golstein (1976), Cameriere, Ferrante y Cingolani (2006) y otros. (6)

La mayoría de estos estudios contempla la medición del volumen del diente, formación y calcificación de las terceras molares a través de radiografías panorámicas. Los investigadores que recurren a las radiografías utilizan generalmente la clasificación de Demirjian, para el estudio del desarrollo de las terceras molares, debido a que es el método más utilizado y confiable en las investigaciones. (6,2)

Embriología dental

Odontogénesis

El proceso de formación de piezas dentales recibe el nombre de odontogénesis, también se utiliza este término cuando se quiere referir a la formación de dentina. Son una serie de eventos necesarios para formar los dientes, el inicio de este proceso se da cuando las células que se encuentran en la parte coronal del embrión, llamadas células de la cresta neural o craneal, derivadas del ectodermo, migran en grandes cantidades a donde se ubicaran los maxilares superior e inferior que se encuentran en el inicio de su desarrollo, en una estructura que en este momento se denomina estomodeo, que se convertirá en la

cavidad oral propiamente dicha.

El estomodeo es la cavidad bucal primitiva y el inicio del aparato digestivo, se encuentra revestido de ectodermo bucal, capa que se encuentra en el exterior, mientras que en el interior existe ectomesénquima que se considera una cuarta capa germinal.

Los dos tipos de tejido embrionario que van a formar las piezas dentarias y sus estructuras de soporte son el ectodermo y el ectomesénquima, cada tejido embrionario forma las siguientes estructuras:

Ectodermo: El órgano dental, que finalmente da lugar al esmalte.

Ectomesénquima: La papila dental y el saco dentario, la primera a su vez da lugar a la pulpa dentaria y la dentina; la segunda forma el cemento, el ligamento periodontal y el hueso alveolar.

Para que las células de la cresta neural se conviertan en estructuras bien definidas, las células necesitan con el tiempo ir cambiando de forma (morfogénesis), de estructura celular (histogénesis), por lo que las células iniciales se van diferenciando a otras distintas (histodiferenciación). (33)

Etapas de formación dentaria

Desde un punto de vista morfológico, la odontogénesis se agrupa en 6 períodos histológicos: iniciación, proliferación, histodiferenciación, morfodiferenciación, aposición y calcificación. Se entrelazan entre sí a lo largo del desarrollo dentario, y se corresponden con las etapas de desarrollo de la siguiente manera:

- Iniciación: Lámina dentaria.
- Proliferación: Estadio de brote.
- Histodiferenciación: Estadio de casquete.
- Morfodiferenciación: Estadio de campana.
- Aposición: Formación de la matriz de esmalte y dentina.
- Calcificación: Mineralización de esmalte y dentina. (24)

Etapas de la lámina dental

Cuando las células de la cresta neural llegan al estomodeo, se ubican en ambos maxilares, formando una estructura llamada lámina dentaria o láminas labiodentales, que es la capa externa del epitelio bucal compuesta de ectodermo; inicialmente se desarrollan 10 engrosamientos para el maxilar superior y 10 para el inferior, lo que concuerda con el número de dientes primarios que son 20 en total, y coinciden en

los lugares en donde se ubicarán las piezas dentarias. Las láminas dentales tienen forma de “U” o de herradura y se caracterizan por que tienen un alto grado de mitosis, por lo que se presenta un aumento acelerado de células que desplazan el ectomesénquima que se encuentra debajo, formando un cordón de células epiteliales que hacen un engrosamiento. (33)

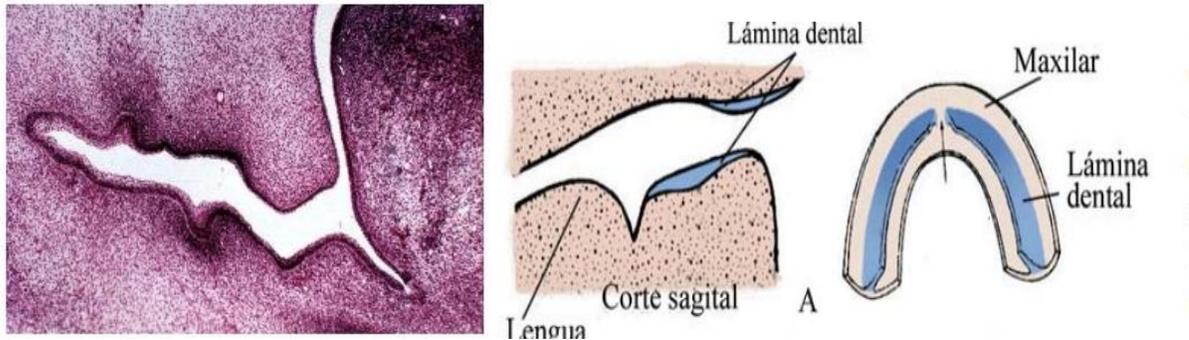


Figura 1. Desarrollo de los dientes. Valdés, A. (2010). **Embriología humana**. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 288 p.

Etapa de brote o botón

Dos semanas después de haberse iniciado el proceso de odontogénesis, en la 8va. semana del desarrollo humano, ya se han formado los 20 engrosamientos epiteliales individuales, 10 para cada maxilar a partir de la cara lingual de la lámina dental y que al aumentar de tamaño adquieren una forma esférica. Esta esfera forma brotes o esbozos dentarios en número de diez por cada maxilar, se encuentra conectada a la lámina dental en el exterior, por medio de un pedículo grueso. Este epitelio de origen ectodérmico que se introdujo hacia adentro invade el ectomesénquima, que se encontraba debajo por lo que lo induce a reaccionar, aumentando a su vez el número de células por medio de mitosis que comienzan a rodear a la esfera y se condensan alrededor del brote.

Cada tipo de tejido estimula al otro para crecer, por lo que se dice que tienen efecto inductivo. No todos los brotes aparecen en el mismo período, inician los brotes del maxilar inferior en su parte anterior, lo que coincide con la primera erupción dental de los incisivos centrales inferiores en un bebé, a partir de los 6 meses de edad en adelante. Antes de que nazca el bebé, deben de existir 20 brotes que formarán los dientes primarios de un niño pequeño.

En la etapa intrauterina se pueden encontrar brotes correspondientes a los incisivos centrales y laterales inferiores en el 5to. mes y las primeras molares permanentes en el 4to. mes. Los brotes o esbozos dentarios de los permanentes se encuentran localizados en la cara lingual de los dientes temporales. En etapas más avanzadas de los botones dentales, la lámina dentaria prolifera de nuevo formándose una

extensión distal del germen de la segunda molar primaria. La segunda molar forma sus brotes al primer año de edad y las terceras al quinto año de edad.

Se puede encontrar que durante la etapa de vida intrauterina existen todos los brotes de las piezas primarias y algunos brotes de la dentición permanente, el resto de los dientes se forma postnatalmente.

(33)

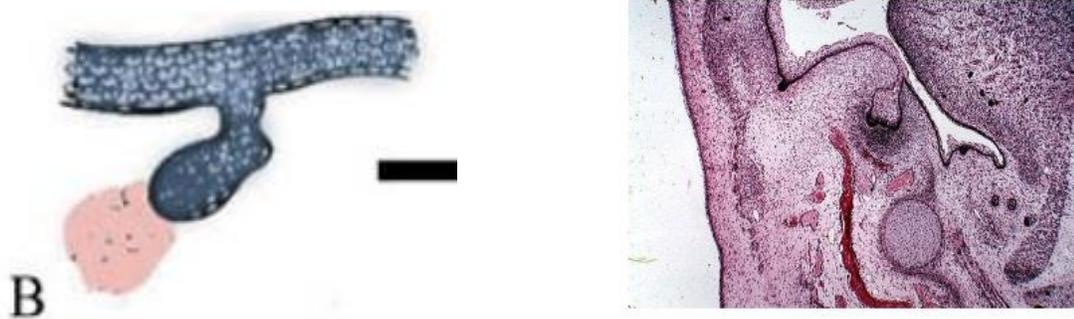


Figura 2. Desarrollo de los dientes. Valdés, A. (2010). **Embriología humana**. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 288 p.

Etapa de gorro, casquete o caperuza

Esta etapa inicia en la 11va. semana, cuando el epitelio dental continúa proliferando y aumentando de tamaño, hay signos tempranos de citodiferenciación, histodiferenciación y morfodiferenciación, que da origen a la etapa de gorro. En esta etapa aparece un cambio que consiste en la invaginación en la parte más profunda del germen dental, donde se condensa el ectomesénquima, que da como resultado la papila dental, que formará finalmente la dentina y la pulpa del diente. En esta etapa las células epiteliales que constituyen el órgano del esmalte han pasado por los primeros fenómenos de diferenciación, y son evidentes 4 regiones del órgano del esmalte u órgano dentario:

- Epitelio interno formado por células cilíndricas bajas.
- Epitelio externo formado por células cúbicas bajas.
- Estrato intermedio formado por células escamosas en relación con la cara basal del epitelio interno.
- Retículo estrellado que es una red de células estrelladas.

El epitelio interno forma los preameloblastos, las células precursoras del esmalte. Los epitelios interno y externo se continúan en la porción cervical para formar el asa cervical, que representará en el diente maduro la unión cemento esmalte. El retículo estrellado capta agua y produce aumento de volumen extracelular, lo que genera presión hidrostática que contribuye a determinar la eficacia del mecanismo de calcificación para el esmalte. El estrato intermedio tiene un espesor de 3 a 5 capas de células aplanadas, este tiende a la captación y liberación de iones calcio. El ectomesénquima se condensa alrededor del órgano dental y lo encapsula para formar el saco o folículo dental que formará los elementos del periodonto, el cemento, ligamento periodontal y



hueso alveolar. (33)

Figura 3. Desarrollo de los dientes. Valdés, A. (2010). **Embriología humana**. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 288 p.

Etapa de campana

Inicia en la 14va. semana, donde la proliferación celular continua por mitosis, así como la diferenciación, haciendo que crezca el germen dental, en especial en la porción del asa cervical, estos eventos culminan con la etapa de campana. Durante esta etapa se determina la forma de la futura corona. La invasión mesenquimatosa sobre el órgano del esmalte desintegra la lámina dentaria y se distinguen cuatro zonas celulares:

- Epitelio interno: dará lugar a los ameloblastos que formarán el esmalte, las células se vuelven cilíndricas altas.
- Epitelio externo: está separado del mesénquima que le rodea por una membrana basal. La zona de transición entre el epitelio interno y externo forma el asa cervical, zona de gran actividad mitótica, toma una forma más cúbica.
- Retículo estrellado: su abundante sustancia intercelular protege a los tejidos en desarrollo y mantienen la forma del diente, aumenta de tamaño a medida que su matriz extracelular polimérica

atrae agua hacia el órgano dental.

- Estrato intermedio: nueva zona celular que separa el epitelio interno del retículo estrellado, las células se diferencian bioquímicamente y muestran niveles elevados de fosfatasa alcalina y de ATP así como del calcio. La presencia de estas enzimas en asociación con los ameloblastos actúa en la calcificación de la matriz del esmalte. (24,33)

El órgano del esmalte aún permanece separado del ectomesénquima de la papila, por una matriz intercelular, cuya localización será la unión o límite amelo dentinario, en el diente maduro.

En esta etapa la lámina dental experimenta involución y posteriormente hay histólisis por lo que el germen queda separado por primera vez del epitelio bucal. El acontecimiento más importante en esta etapa es la diferenciación del epitelio interno en células cilíndricas altas o preameloblastos, que empieza en la parte más coronal del germen y avanza hacia el asa cervical, estas células aún son incapaces de sintetizar, transportar y secretar esmalte. Después los preameloblastos interactúan con el ectomesénquima para colaborar en la formación de preodontoblastos, formadores de colágeno que se mineraliza a dentina, esta diferenciación también comienza en la parte más coronal del germen y a este nivel toda la maquinaria está lista para empezar a formar los tejidos duros del germen dental. (33)

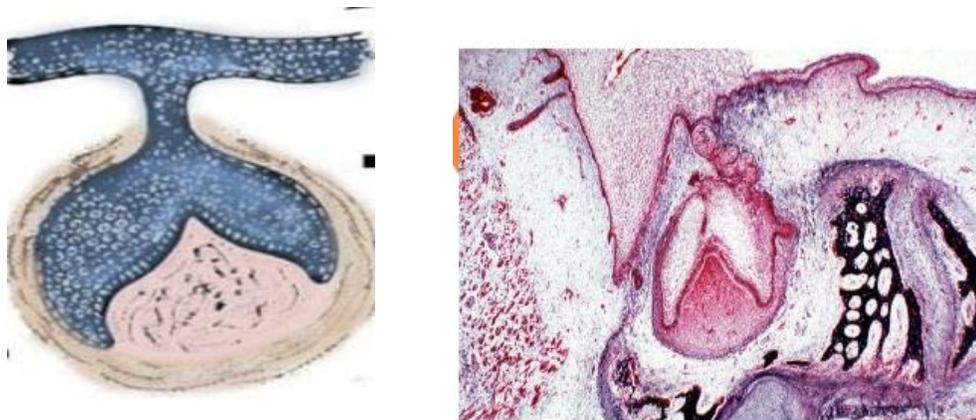


Figura 4. Desarrollo de los dientes. Valdés, A. (2010). **Embriología humana**. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 288 p.

Formación Dental

Formación de los tejidos duros

El inicio de la formación de los tejidos duros comienza al final de la etapa de campana, el primer tejido que se produce es la dentina, que empieza a depositarse en las cúspides. Se caracteriza por una síntesis y secreción de una matriz orgánica de colágena tipo I y diversas proteínas, como proteoglicanos y

fosfoproteínas, todos estos elementos secretados por los odontoblastos. A medida que se deposita la matriz de dentina, va dejando una red en la cual se incorporan los iones de calcio y fosfato, para formar el componente básico de toda estructura calcificada la hidroxiapatita, que se va mineralizando por los odontoblastos, que retroceden o se retiran hacia el centro de la papila. Siempre hay una capa no calcificada entre los odontoblastos y el frente de calcificación llamada preentina, a medida que emigran los odontoblastos se forma una prolongación celular alargada, que es el proceso odontoblástico.

Una vez que se ha formado dentina, los ameloblastos pasan por las últimas etapas de diferenciación bioquímica, por lo que los hace capaces de sintetizar, transportar y secretar las proteínas de la matriz del esmalte. El ameloblasto secretor se caracteriza por la presencia de una prolongación citoplasmática apical llamada prolongación de tomes. Los principales componentes de la matriz de esmalte son las proteínas enamulina y amelogenina, que al ser secretadas se calcifican inmediatamente, a medida que los ameloblastos elaboran esmalte en forma de columnas prismáticas.

El proceso de calcificación del esmalte incluye dos poblaciones de células, los ameloblastos y el estrato intermedio. Al retirarse los ameloblastos secretores, se desplazan a través del retículo estrellado, que disminuye de tamaño y volumen, para adaptarse a la migración involucionan. La formación de la matriz de esmalte se detiene al estar completo el grosor definitivo de la corona, mientras que la formación de la dentina continua durante toda la vida siempre que la pieza este vital. Una vez depositada la última capa de matriz de esmalte, los ameloblastos elaboran una delgada película de sustancia orgánica conocida como cutícula primaria, que más tarde se mineraliza en cierto grado; a continuación, el ameloblasto pierde su forma cilíndrica y pierden la prolongación de Tomes y finalmente se une al epitelio externo, el retículo estrellado y el estrato intermedio para formar el epitelio reducido del órgano epitelial; el cual permanece unido al diente hasta su erupción. Al desprenderse de la superficie del diente, por la erupción el epitelio reducido del órgano epitelial elabora la cutícula secundaria de naturaleza proteica, y contribuye a la formación de la inserción epitelial y el surco gingival.

Formación de la raíz

Una vez completada la corona, se inicia la formación de la raíz. El proceso comienza con la proliferación y el crecimiento hacia abajo dentro del ectomesénquima del asa cervical, esta es la zona donde se adosan el epitelio interno y externo, la proliferación de esta región produce la formación de una estructura bilaminar conocida como vaina radicular epitelial o de Hertwigh, esta crece en dirección apical para envolver a la papila dental, separándola del ectomesénquima y del folículo dental. Las células del epitelio interno en este caso no se diferencian en ameloblastos, pero si hacen la inducción de las células

ectomesenquimatosas adyacentes en la papila dental al diferenciarse en odontoblastos formadores de dentina radicular.

Las células de la papila dental depositan una capa de dentina, que se continúa con la de la corona del diente al completarse la raíz. La vaina dobla finalmente hacia adentro, en cada lado para formar el diafragma epitelial (cervical) que marca el límite más inferior de la raíz y envuelve al agujero apical primario, que es por donde entran los nervios y vasos sanguíneos a la cámara pulpar, en este momento se conoce a la papila como pulpa dental, que crece en sentido longitudinal al mismo tiempo que lo hace la vaina epitelial. A medida que se deposita más dentina, la cámara pulpar se va estrechando y forma finalmente el conducto radicular, que se irá estrechando hasta una edad avanzada.

Las células ectomesenquimatosas situadas afuera del diente y en contacto con la dentina de la raíz se diferencian en cementoblastos, que producen el cemento, un tipo de hueso especializado. Por fuera del cemento el tejido ectomesenquimatoso da origen al ligamento periodontal, encargado de mantener a la pieza dentaria y de amortiguar los choques normales de la masticación. El proceso de formación de la raíz es algo más complicado en los dientes que poseen varias raíces, debido a que la vaina se fragmenta y emigra en dirección central, estableciendo varios agujeros apicales que indican la presencia de raíces múltiples. Por último, persisten vestigios de ella en la superficie de la raíz, a este grupo de células se le conoce como restos epiteliales de Malassez, que en los adultos se encuentran en el ligamento periodontal. Estos restos de Malassez en cortes longitudinales aparecen como grupos aislados de células, en cortes tangenciales aparecen como una red fenestrada casi continua, estos restos parecen no tener función alguna, pero pueden participar en ciertos procesos patológicos como quistes.

El proceso de erupción comienza antes de formarse la raíz debido a movimientos que efectúa el germen dentario para acomodarse en los maxilares. La erupción es un mecanismo complejo en el que participan varios factores: genéticos, endocrinos y mecánicos, los más importantes del crecimiento longitudinal de la raíz, la deposición del tejido óseo en la región apical de la raíz y la migración de los tejidos blandos gingivales en sentido apical. (33)

Desarrollo de los tejidos dentarios

Desarrollo del esmalte

El esmalte es el único tejido entre los calcificados que deriva del ectodermo. El desarrollo y morfogénesis del órgano del esmalte incluye una repetida proliferación celular, combinada con citodiferenciación,

histodiferenciación y morfodiferenciación; así como diferenciación bioquímica, activación y expresión genética. La matriz orgánica del esmalte está compuesta de proteínas no colágenas llamadas en conjunto proteínas del esmalte (polipéptidos glicosilados) sintetizados y secretados por los ameloblastos, identificadas como enamelinas y amelogeninas; las primeras tienen una gran afinidad por los cristales de hidroxiapatita. En la matriz orgánica del esmalte también se han encontrado glucosaminoglucanos, proteoglucanos y diversas clases de lípidos, estas moléculas orgánicas pueden desempeñar un papel en la calcificación de las proteínas del esmalte. Las células diferenciadas por completo que producen el esmalte se conocen como ameloblastos, cuando son activas tienen una forma alta y cilíndrica, hay varias etapas en el ciclo vital de estas células, pasando por preameloblasto, ameloblasto secretor y finalmente ameloblasto de maduración.

Los preameloblastos son células epiteliales cilíndricas bajas que se localizan más cerca del epitelio interno del esmalte, son inmaduras y en proceso de diferenciación con mucha mitosis, lo que demuestra poca maduración. Poseen numerosas prolongaciones citoplasmáticas que entran en contacto íntimo con las células mesenquimatosas de la papila dental, desempeñan un papel en las interacciones entre epitelio y mesénquima.

Los ameloblastos secretores son células epiteliales cilíndricas altas, se originan por actividad mitótica de un solo preameloblasto. Se sitúan en una porción más coronal en el epitelio interno del esmalte que los preameloblastos en posición cervical. A medida que se diferencian los preameloblastos bajo el control del ectomesénquima, tienen lugar varios cambios importantes en el citoplasma de los futuros ameloblastos secretores. La última característica de estos cambios se conoce como prolongación de tomes, que se forma al iniciarse la formación del esmalte.

El primer esmalte que se deposita es de naturaleza aprismática (sin prismas), el tipo prismático (que forma la mayor parte del esmalte), se forma en asociación con la prolongación de tomes. Los odontoblastos producen dentina calcificada antes de la formación de esmalte. Se considera que la prolongación de tomes, además de secretar la matriz del esmalte, participa en su maduración. Los ameloblastos secretores también muestran signos de diferenciación bioquímica por lo que estos muestran una actividad metabólica muy superior a la de los preameloblastos.

Los ameloblastos de maduración aparecen cuando se completa la formación del esmalte de la corona y los ameloblastos secretores experimentan cierto tipo de diferenciación, funcionan en la maduración del esmalte, proceso por el cual el esmalte inmaduro de la corona recién formada (80% inorgánico, 20%

orgánico) se convierten por calcificación o cristalización secundaria en el esmalte maduro típico (99% inorgánico y menos de 1% orgánico). El ameloblasto ya no es una célula secretora, sino más bien una célula absorbente o resorbente, cambia la función y la citoarquitectura de la célula, desaparece la prolongación de Tomes y otros cambios morfológicos de las células, lo que indica un cambio en la función celular.

Las células ya no secretan y sintetizan de las proteínas del esmalte, sino que producen hidrolasas lisosómicas (proteasas), que digieren el exceso de matriz orgánica del esmalte, para crear el espacio de la cristalización adicional de la hidroxiapatita, de esta manera al crearse el espacio (por eliminación de proteínas y agua), se puede agregar fosfato de calcio adicional a la hidroxiapatita existente, para formar sus enormes cristales, tan característicos del esmalte maduro. El ameloblasto de maduración funciona en la absorción y captación de la matriz orgánica digerida y el agua. (33)

Amelogénesis

Los ameloblastos descritos anteriormente, participan en el proceso llamado amelogénesis, que no es más que el proceso de formación de esmalte y consta de tres etapas, formación de la matriz orgánica, calcificación y resorción de la matriz de esmalte.

En la formación de la matriz orgánica, hay granos de secreción que salen por el polo secretor de la célula, la prolongación de Tomes por exostosis. En la calcificación de la matriz el ameloblasto secretor participa en el flujo de calcio hacia el frente de calcificación del esmalte, aunque pueden participar otros como la dentina y la pulpa vascularizada, como segunda vía. Las células que componen el órgano del esmalte también pueden participar en el flujo de calcio hacia el esmalte en formación, se cree que las células provienen del estrato intermedio. En un principio, el esmalte se deposita en la parte más coronal del diente y desde allí se extiende gradualmente hacia la parte cervical.

La resorción de la matriz del esmalte es un proceso que ocasiona el cambio entre un esmalte inmaduro en maduro. Esto produce un esmalte con un contenido aproximado de 99% de matriz inorgánica y 1% o menos de matriz orgánica. Este proceso incluye varios pasos entre ellos, un cambio en la morfología celular de los ameloblastos secretores, que produce la formación de ameloblastos de maduración, la eliminación y la subsecuente degradación de una proporción importante de la matriz orgánica del esmalte, así como el flujo masivo de agua hacia el exterior del esmalte; a medida que el agua y las proteínas salen, hay un flujo hacia adentro de iones inorgánicos principalmente calcio y fosfato para ocupar los espacios vacíos que quedan. Estos iones son absorbidos a la superficie de los cristales de

hidroxiapatita existentes.

El ameloblasto es una célula secretora al menos en las etapas iniciales de la amelogénesis. También es muy probable que existan etapas secretoras y de resorción independiente, y no en forma simultánea como se ha pensado siempre. Los estudios bioquímicos han determinado que hay resorción de la matriz orgánica al mismo tiempo que esta matriz es sintetizada y secretada. Al engrosarse el esmalte, los ameloblastos retroceden hacia el retículo estrellado, aquí experimentan regresión dejando temporalmente la cutícula dental sobre la superficie de los dientes. Después de la erupción del diente esta membrana se va desprendiendo.

Desarrollo de la Dentina

La dentina se origina de las células ectomesenquimatosas de la papila dental. Estas células de la papila dental tienen su origen en las células de la cresta neural durante el proceso de formación del tubo neural. Estas células emigran posteriormente hacia los procesos faciales y a los arcos faríngeos, en donde se mezclan con el mesodermo. Los especialistas en biología del desarrollo creen que es vital para el desarrollo craneofacial y odontógeno normales.

Células formadoras de dentina

Los odontoblastos derivan de células conocidas como preodontoblastos, que tienen su origen en las células de forma estrellada del ectomesénquima de la papila dental. En este proceso de diferenciación participa la inducción y las interacciones, entre epitelio y ectomesénquima. Los odontoblastos maduros actúan en la conservación y reparación de la dentina; además de esta función, representan los componentes más periféricos de la pulpa dental.

Los odontoblastos se encuentran como una sola hilera de células en la periferia de la pulpa y en la cara interna de la dentina. En la prolongación larga y determinada en punta del odontoblasto también se observan gránulos de secreción madura. En posición apical (hacia la dentina) hay prolongaciones citoplasmáticas largas y delgadas, llamadas prolongaciones dentinales o fibras dentinales de Tomes, que van desde el cuerpo celular del odontoblasto para penetrar a la dentina calcificada. Estas fibras se cree que atraviesan todo el espesor de la dentina, se encuentran en conductos pequeños, llamados túbulos dentinales, que van desde la unión odontoblasto-predentina o límite dentino-pulpar, hasta el límite o unión amelodentinaria, con propiedades de permeabilidad y sensibilidad, suele haber una prolongación por cada túbulo.

En la dentina, hay siempre una zona de matriz no calcificada interpuesta entre los cuerpos celulares de los odontoblastos y el frente de calcificación. Esta área de la dentina se conoce como predentina, que consta de fibras colágenas tipo I, aquí se ven los túbulos dentinales que contienen prolongaciones odontoblásticas.

Dentinogénesis

Esta es la formación de dentina, que a diferencia de la amelogénesis consta de dos etapas secuenciales.

La fase I incluye la síntesis y secreción de colágena, los componentes de la sustancia fundamental amorfa y los componentes no colágenos de la matriz extracelular. Por ello se conoce como fase orgánica de la dentinogénesis, se caracteriza por la síntesis y secreción de todos los componentes que integran la matriz orgánica de la dentina.

La fase II o fase inorgánica sigue a la primera, aunque no de inmediato. Durante la fase II, la recién elaborada matriz orgánica extracelular se impregna de sales de fosfato de calcio, que ocasiona la formación de dentina mineralizada, semejante al hueso en su composición y dureza.

Desarrollo del cemento

El cemento es un tejido conectivo mineralizado y está formado por células, fibras y una sustancia fundamental amorfa. Las células que forman el cemento son los cementoblastos que derivan de las células ectomesenquimatosas indiferenciadas del saco o folículo dentario. Estas células ectomesenquimatosas rodean al diente en formación. Los cementoblastos se asemejan a los osteoblastos del hueso en su estructura y función, poco después de iniciarse la dentinogénesis, la vaina radicular epitelial de Hertwigh experimenta degeneración progresiva hasta que deja de ser una estructura continua que cubre a la dentina de la raíz. A medida que la vaina radicular se fragmenta en los restos epiteliales de Malassez, la dentina de la raíz queda expuesta a las células del folículo dental.

Algunas de estas células, derivadas de la cresta neural craneal, experimentan de inmediato diferenciación en cementoblastos, que pasan entre las grietas de la vaina radicular epitelial y se disponen sobre la superficie de la dentina de la raíz, aquí empiezan a formar precemento y finalmente cemento calcificado.

Cementoblastos

Estas células derivan de las células ectomesenquimatosas del folículo dental y son muy semejantes a los osteoblastos del hueso, cuando se está formando la raíz o el periodonto, los cementoblastos producen

una capa casi continua al principio sobre la superficie de la raíz, más tarde en toda la superficie del cemento, separada del frente de calcificación por una capa de cemento no calcificado, que es el cementoide o precemento. En algunos casos, los cementoblastos quedan atrapados o rodeados por sus propios productos de secreción. Estos productos se calcifican más tarde y en este momento las células se conocen como cementocitos, se alojan en lagunas y son análogos a los osteocitos del hueso.

Los cementoblastos pueden existir en estado activo (formativo) o inactivo (de reposo o no formativo). Los activos poseen todos los organelos relacionados con las células que actúan en la síntesis y transporte extracelular de proteínas, en este caso proteínas de la matriz (colágenas y no colágenas). Durante la fase de reposo, los cementoblastos que se encuentran activos experimentan un tipo de diferenciación para formar cementoblastos inactivos.

Aunque la formación del cemento es continua durante toda la vida, el depósito real del mismo es un proceso fásico, de formación que alterna con períodos de inactividad. Por eso se observan al microscopio óptico líneas de reposo o de incremento.

Cementogénesis

La formación de una matriz calcificada del cemento incluye la síntesis y secreción de una matriz orgánica con base de colágena tipo I y la subsiguiente calcificación de esta. En ambos casos participa la actividad de los cementoblastos. Los cementoblastos sintetizan y secretan las fibras colágenas intrínsecas de la matriz extracelular, los cementoblastos poseen capacidades para la captación, almacenamiento y liberación de los iones minerales calcio y fosfato. Los cementoblastos son los que dirigen el flujo de los iones minerales hacia el frente de calcificación del cemento. Ambos tipos de fibras colágenas intrínsecas y extrínsecas están mineralizadas, lo que las hace indistinguibles una de las otras en la matriz calcificada del cemento. Solo las fibras extrínsecas de localización más apical no se transforman en componentes mineralizados de matriz del cemento.

Calcificación dental

La calcificación o mineralización dental abarca la precipitación de sales minerales, principalmente calcio y fósforo, sobre la matriz orgánica para constituir un depósito duro. El proceso inicia con dicha precipitación de esmalte en las puntas de las cúspides y los bordes incisales de los dientes, siguiendo con las capas sucesivas y concéntricas sobre estos pequeños puntos de origen. Cada diente temporal o permanente inicia su calcificación en un momento determinado.

Los dientes temporales empiezan su calcificación entre las semanas catorce y dieciocho de vida intrauterina, iniciándose en los incisivos centrales y terminando por los segundos molares. Los ápices se cierran entre los dieciocho meses y los tres años, aproximadamente un año después de su aparición en boca.

Los dientes permanentes inician su calcificación meses después del nacimiento, a excepción de los primeros molares permanentes que ya han empezado su calcificación en el momento del nacimiento.

Le siguen los incisivos centrales superiores e inferiores, laterales mandibulares y caninos. Le suceden los primeros y segundos premolares, produciéndose la calcificación a los dos años y medio, hacia los tres años de vida se inicia la calcificación de los segundos molares permanentes una vez que se ha completado la calcificación total de la corona de los primeros molares permanentes, tanto los segundos premolares como los segundos y los terceros molares sufren gran margen de variabilidad pudiendo iniciar la calcificación más tarde, desde el punto de vista diagnóstico es oportuno esperar sobre todo con los segundos premolares por lo menos hasta los cinco años para poder explorarlos radiográficamente.

Cuando se ha originado la erupción de los primeros dientes permanentes, entre los cinco y los siete años, la calcificación de todas las coronas permanentes ha sido completada teniendo la formación de las raíces y el cierre apical de las mismas no se produce, hasta cinco años después de la calcificación de la corona o hasta los tres años y medio de su erupción. (11)

Erupción dental

La erupción dental es el proceso por el cual el desarrollo de los dientes emerge a través de los tejidos blandos y la mucosa para ingresar a la cavidad oral, hacer contacto con los dientes del arco opuesto y realizar la función de masticación. El término erupción se deriva de la palabra latina "erupción", que significa salida con impulso. (9)

La erupción comprende tres etapas:

- Pre-eruptiva: abarca desde el inicio de la odontogénesis hasta que se completa la formación de la corona, hay movimientos mesiodistales y verticales del germen en desarrollo, en los senos maxilares.

- Eruptiva prefuncional: comienza con la formación de la raíz y termina cuando el diente contacta con el diente antagonista, hay un desplazamiento vertical más rápido que el crecimiento óseo. En el momento en que rompe la mucosa y aparece visible en la boca se le denomina emergencia dentaria.
- Fase eruptiva funcional, posteruptiva o de desarrollo de la oclusión: comienza en el momento en que contacta con el diente antagonista e inicia la función masticatoria, esta fase dura toda la vida del diente, ya que la funcionalidad masticatoria produce una abrasión en las caras oclusales y puntos de contacto entre los dientes. (6,24)

Cronología de la erupción dental

En el ser humano existen dos tipos de denticiones las cuales son:

- Dentición decidua, preliminar o primaria: Consta de 20 piezas dentarias, siendo la que predomina en la niñez y parte de la adolescencia.
- Dentición permanente: Puede tener entre 28 y 32 piezas dentarias, y debe perdurar en el ser humano toda su existencia. (37)

En la primera dentición, el saco dentario está colocado en el fondo de un amplio alvéolo, cubierto por fibromucosa, por lo que el diente encuentra menos dificultad y se realiza en corto tiempo. (28)

El orden de erupción en la dentición primaria es el siguiente:

Tabla 1. Cronología de erupción de los dientes deciduos.

Diente	Arcada Superior Edad (en meses)	Arcada Inferior Edad (en meses)
Incisivo central	8	06-7.5
Incisivo lateral	9	10
Canino	18	18
Primer molar	14	14
Segundo molar	22-24	22-24

Nota. Datos recopilados de Bernaldo, L. (2017). Método basado en el estudio del desarrollo de las terceras molares en la estimación de la edad cronológica. Tesis (Especialista en Odontología Forense). Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de posgrado.

En la dentición permanente, la erupción es más lenta, porque la corona tiene que enfrentar la destrucción del hueso alveolar y de las raíces de los órganos dentarios de la primera dentición. Cuando la corona

rompe el tejido óseo y rasga la fibromucosa, el movimiento se acelera y alcanza la posición, u ocluye con el diente antagonista, el cual se puede encontrar también en estado de erupción.

A los 6 años inicia con la erupción del primer molar permanente en boca, convirtiendo la dentición primaria en dentición mixta. La dentición permanente consta de cuatro incisivos, dos caninos, cuatro premolares y cuatro molares en cada maxilar, además un tercer molar que se encuentra sujeto a anomalías de forma y posición. (36)

Tabla 2. Cronología de erupción y desarrollo de dientes permanentes.

Diente	Erupción en cavidad bucal (en años) Dientes Maxilares	Raíz completa (en años) Dientes Maxilares	Erupción en cavidad bucal (en años) Dientes Mandibulares	Raíz completa (en años) Dientes Mandibulares
Incisivo central	7-8	10	7-8	10
Incisivo lateral	8-9	11	7-8	10
Canino	11-12	13-15	9-10	12-14
Primer premolar	10-11	12-13	10-12	13-14
Segundo premolar	10-12	9-10	10-12	13-14
Primer molar	6-7	9-10	6-7	9-10
Segundo molar	12-13	14-16	11-13	14-15
Tercer molar	17-21	18-25	17-21	18-25

Nota. Datos recopilados de Bernaldo, L. (2017). **Método basado en el estudio del desarrollo de las terceras molares en la estimación de la edad cronológica.** Tesis (Especialista en Odontología Forense). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de posgrado.

El patrón normal de erupción dental es variable en ambas denticiones, observando mayores modificaciones en la cronología que en la secuencia, la cual sigue un orden más estricto. Los factores de modificación pueden ser: herencia, sexo, desarrollo esquelético, edad radicular, edad cronológica,

factores ambientales, extracciones prematuras de dientes primarios, raza, dieta, enfermedades sobre todo procesos infecciosos agudos y antropometría. (6,12,18)

En cuanto a la observación intra-arco e inter-arco en una misma persona, esta muestra frecuentemente diversidad en la erupción, aunque esto debe atribuirse principalmente a factores locales extracciones prematuras o persistencia de temporarios, entre otros. (6)

Los retrasos de la erupción dentaria permanente pueden ocasionar anomalías en la posición de los dientes, lo mismo que la retención de dientes temporales, esto obliga a los dientes permanentes a quedar incluidos o desviarse para lograr su erupción. Por consiguiente, es importante conocer el proceso de erupción de los dientes permanentes, dado que una exfoliación extemporánea no permitirá el desarrollo adecuado de la oclusión dental. (12,28,43)

La erupción normal ocurre en un tiempo determinado correspondiente a una edad cronológica de la persona, sin embargo, es habitual encontrar en la práctica clínica variaciones de la norma en cuanto al tiempo de erupción. (28)

Dimorfismo sexual

Garn y cols. (1958), Demirjian y Levesque (1980), observaron que entre los 5 a 6 años de edad no había diferencias entre los niños y las niñas en cuanto a la calcificación dentaria, pero a mayor edad las niñas estaban siempre más desarrolladas dentalmente que los niños, generalmente de 1 a 6 meses. Aguiló (1986), no encontró diferencias sexuales antes de los 5 años, a excepción de los segundos premolares, en los que apreció un adelanto en la calcificación dentaria de los niños con respecto a las niñas; y de los 6 a los 11 años de edad, encontró diferencias sexuales estadísticamente significativas en ambos maxilares, mayormente en niñas. Harris y McKee (1990) y Mappes y cols. (1992), observaron que las niñas alcanzan casi invariablemente un estadio de formación dental por delante de los niños. En el estudio de Nyström y cols. (2007), también encontraron un desarrollo más avanzado en niñas en todos los grupos de edad.

El diente con mayor dimorfismo sexual es el canino inferior, en el cual las niñas presentaron el cierre del ápice avanzado en 1.74 años. La duración de la formación de la segunda mitad de la raíz es significativamente más corta en los niños en el caso de canino y primer premolar inferior. La mayor

diferencia sexual observada en el canino, junto con su menor variabilidad durante todo el proceso de calcificación dental, permite ser un buen indicador de la edad dental.

En el estudio de Björk y Helm (1967), los caninos y premolares de los niños completaron su erupción aproximadamente un año antes del máximo crecimiento en la pubertad, mientras que en las niñas ocurrió al mismo tiempo. Y para los niños los segundos molares coincidieron con el máximo crecimiento en la pubertad, mientras que en las niñas ocurrió un año después. Por tanto, la edad dental puede proveer datos si se ha alcanzado o no la pubertad, aunque es menos fiable que la edad esquelética. Para Anderson y cols. (1975), la mineralización esquelética y dental, particularmente la de los primeros molares en los niños, están más relacionados con la altura que con el peso, y para las niñas, especialmente en los segundos molares, está más relacionada con el peso entre los 7 a 8 años. Chen y cols. (2010) según el sexo encontraron diferencias para las niñas en los estadios de calcificación dentaria del segundo molar mandibular. En niños los caninos son los dientes con más correlación con los estadios de maduración de las vértebras cervicales. (24)

Quizás debido a que buena parte del proceso de formación del tercer molar se produce después de alcanzar la pubertad, se observa un dimorfismo sexual contrario al resto de los procesos madurativos, y los varones alcanzan los distintos estadios de desarrollo antes que las mujeres, independientemente de su origen étnico. (34)

Tercer Molar

Se localiza en la parte más distal de los maxilares, histológicamente tiene su origen en el cordón del segundo molar permanente. Aproximadamente a los 3 años, comienza la formación del órgano del esmalte y a los 6 años hace su aparición la papila y la pared folicular, en tanto el cierre del folículo y la ruptura del cordón ocurren a continuación. El tercer molar es la pieza dental cuya formación radicular se extiende hasta los 25 años de edad, su relación entre su formación con la edad cronológica ha llevado a varias investigaciones. El tercer molar es el diente más variable en la dentición con respecto a la cronología del desarrollo, a veces se utiliza para estimar la edad durante la adolescencia tardía y principios de la adultez. Además, el desarrollo del tercer molar es fácilmente evaluable a partir de radiografías dentales. La cronología del desarrollo del tercer molar se ha utilizado para juzgar si una persona es un menor de edad o un adulto. (11)

Variabilidad del desarrollo

El tercer molar constituye una pieza dentaria que presenta características particulares, diferentes del resto de la dentición, tiene la mayor variabilidad morfológica, tiempo de desarrollo, erupción, posiciones inadecuadas, malformación, agenesia o impactación. Los terceros molares son los dientes que proporcionan la mayor cantidad de información con respecto a la madurez dental de las personas, que ya han concluido su mineralización de los segundos molares.

Es el único diente que se desarrolla completamente después del nacimiento, iniciando su formación entre los 5-15 años de edad; su mineralización comienza alrededor de los 9 años de edad. El desarrollo de la dentición permanente se completa clínicamente con la erupción del tercer molar a la edad de 17 a 21 años, después de la cual la estimación de edad es más difícil. Según Cameriere y cols. (2014) el desarrollo del tercer molar sucede de los 14 a los 23 años, donde se completa su mineralización en la mayoría de los individuos, con frecuencia erupciona más temprano en hombres que en mujeres. (24,40)

El análisis radiográfico en el desarrollo del tercer molar extiende la estimación de años de edad entre 9 y 23, ya que el desarrollo de la corona y la raíz pueden estudiarse independientemente de la erupción. El grado de desarrollo de este diente, puede registrarse como medida de la longitud observada, clasificada en varias etapas de acuerdo a su maduración y erupción, o como una relación de dimensiones percibidas del diente con respecto a los métodos, algunas características los hacen precisos y altamente reproducibles como herramienta de registro. (14,23,40)

Por la variabilidad que muestra en su desarrollo, es considerado por investigadores un indicador morfológico confiable para la estimación de edad, actualmente es un método no invasivo y de simple ejecución, en el estudio de la edad cronológica, en el período de transición de adolescente a adulto. (40)

Cronología de erupción

La erupción del órgano dentario del tercer molar en la cavidad bucal puede estar influenciada por la presencia de caries, malnutrición y pérdida prematura de otros dientes. La evidencia nos dice que es mucho menos afectado por alteraciones del desarrollo. Esto ha sido demostrado a través de estudios en niños portadores de anomalías, las cuales afectan la maduración sexual, la estatura y la edad ósea; sin embargo, muestran comparativamente una menor desviación en el tiempo del desarrollo dental. También es más resistente a factores nutricionales, esto por la baja relación encontrada entre la formación dental, estatura, peso y la edad ósea. (40)

La investigación del tercer molar propenso a la impactación, éste parece retrasarse en relación a la erupción normal, por la anatomía de la mandíbula; a menudo presenta un espacio estrecho de erupción retromolar entre el segundo molar y el borde anterior de la rama de la mandíbula. Las extracciones de premolares indicadas en ortodoncia son realizadas, para agrandar el espacio retromolar. Varios estudios han presentado prevalencia de impactación del 17% a 32%, similar para terceros molares maxilares y mandibulares. En un estudio Richardson et al. (1977), registró que los terceros molares no son estáticos en el desarrollo. También se mostró en casos con una mandíbula corta, estrecha, y el ángulo pequeño que a menudo se asocia con impactación del tercer molar. (5,45)

Estudios han observado una asociación entre angulaciones del tercer molar y la relación con el potencial de erupción, y demuestran que las radiografías panorámicas pueden servir no solo para el diagnóstico y el seguimiento, sino también para predicción de la erupción del tercer molar. (45)

En un estudio, informaron que después de la extracción clínica del segundo molar, la mineralización del adyacente tercer molar se aceleró en comparación con el contralateral. (23)

Tercer molar en la estimación de la edad cronológica

El tercer molar es el último diente en iniciar y completar el desarrollo, por lo tanto, es la última morfología dental disponible para la predicción de la edad. El tercer molar es muy variable a diferencia de todos los demás marcadores de madurez, junto con el desarrollo esquelético, a menudo falta el tercer molar congénitamente y algunas personas no lo desarrollan. (14,18)

Diversos autores coinciden en que el desarrollo dental es un proceso que constituye el método más preciso en la estimación de la edad en individuos jóvenes. (41)

Método de Demirjian

La maduración dental expresada a menudo como la edad dental, es un indicador de la madurez biológica de los niños en crecimiento. Un método para la evaluación de la madurez dental fue descrito por Demirjian, este es ampliamente utilizado y de aplicación universal, aunque los resultados dependen de la población. Se han realizado numerosos estudios en diferentes grupos étnicos como: europeos, asiáticos y norteamericanos, entre otros; cuyos resultados sugieren posibles diferencias no solo en los patrones de

maduración dental entre las diferentes poblaciones, individuos de diferentes áreas geográficas y ciudades dentro del mismo país. Actualmente en Latinoamérica se han realizado muchos estudios comparativos siendo de mucha utilidad para estimar la edad de un individuo, este es un proceso rutinario y fundamental para la identificación de un cadáver, en crímenes y accidentes. (4)

En la primera investigación que realizó Demirjian en 1973, su muestra estuvo conformada por 2,928 radiografías panorámicas correspondientes a 1,446 niños y 1,486 niñas de origen canadiense que no presentaban alguna enfermedad sistémica, congénita o desorden alimenticio que afectara al crecimiento en general en un rango de 2 a 20 años de edad. En 1976 Demirjian introdujo un método de la edad cronológica estimada, basada en el desarrollo de siete dientes del lado izquierdo de la mandíbula. Este método fue similar al de Tanner, Whitehouse y Healy, quienes estimaron la edad cronológica, basada en la madurez de manos y muñecas. En 1976, Demirjian desarrolló tres métodos más. En el primero se basó en los mismos siete dientes; en el segundo en cuatro dientes, específicamente el primer premolar, segundo premolar, primer molar y segundo molar; y en el tercero en cuatro dientes, específicamente el segundo incisivo, primer premolar, segundo premolar y segundo molar. (3,4)

Aunque los métodos de Demirjian publicados en 1976 fueron diseñados para superar las deficiencias y la fiabilidad de 1973, los estudios modernos todavía los usan para evaluación y comparación con otros métodos de estimaciones de edad dental. (3)

El estudio de la formación, calcificación o mineralización dentaria evalúa la madurez o desarrollo dentario no solamente el crecimiento; es por ello que evaluar la cantidad de depósito dentinario o los cambios en la forma de la cámara pulpar, es aplicado por el método de Demirjian, que proporciona datos de mayor precisión. (4)

Es el método dental más común para estimar la edad, identifica ocho etapas de desarrollo (A – H), basadas en la evaluación de la mineralización de cada diente, ha obtenido los valores más altos para el acuerdo del observador como la correlación entre etapas, según lo definido por el método, y la edad cronológica. En todos los estudios completados hasta la fecha, un individuo que tiene terceros molares con el desarrollo de la etapa "H" de Demirjian, probablemente ya alcanzó la edad cronológica de 18 años, lo que indica que el uso de esta técnica para la determinación de la edad legal es válido. (14,39)

Las ocho etapas de desarrollo del método de Demirjian, son las siguientes:

A: En ambos dientes, unirradiculares y multirradiculares, un inicio de calcificación se observa en el nivel

superior de la cripta en forma de un cono o conos invertidos. No hay fusión de estos puntos calcificados.

B: Fusión de los puntos calcificados formando una o varias cúspides que se unen para formar una superficie oclusal regularmente contorneada.

C:

- La formación del esmalte está completa en la superficie oclusal, su extensión y convergencia se ven hacia la región cervical.
- Se ve el inicio de un depósito de dentina.
- El contorno de la cámara pulpar tiene una forma curva en el borde oclusal.

D:

- La formación de la corona es completada hacia abajo hasta la unión amelocementaria.
- El borde superior de la cámara pulpar en los dientes unirradiculares tiene una forma curva definida, siendo cóncava hacia la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares está presente. En las molares las cámaras pulpares tienen una forma trapezoidal.
- El inicio de la formación radicular se da en la forma de una espícula.

E: Dientes unirradiculares

- Las paredes de la cámara pulpar forman líneas rectas cuya continuidad se rompe por la presencia del cuadro pulpar, que es más grande que el estadio previo.
- La longitud radicular es menor que la altura de la corona.

Dientes multirradiculares

- La formación inicial de la bifurcación radicular se ve en forma de un punto calcificado o una forma semilunar.
- La longitud radicular todavía es menos que la altura de la corona.

F: Dientes unirradiculares

- Las paredes de la cámara pulpar forman un triángulo más o menos isósceles, el ápice acaba en forma de embudo.
- La longitud radicular es mayor o igual que la altura de la corona.

Dientes multirradiculares

- La región calcificada de la bifurcación se ha desarrollado hacia abajo desde su estadio semilunar para darle raíces de un contorno más definido y distintivo con extremos en forma de embudo.
- La longitud radicular es mayor o igual que la altura de la corona.

G: Las paredes del conducto radicular ahora están paralelas y su extremo apical todavía está parcialmente abierto.

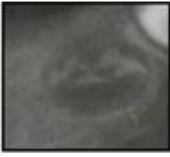
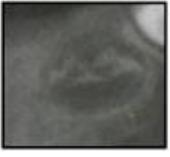
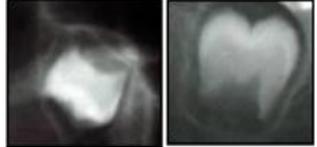
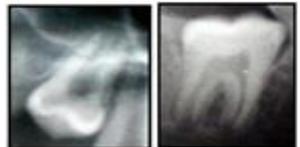
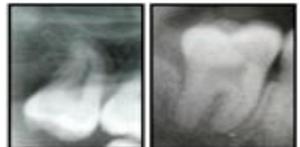
H:

- El extremo apical del conducto radicular está completamente cerrado.
- La membrana periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

El método más empleado hoy en día es el Demirjian debido a sus ventajas: éste se fundamenta en el análisis de radiografías panorámicas, permitiendo la recolección de un mayor número de datos con menor dosis de radiación, así como una estandarización más fiable de la proyección que en radiografías intraorales. Se basa en el análisis de los cambios morfológicos del diente y no en proporciones o distancias como otros métodos, por lo que las variaciones en la geometría de la proyección o la magnificación no influyen en el resultado. Disminución de la incertidumbre ya que supone el uso de ocho estadios en comparación con otros métodos que utilizan más. Buena reproducibilidad. Además, es uno de los métodos más ampliamente utilizados en clínica como en investigación, lo que permite la comparación con mayor número de estudios. (4)

En 1993, Mincer y col. realizan una modificación al método de Demirjian, basándose en la mineralización del tercer molar para la estimación de la edad, para aplicar dicho método se utilizan los mismos esquemas de calcificación empleados por Demirjian, pero aplicados exclusivamente al tercer molar. Se valoran los estadios de mineralización de los terceros molares y se le otorga una de las clasificaciones propuestas por Demirjian (de la A-H). (6)

Tabla 3. Etapas de desarrollo del tercer molar según el método de Demirjian.

Estadio	Esquema	Radiografías	Descripción
A			En el inicio de calcificación se observa en el nivel superior de la cripta en forma de un cono o conos invertidos. No hay fusión de estos puntos calcificados.
B			Fusión de los puntos calcificados formando una o varias cúspides que se unen para formar una superficie oclusal regularmente contorneada.
C			La formación del esmalte está completa en la superficie oclusal, su extensión y convergencia se ven hacia la región cervical. Se ve el inicio de un depósito de dentina. El contorno de la cámara pulpar tiene una forma curva en el borde oclusal.
D			La formación de la corona es completada hacia abajo hasta la unión amelocementaria. El borde superior de la cámara pulpar en los dientes unirradiculares tiene una forma curva definida, siendo cóncava hacia la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares está presente. En las molares las cámaras pulpares tienen una forma trapezoidal. El inicio de la formación radicular se da en la forma de una espícula.
E			La formación inicial de la bifurcación radicular se ve en forma de un punto calcificado o una forma semilunar. La longitud radicular todavía es menos que la altura de la corona.
F			La región calcificada de la bifurcación se ha desarrollado hacia abajo desde su estadio semilunar para darle raíces de un contorno más definido y distintivo con extremos en forma de embudo. La longitud radicular es mayor o igual que la altura de la corona.
G			Las paredes del conducto radicular ahora están paralelas y su extremo apical todavía está parcialmente abierto.
H			El extremo apical del conducto radicular está completamente cerrado. La membrana periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz y el ápice.

Nota. Datos recuperados de Balbin Guerrero R. (2019). **Relación entre la edad cronológica y la mineralización dental del tercer molar inferior mediante el método de Demirjian UPLA 2017.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Huancayo, Perú: Universidad Peruana de los Andes, Facultad de Odontología. 82p.; Suárez Canlla, C.A. (2016). **Eficacia de los métodos utilizados para estimar la edad de personas de 13 a 23 años.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología. 172p.

Odontología Forense

Se define como una especialidad que, forma un lazo de unión entre la odontología y el derecho, en lo que respecta al cumplimiento de las leyes. La aplicación de sus conocimientos odontológicos al servicio de la justicia, al recoger indicios y evidencias en la escena del crimen, aplicando métodos para identificación humana en la víctima o en los presuntos autores del hecho. Los indicios y evidencias al ser trasladados y estudiados en laboratorios especializados permiten la emisión del informe o peritaje. (10)

Pederson define la odontología forense como la rama de la odontología que trata el manejo, del examen adecuado de la evidencia dental, la valoración y la presentación apropiada de los hallazgos dentales de interés de la justicia. (2)

La Odontología Legal se considera clave para los procedimientos de identificación médico-legales en sujetos vivos o muertos. Los dientes son considerados las estructuras más duras del cuerpo, pudiendo sobrevivir a la mayoría de los eventos post-mortem que destruyen o modifican otros tejidos corporales. Además, la dentición se caracteriza por su morfología, anomalías, patologías y tratamientos restauradores. (31)

A partir de la creación del INACIF en Guatemala se unifican la medicina legal y ciencias forenses logrando tecnificar y dar soluciones como auxiliares en el sistema de justicia guatemalteco (Decreto 32-2006), incorporando también odontólogos forenses quienes a través de los análisis estomatológicos comparan fichas dentales sobre todo en casos de personas en estado de putrefacción y en casos de accidentes aéreos o terrestres donde se pueden recuperar parcial o totalmente piezas dentales y aparato masticulomandibular para su comparación. (2)

Identificación humana en ciencias forenses

La identidad es la asociación de caracteres que individualizan a una persona y la diferencian de las demás, se pierde cuando las características distintivas de una persona se desintegran y/o su cuerpo se transforma totalmente. La identificación es el procedimiento mediante el cual se recogen y agrupan sistemáticamente estos caracteres (2)

El concepto aplicado a ciencias forenses se puede resumir como el conjunto de características fenotípicas y genotípicas que presentan, y que lo hacen único. En la actualidad el Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala INACIF ha adoptado tecnología y métodos internacionales para lograr

establecer la identidad mediante bases científicas como: lofoscopia, odontología, análisis de ADN, así como parámetros antropométricos, características individualizantes (cicatrices, tatuajes, eventos médicos), aspectos fisonómicos específicos, características corporales ocupacionales entre otros, que en forma integrada dan la certeza sobre la identidad plena de una persona. (8)

Se realiza con la finalidad de evitar errores y suplantaciones, establecer la identidad de las víctimas en casos de desastre en masa; también en muerte causada por fuego, desastres naturales y otros. Es importante en agresiones de varios tipos (ataque, defensa o sexual), tomando en consideración que la marca dejada por una mordedura humana tiene un patrón característico e individual. (2,4)

Establecer la identidad de las personas que sufrieron un hecho violento es un deber de los investigadores y científicos forenses toda vez que los objetivos de una necropsia constituyen establecer: identidad de la persona fallecida, la causa, manera de muerte y tiempo de muerte. (8)

Métodos de Identificación

Los métodos para la identificación de personas incluyen un examen físico, determinación de medidas antropométricas, evidencia de etapa de maduración sexual, examen radiográfico de la mano izquierda y examen dental incluyendo ortopantomografía (OPG). Si el desarrollo esquelético de la mano está completo, se realiza el examen de rayos X de las clavículas. Todos los procedimientos son usados en combinación para aumentar la precisión diagnóstica y mejorar la probabilidad de identificar cualquier trastorno del desarrollo relevante para la edad. (25)

El desarrollo de los métodos de identificación ha pasado por varias etapas; desde la interpretación visual y radiográfica, hasta la utilización de tecnología de vanguardia, con análisis físicos, bioquímicos, moleculares y genéticos en constante proceso de innovación. Los primeros registros del rol de la odontología forense en la determinación de la edad cronológica de los individuos se remontan a Inglaterra en el siglo XX, durante la revolución industrial. Las arduas jornadas laborales y las precarias condiciones sociales afectaban tanto a adultos como a niños. La regulación estatal establecía la cantidad de horas semanales laborales según grupo etario y prohibía el trabajo de niños menores de 9 años. Gran parte de la población carecía de acta de nacimiento, o ésta se encontraba incompleta, por lo que la determinación de la edad se hacía con métodos subjetivos como la medición de la estatura. (42)

Con la creación del Registro Nacional de las Personas (RENAP) en Guatemala, se está logrando una forma sistemática, ordenada y fiable entregando una credencial de identidad llamada DPI para los mayores de edad, también se está implementando para los menores de edad, residentes y extranjeros;

además también existe un aporte a nivel internacional el cual asimismo proporciona datos en aquellos casos cuando los guatemaltecos fallecen fuera del país.

De mejor manera a través de la suscripción de un convenio interinstitucional para consulta de base de datos civil entre el INACIF y RENAP, la posibilidad de consultar la base de datos criminal, los resultados realmente son excelentes y alentadores, para seguir identificando a las personas, el único documento de identificación personal anteriormente era la cédula de vecindad. Actualmente, el DPI posee un chip electrónico el cual incluye información y lectura de datos, registro fotográfico facial y la comparación de huellas dactilares que facilita la identificación.

Dentro de los sistemas novedosos de alta tecnología se encuentran las huellas dactilares que implican una certeza del 100 por ciento sobre la identidad humana al poseer características de perennidad, inmutabilidad y variabilidad de forma única para cada ser humano. El uso del sistema informático digital de huellas dactilares AFIS ha sido utilizado para cotejo de huellas y proveer la identidad a las personas fallecidas, que ingresan al INACIF bajo el término de XX o en otras palabras personas que se desconoce su identidad.

El sistema que actualmente ha cobrado auge y desarrollo tecnológico corresponde a la identificación por ADN o a través del genoma humano, este ha permitido en última instancia la corroboración y filiación de familiares con la sospecha de muerte de un individuo. A diferencia con lofoscopia y odontología es que éste permite filiar a madre, padre, hermanos y abuelos con una probabilidad de hasta el 99.99 por ciento. La identificación genética es la última en realizarse y no necesariamente es la mejor, es complementaria con los demás métodos para así tener la certeza de la identidad, como también por los altos costos económicos que contrae. (8)

Identificación humana en odontología forense

La Odontología Forense tiene una importancia fundamental en los procesos de identificación de restos humanos provenientes de incidentes con un gran número de víctimas, en la sociedad actual soluciona problemas que van más allá de la identificación de cuerpos humanos post mortem. La alta resistencia ante la acción de agentes físicos y químicos externos, que caracterizan a las piezas dentarias, así como la protección que ejercen los huesos maxilares, los tejidos blandos de la cara y la lengua sobre tales estructuras hacen que la evidencia dental sea en muchos casos, la única disponible en los procesos de identificación medicolegal. (17,42)

La Identificación humana por medio de la dentición ha sido bien establecida en el campo forense y se

han desarrollado varios métodos basados en cambios dentales. En los exámenes dentales, la mineralización dental y la erupción son los dos parámetros principales utilizados en la estimación de la edad forense desde el nacimiento hasta la edad adulta. La mineralización dental comprende un conjunto de cambios más uniforme y continuo que la erupción, y puede estar menos influenciada por factores externos en comparación con otros criterios medibles de madurez. (25,39)

Estimación de la edad

El odontólogo Saunders, fue el primero en publicar información sobre las implicaciones dentales en la evaluación de la edad al presentar un folleto titulado "Dientes prueba de edad" al parlamento inglés en 1837. Mientras citaba los resultados de su estudio en 1,000 niños, señaló el valor de la dentición en la estimación de la edad. (30)

La estimación de la edad en individuos vivos se realiza en todo el mundo, todos los días, y es necesaria para determinar si una persona ha alcanzado la edad suficiente para tomar responsabilidad por acciones contrarias a la ley, lo que resulta en la aplicación de la legislación penal aplicada a adultos. (13)

Entre las ventajas que ofrece la dentición como método para la estimación de la edad se encuentran: la existencia de dos denticiones, la temporal y la permanente; que las edades para los estadios de calcificación y la erupción no coinciden en cada tipo de diente y, por último, que este fenómeno puede ser estudiado en pacientes vivos. (41)

Estimación de edad en personas vivas.

Estimar la edad de los sujetos vivos a menudo requiere un enfoque integrador que involucra antropología, medicina, odontología forense y radiología. El creciente número de personas indocumentadas que se mueven por todo el mundo, en las fronteras ha llevado a una presión creciente de los sistemas legales para proporcionar más estimaciones precisas de edad. En muchos países, el límite de edad legal es entre 14 y 21 años, siendo la edad de 18 años la demarcación legal más frecuente entre el estado de niño y adulto. Se han recomendado varios métodos para el diagnóstico forense de la edad en procedimientos penales, civiles y de asilo. (25,29)

Un desafío importante en los últimos años para los profesionales forenses de todo el mundo es el diagnóstico de la edad en personas vivas. En 2017, 68.5 millones de personas tuvieron que abandonar sus hogares por la fuerza debido a guerras, violencia, persecución y en los países de la Unión Europea,

de todos los solicitantes de asilo menores, el 13% no estaban acompañados. En el futuro, se espera una necesidad continua de estimación forense de la edad de menores no acompañados con documentación de edad dudosa en todo el mundo. El trabajo coordinado de forenses guatemaltecos se ha extendido afuera de las fronteras patrias al haber sido conformado el Consejo Regional Centro Americano, Chiapas, Belice y Panamá a través de sus institutos de medicina legal y ciencias forenses, siendo un esfuerzo de unión y sinergia en contra de flagelos como: trata de personas, adopciones ilegales, crimen transnacional entre otros. (8,21)

Estimación de edad en personas muertas

Los dientes son la parte más indestructible del cuerpo y permanecen sin cambios durante miles de años, siendo usados en los procedimientos de estimación de edad y desarrollo de técnicas para la identificación en odontología forense. Actualmente se ha presentado la necesidad de poner en práctica dichos procedimientos, debido al aumento de cadáveres sin identificar, por: acciones terroristas, altos niveles de violencia, desastres en masa, homicidios, fetidios, infanticidios, niños abandonados, víctimas mutiladas de desastres, como incendios, choques y accidentes. (13,21,30)

OBJETIVOS

General

Estimación de la edad cronológica según el desarrollo del tercer molar, mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en odontología forense, con radiografías panorámicas, de pacientes entre 14 y 21 años de edad referidos al centro radiológico DISA, durante el año 2018 y 2019.

Específicos

1. Determinar la prevalencia de la etapa de desarrollo del tercer molar según la edad cronológica, usando el método de Demirjian.
2. Determinar la etapa de desarrollo en el tercer molar usando el método de Demirjian y su diferencia entre sexos, según la edad.
3. Determinar en cada etapa de desarrollo del tercer molar, el rango de edad cronológica donde se pueda presentar usando el método de Demirjian.
4. Crear una tabla de referencia de resultados del presente estudio, con porcentajes de las etapas de desarrollo del tercer molar según la edad cronológica, usando el método de Demirjian, para su posterior uso en medicina, antropología y odontología forense, e investigaciones similares, para su aplicación en la población guatemalteca.

METODOLOGÍA

Tipo de Investigación:

Descriptivo, documental, corte transversal, retrospectivo.

Se considera descriptivo debido a que como su nombre lo indica describe una característica en una población determinada, de corte transversal porque analiza los datos obtenidos de un grupo de personas en un momento determinado, y retrospectivo debido a que los datos serán obtenidos de radiografías panorámicas.

Población:

Radiografías panorámicas de pacientes dentados, de ambos sexos, comprendidos entre las edades de 14 y 21 años, referidos al Centro Radiológico DISA zona 9, durante el año 2018 y 2019.

Muestra:

Debido a la confidencialidad de la institución DISA, no fue posible que nos proporcionaran el número de las radiografías tomadas durante el año 2018 y 2019, sin embargo, se nos brindaron en grupos de 50 radiografías hasta que se alcanzó la totalidad de la muestra. Por lo que se propuso la revisión de 400 radiografías digitales, cada grupo de edad fue de 25 hombres y 25 mujeres.

Al número de muestras se le aplicaron los métodos de inclusión y exclusión. Cada uno de los terceros molares que se evaluó en la muestra se clasificó de acuerdo a su grado de desarrollo corono-radicular, según el método propuesto por Demirjian en 1973, el cual clasifica la maduración dental en 8 etapas, de la letra "A" a la "H".

Criterios de inclusión

1. Radiografías panorámicas digitales de pacientes dentados, de ambos sexos, comprendidos entre las edades de 14 a 21 años, referidos a la clínica radiográfica DISA zona 9, en el año 2018 y 2019.
2. Radiografías panorámicas digitales con presencia de uno o más terceros molares.

Criterios de exclusión:

1. Radiografías panorámicas digitales en donde se aprecian signos de alteraciones congénitas u otra condición que comprometa uno o ambos maxilares en forma parcial o total.
2. Radiografías panorámicas digitales en donde no se permite observar adecuadamente el componente corono-radicular de los terceros molares.

Equipo e instrumental

Para la búsqueda de material pertinente en el desarrollo de la investigación, se realizó una revisión de literatura consultando las bases de datos: Pubmed, Embase, Google Académico, revistas científicas y tesarios.

Se solicitó por escrito la autorización al centro radiológico DISA zona 9 (Ver anexo), para la obtención de datos y radiografías panorámicas digitales de pacientes dentados, de ambos sexos entre las edades de 14 y 21 años de edad, durante el período del año 2018 y 2019. La selección de las radiografías digitales se realizó con base a los criterios de inclusión y exclusión indicados. Los investigadores fueron capacitados por un radiólogo oral, y se hizo una calibración con el asesor de tesis; ésta fue desarrollada con 30 radiografías panorámicas digitales.

La muestra de radiografías digitales fue evaluada por medio de un computador. El registro de los datos se realizó en un cuaderno, de la aplicación Excel: en donde se agruparon las radiografías en 8 grupos de edad entre 14 y 21 años. En cada radiografía del grupo se evaluaron los terceros molares presentes, y se clasificaron en el estadio determinado por el investigador, simultáneamente se clasificó de acuerdo al sexo.

Recursos Humanos

- Dos investigadoras
- Un asesor
- Recurso institucional: Centro Radiológico DISA zona 9.

Materiales y equipo

- Dos Computadoras
- Servicio de internet (12 meses)
- Impresora
- Lápices y bolígrafos
- Hojas de papel
- Cuaderno
- Servicio de Luz
- Teléfono

ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

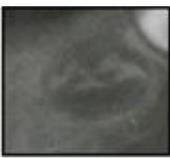
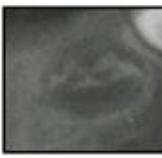
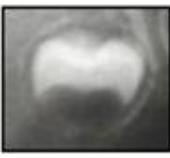
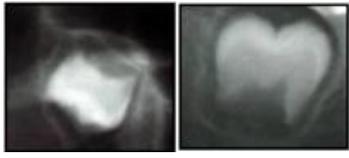
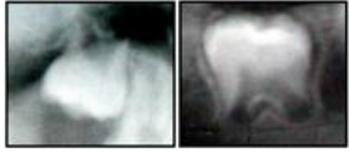
No se pidió consentimiento informado, porque no existió contacto directo con los pacientes. La información proporcionada por el centro radiológico DISA fue confidencial, de tal forma que solo los investigadores de este estudio conocieron los datos personales de los sujetos de investigación.

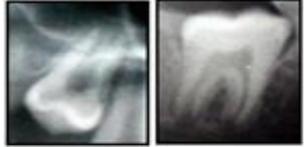
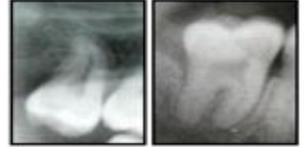
RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante el proceso de trabajo de campo de la investigación realizada con radiografías panorámicas de pacientes entre 14 y 21 años de edad, referidos al centro radiológico DISA zona 9, durante el año 2018 y 2019. Se registró la muestra de 400 radiografías panorámicas, divididas en grupos de 50 radiografías por grupo etario, 25 de sexo masculino y 25 del sexo femenino. Los resultados son presentados en tablas y gráficas con interpretación.

La siguiente tabla contiene la descripción de los estadios que fueron utilizados para la clasificación del desarrollo de los terceros molares.

Tabla 3. Etapas de desarrollo del tercer molar según el método de Demirjian.

Estadio	Esquema	Radiografías	Descripción
A			En el inicio de calcificación se observa en el nivel superior de la cripta en forma de un cono o conos invertidos. No hay fusión de estos puntos calcificados.
B			Fusión de los puntos calcificados formando una o varias cúspides que se unen para formar una superficie oclusal regularmente contorneada.
C			La formación del esmalte está completa en la superficie oclusal, su extensión y convergencia se ven hacia la región cervical. Se ve el inicio de un depósito de dentina. El contorno de la cámara pulpar tiene una forma curva en el borde oclusal.
D			La formación de la corona es completada hacia abajo hasta la unión amelocementaria. El borde superior de la cámara pulpar en los dientes unirradiculares tiene una forma curva definida, siendo cóncava hacia la región cervical. La proyección de los cuernos pulpares está presente. En las molares las cámaras pulpares tienen una forma trapezoidal. El inicio de la formación radicular se da en la forma de una espícula.
E			La formación inicial de la bifurcación radicular se ve en forma de un punto calcificado o una forma semilunar. La longitud radicular todavía es menos que la altura de la corona.

F			<p>La región calcificada de la bifurcación se ha desarrollado hacia abajo desde su estadio semilunar para darle raíces de un contorno más definido y distintivo con extremos en forma de embudo. La longitud radicular es mayor o igual que la altura de la corona.</p>
G			<p>Las paredes del conducto radicular ahora están paralelas y su extremo apical todavía está parcialmente abierto.</p>
H			<p>El extremo apical del conducto radicular está completamente cerrado. La membrana periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz y el ápice.</p>

Nota. Datos recuperados de Balbin Guerrero R. (2019). Relación entre la edad cronológica y la mineralización dental del tercer molar inferior mediante el método de Demirjian UPLA 2017. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Huancayo, Perú: Universidad Peruana de los Andes, Facultad de Odontología. 82p.; Suárez Canlla, C.A. (2016). Eficacia de los métodos utilizados para estimar la edad de personas de 13 a 23 años. Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología. 172p.

Tabla 4. Distribución de terceros molares según número de pieza de hombres y mujeres

Piezas	Mujeres	%	Hombres	%
1	180	22.50	184	23.00
16	182	22.75	188	23.50
17	182	22.75	184	23.00
32	183	22.88	186	23.25
X	73	9.13	58	7.25
Totales	800	100	800	100

Fuente: Datos recolectados en el trabajo de campo. (*) Número de piezas que no cumplen con los criterios de inclusión del estudio.

Interpretación tabla 4:

El 9.13% en femenino y 7.25% en masculino, éste es el porcentaje de piezas que no cumplieron con los criterios de inclusión, y se encuentra representado con la letra X.

Tabla 5. Distribución total de frecuencia en hombres y mujeres, por edad y estadios de los terceros molares según Demirjian.

Edad	Estadios								Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	
14	0	2	78	39	40	22	0	0	181
15	0	0	42	34	53	45	4	8	186
16	0	0	7	37	41	54	30	11	180
17	0	0	10	9	29	44	66	22	180
18	0	0	7	5	25	23	72	51	183
19	0	0	2	4	34	21	36	87	184
20	0	0	2	4	9	5	45	121	186
21	0	0	0	0	0	1	20	168	189
Total	0	2	148	132	231	215	273	468	1469

Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Interpretación tabla 5:

En los terceros molares a la edad de 14 años el estadio C predomina con 78 piezas, a los 15 años el estadio E con 53 piezas, a los 16 años el estadio F con 54 piezas, a los 17 años el estadio G con 66 piezas y a los 18 años el estadio G con 72 piezas, el estadio H a los 19 años con 87 piezas, a los 20 años con 121 piezas y a los 21 años con 168 piezas.

Tabla 6. Distribución total de frecuencias por edad, número de pieza y clasificación por estadios de los terceros molares según Demirjian.

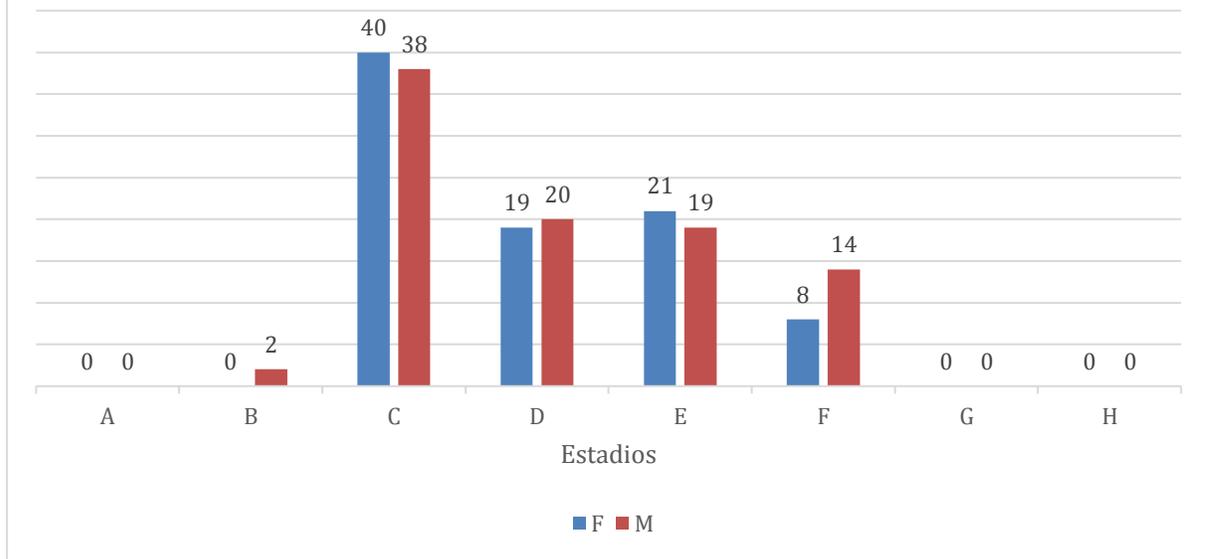
Estadios	Edad																Total																				
	14				15				16				17					18				19				20				21							
	Número de pieza																																				
	1	16	17	32	1	16	17	32	1	16	17	32	1	16	17	32	1	16	17	32	1	16	17	32	1	16	17	32	1	16	17	32					
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
C	18	17	22	21	9	9	12	12	1	1	3	2	3	1	3	3	0	2	2	3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148
D	12	14	5	8	8	11	7	8	9	17	5	6	2	5	1	1	2	2	1	0	1	3	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
E	9	7	13	11	12	12	15	14	3	8	11	19	2	6	9	12	4	5	8	8	7	3	11	13	1	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	231
F	7	7	4	4	13	13	9	10	17	16	9	12	14	9	12	9	6	3	7	7	5	5	6	5	3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	215
G	0	0	0	0	1	1	1	1	7	3	14	6	15	18	18	15	19	17	18	18	8	9	10	9	5	10	15	15	5	5	6	4	0	0	0	0	273
H	0	0	0	0	2	2	2	2	6	1	4	0	7	7	3	5	15	16	9	11	26	26	17	18	36	30	28	27	41	43	41	43	0	0	0	0	468
Total																	1469																				

Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Interpretación tabla 6:

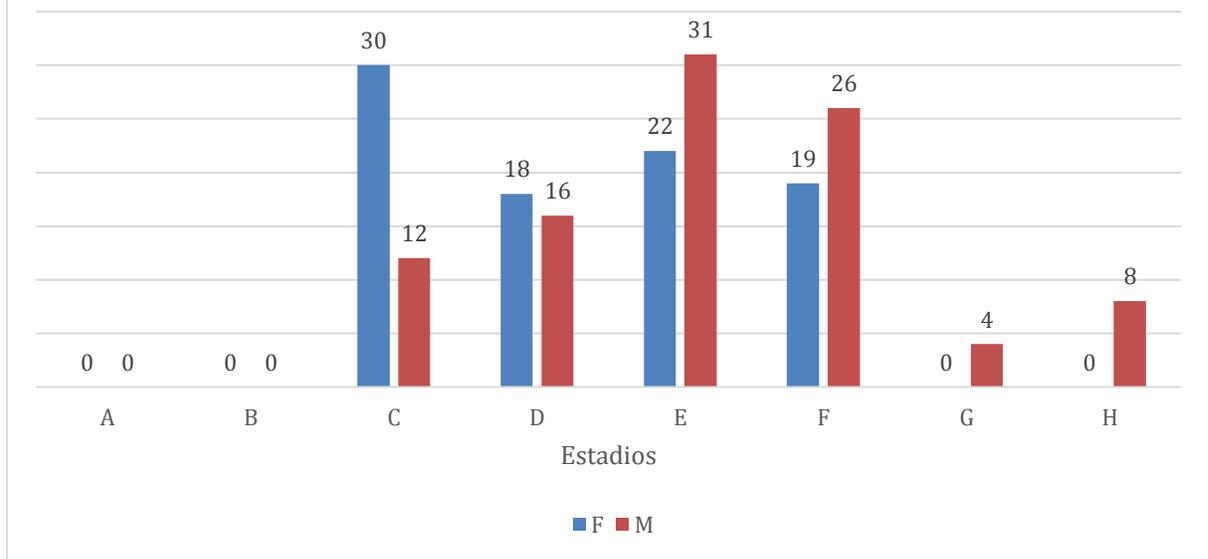
El estadio A no se presentó en ningún tercer molar, el estadio B se presentó en 2 piezas a la edad de 14 años; se puede observar los estadios C, D, E, F entre 14 a los 20 años y los estadios G y H entre 15 y 21 años.

Gráfica 1. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 14 años.



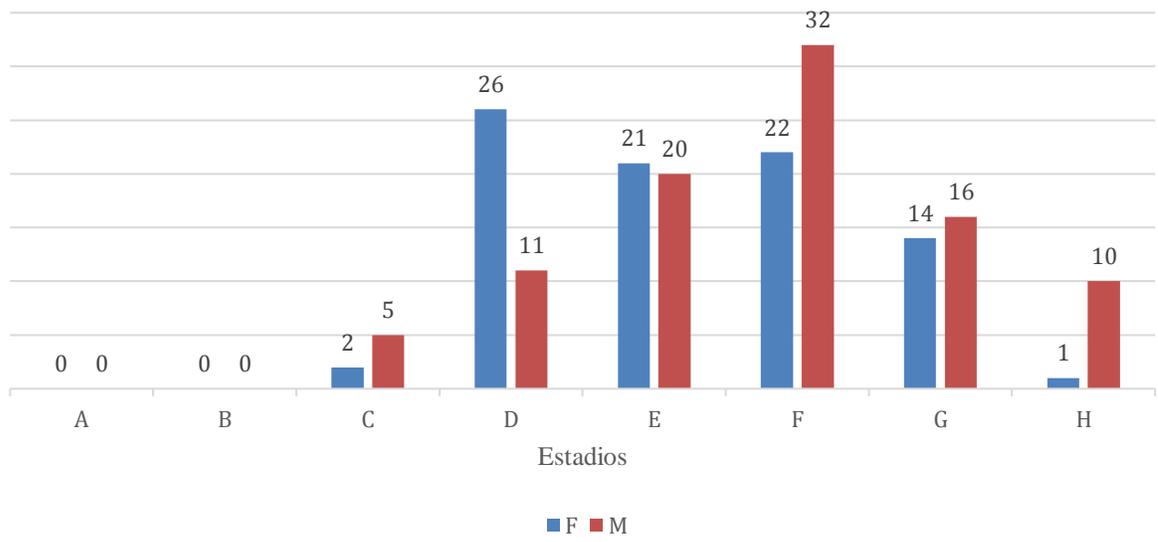
Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 2. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 15 años.



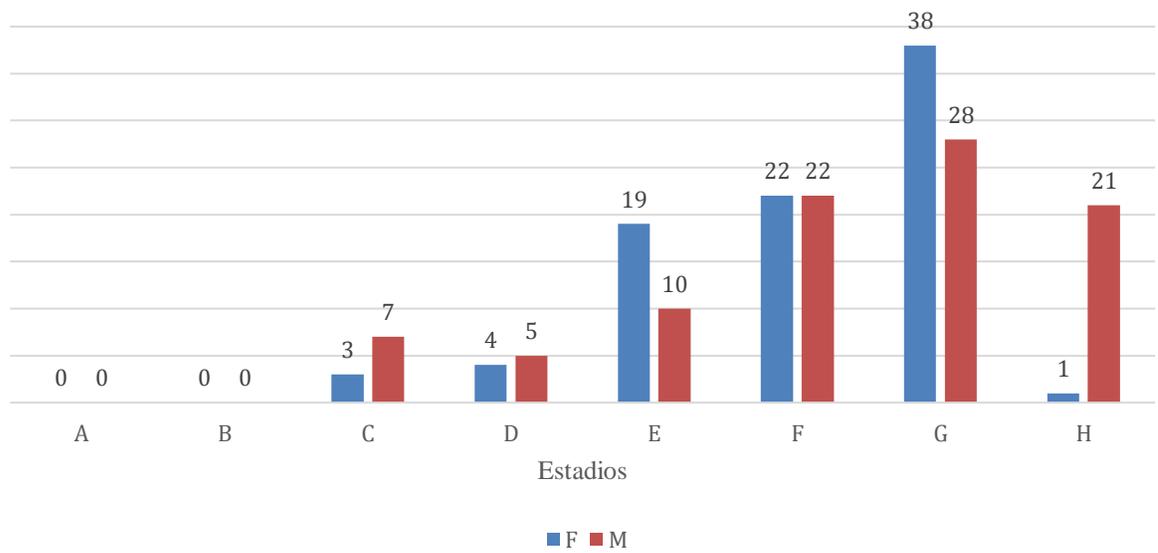
Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 3. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 16 años.



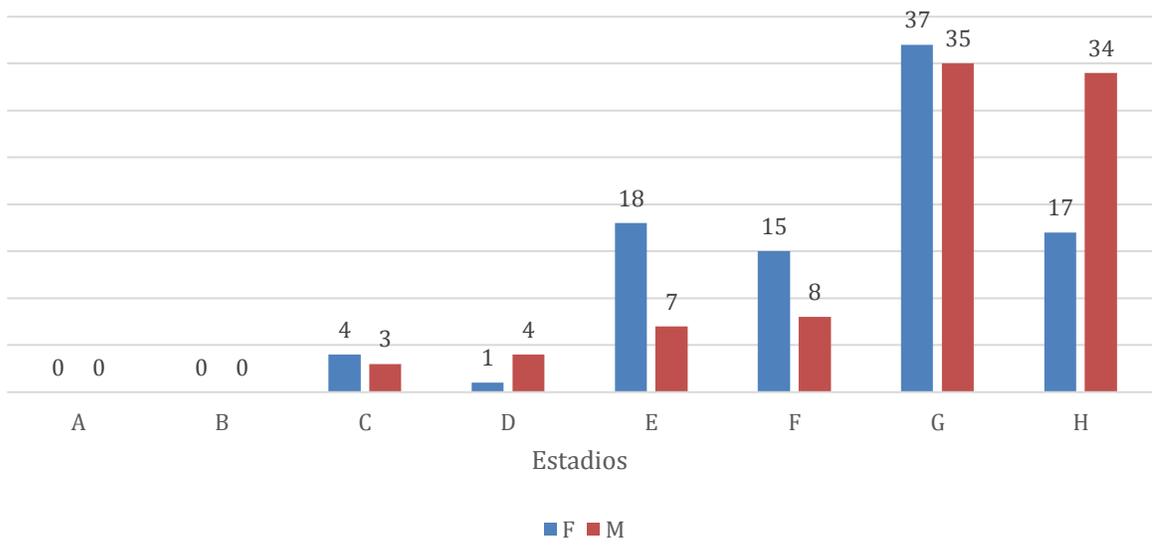
Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 4. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 17 años.



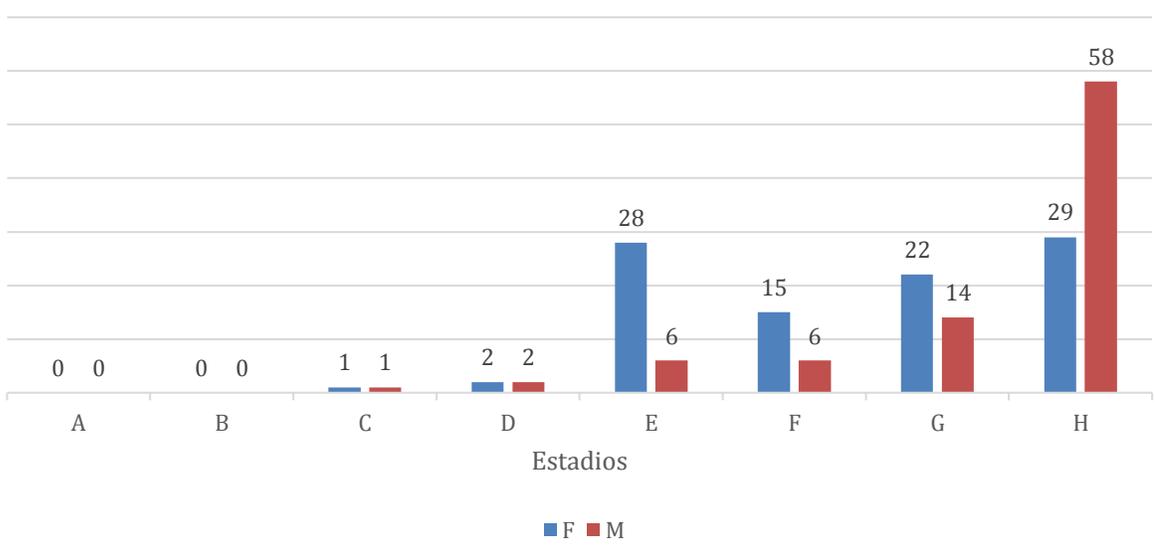
Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 5. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 18 años.



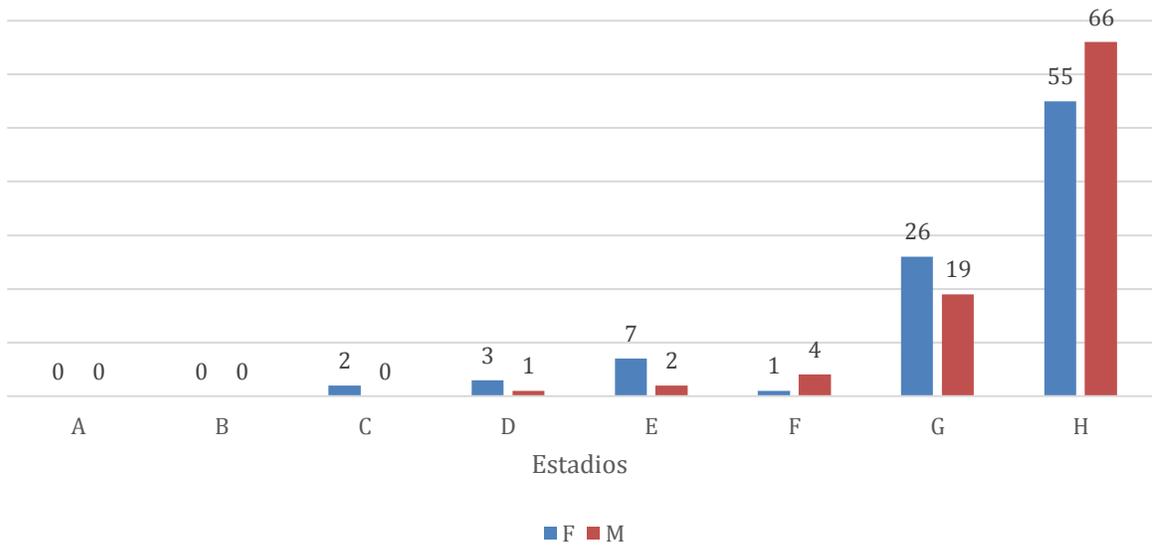
Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 6. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 19 años.



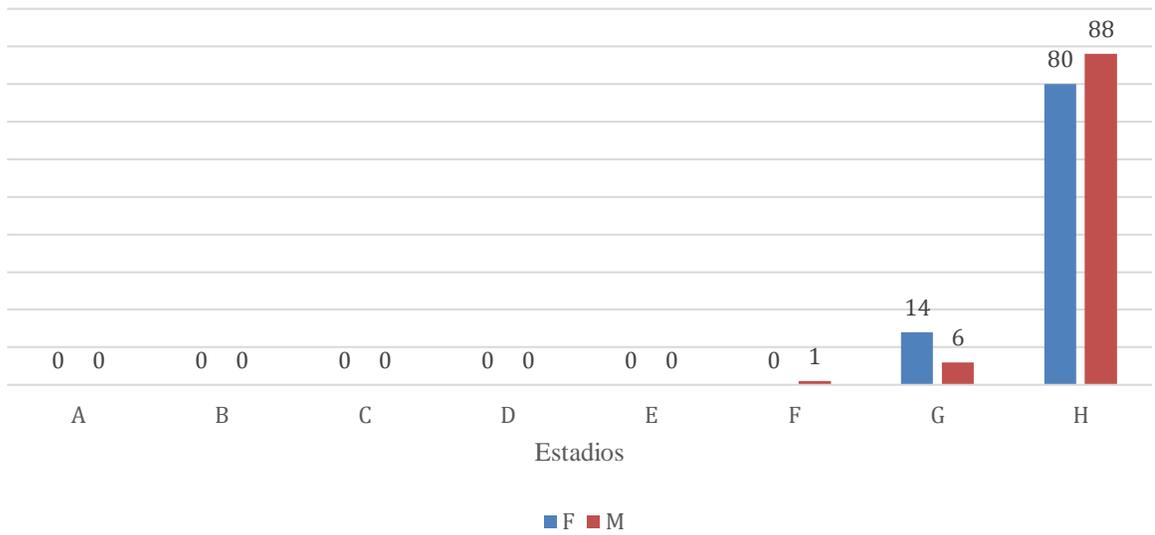
Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 7. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 20 años.



Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

Gráfica 8. Comparación de frecuencias de los estadios del tercer molar entre sexo femenino y masculino a la edad de 21 años.



Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en el trabajo de campo de la investigación.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La determinación de la edad para uso médico legal y forense, representa un problema de gran importancia, varios métodos se conocen para la estimación de la edad dental, siendo el método de Demirjian el más difundido, ya que distingue cuatro etapas de mineralización coronaria (A-D) y cuatro etapas de mineralización radicular (E-H).

En esta investigación se revisaron un total de 400 radiografías de pacientes dentados, 250 de género femenino y 250 de género masculino, distribuidos homogéneamente entre las edades de 14 y 21 años, referidos al Centro Radiológico DISA zona 9, durante el año 2018 y 2019; 1476 terceros molares cumplieron con los criterios de inclusión, 124 fueron excluidos del estudio.

Este estudio descriptivo, documental, corte transversal y retrospectivo, tuvo como objetivo la estimación de la edad cronológica, según el desarrollo del tercer molar mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en odontología forense.

Con respecto a las etapas de desarrollo del tercer molar, en la tabla 5 se puede observar la prevalencia del estadio C a la edad de 14 años, esto indica que la formación del esmalte está completa en la superficie oclusal; a los 15 años el estadio E, se observa la formación de la bifurcación radicular; a los 16 años el estadio F, la bifurcación se ha desarrollado y los extremos de las raíces tienen forma de embudo; a los 17 y 18 años el estadio G, las paredes del conducto radicular están paralelas y el extremo apical parcialmente abierto, a los 19, 20 y 21 años el estadio H, el extremo apical del conducto está completamente cerrado.

En otras investigaciones según **Pinares, J.**, el género masculino mostró un desarrollo más avanzado del tercer molar mandibular respecto al femenino. Las piezas 1-16 mostraron un desarrollo más avanzado en la población chilena. Según **Valdés, F.**, el tercer molar tiene más importancia ya que, es la única pieza dentaria en mineralizar y erupcionar antes en hombres que, en mujeres, siendo esta diferencia estadísticamente significativa en el estudio. La razón de esto se puede relacionar, con que el tercer molar es la única pieza dentaria en seguir evolucionando más allá de los catorce años, después de la pubertad. Nuestros resultados concuerdan con Pinares, J. y Valdés, F., debido a que se registró en la población guatemalteca un porcentaje más alto del estadio H en la cual se completa el desarrollo en general de todos los terceros molares a la edad 19 (66.7% M y 20.9 % F), 20 (71.7% M y 58.5% F) y 21 años (92.6% M y 85.1% F) más en masculino que en femenino.

Pinares, J. reporta una baja representación de los estadios A y B, identificándose sólo dos observaciones del estadio A, ambas registradas en femenino a los 14 años, y diez observaciones en el estadio B, en ambos sexos de 13 y 15 años de edad. Al igual que nuestros resultados, no se presentó el estadio A y el B únicamente 2 veces a la edad de 14 años en masculino. Además, el estadio C, D y E se observó entre el rango de 14 a 20 años; el estadio F de 14 a 21 años; los estadios G y H desde 14 a 21 años.

Dado que no se dispone de estudios en relación únicamente al desarrollo del tercer molar, en la población guatemalteca se presenta una tabla (Ver tabla 7), esta es una base de datos de referencia con resultados de las etapas de desarrollo del tercer molar, usando el método de Demirjian. Los cuales están representados con porcentajes, permitiendo su posterior uso en antropología y odontología forense a la población guatemalteca.

CONCLUSIONES

1. El estadio D donde se presenta la formación coronaria completa del tercer molar, fue observado en la muestra desde los 14 a los 20 años, con mayor incidencia a los 14 años con 39 piezas.
2. El estadio H donde se presenta la finalización del desarrollo radicular del tercer molar, fue observado en la muestra desde los 15 a los 21 años, con mayor incidencia de 168 piezas.
3. El dimorfismo sexual del tercer molar se observó en el estadio H, ya que se presentó en el género masculino a los 15 años en 8 piezas, y en femenino a los 16 años en 1 pieza, además se registro un mayor porcentaje en hombres que en mujeres, a la edad de 19 (66.7%), 20 (71.7%) y 21 años (92.6%).
4. El desarrollo del tercer molar presentó el mayor porcentaje de prevalencia del mismo estadio en ambos sexos, a la edad de 14 años (estadio C), a la edad de 17 y 18 años (estadio G), entre 19 y 21 años (estadio H).
5. Los resultados que la tabla 7 aporta son de utilidad para su aplicación en antropología y odontología forense en la población guatemalteca, y también como referencia para posteriores estudios.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios del desarrollo del tercer molar con el método de Demirjian en los departamentos y municipios de Guatemala, para comparar los datos obtenidos.
2. Realizar estudios con otros métodos de clasificación del desarrollo de terceros molares, para comparar resultados.
3. Ampliar el rango de edad, en posteriores estudios con personas menores de 14 años, para registrar la presencia del estadio A y B, utilizando el método de Demirjian.
4. Utilizar los resultados del presente estudio para fines antropológicos y forenses como dato referencial de la población de Guatemala.
5. Utilizar radiografías periapicales como apoyo para mejorar la visualización de los terceros molares.
6. Solicitar a DISA autorización para la utilización de radiografías panorámicas de todos sus centros radiológicos a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, E. (2017). **Comparación de la edad cronológica y la edad dental según el método de Demirjian en pacientes de 5 a 16 años que acudieron al centro radiológico Dr. Virgilio Aguirre cadena, guayaquil, ecuador.** período 2014–2015. Tesis (Lic. Radiología bucal y maxilofacial). Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Estomatología. 39 p.
2. Alvarado, J. (2019). **Aplicación del método de Moorrees, Fanning y Hunt modificado por Smith (1991) para predecir la edad cronológica en subadultos con fines antropológicos y forenses.** (en línea). Revista Científica del Sistema de Estudios de Posgrado. 2(1):53-54. Consultado el 20 de julio del 2020. Disponible en: <https://sep.usac.edu.gt/revista/index.php/RevistaSEP/article/view/19/59>
3. Ambarkova, V. et al. (2014). **Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia.** (en línea) Forensic Science International. Sep. 234:187e1–187.e7. Consultado el 20 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.10.024>
4. Balbin Guerrero, R. (2019). **Relación entre la edad cronológica y la mineralización dental del tercer molar inferior mediante el método de Demirjian UPLA 2017.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista) Huancayo, Perú: Universidad Peruana de los Andes Facultad de Odontología. 82 p.
5. Begtrup, A. et al. (2013). **Predicting lower third molar eruption on panoramic radiographs after cephalometric comparison of profile and panoramic radiographs.** (en línea). European Journal of Orthodontics, 35(4):460–466. Consultado el 23 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjs012>
6. Bernaldo, F. (2017). **Método basado en el estudio del desarrollo de las terceras molares en la estimación de la edad cronológica.** Tesis (Lic. Odontología Forense) Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado. 84 p.
7. Bowers C. M. (2004). **Forensic dental evidence: an investigator's handbook.** (en línea). 2 ed. San Diego, California, Estados Unidos: Elsevier. pp. 7. Consultado el 26 de julio del 2020. Disponible en: https://booksite.elsevier.com/samplechapters/9780123820006/01~Front_Matter.pdf

8. Cabrera, J. N. (2018). **La identificación humana forense.** (en línea). Guatemala: Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala. Consultado el 15 de julio del 2020. Disponible en: <https://www.inacif.gob.gt/index.php/servicios/k2-blog/item/31-la-identificacion-humana-forens>
9. Cachay, D. (2019). **Relación entre la edad cronológica y la calcificación del canino inferior izquierdo según Demirjian en niños de 6 a 15 años de edad.** (en línea). Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Medicina Humana, Escuela de Estomatología. p 32. Consultado el 26 de julio del 2020. Disponible en: http://200.62.226.186/bitstream/upaorep/4542/1/RE_ESTO_DIANA.SILVA_EDAD.CRONOLOGICA_DATOS.pdf
10. Chango, R. Guevara, O. y Armas, A. (2016). **La odontología forense y su aplicabilidad en el procesamiento de escenas del crimen y demás eventos catastróficos.** (en línea). Odontol. Sanmarquina. 19(1): 52-55. Consultado el 22 de julio del 2020. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/12184>.
11. Campos, J. (2017). **Relación entre la edad cronológica y la calcificación dental del tercer molar inferior mediante el método de Demirjian.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Chiclayo, Perú: Universidad Señor de Sipán, Escuela de Posgrado. 67 p.
12. Concepción, T. et al. (2013). **Order and chronology of the eruption of permanent teeth.** (en línea) Rev Ciencias Médicas 17(3). Consultado el 22 de julio del 2020. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpr/v17n3/rpr12313.pdf>
13. Costa, J. et al. (2014). **Accuracy in the legal age estimation according to the third molars mineralization among Mexicans and Colombians.** (en línea). Atención Primaria. 46 (Suppl 5):165–175. Consultado el 26 de julio del 2020. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(14\)70086-1](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(14)70086-1)
14. De Luca, S. et al. (2016). **Third molar development by measurements of open apices in an Italian sample of living subjects.** (en línea). Journal of Forensic and Legal Medicine, 38:36–42. Consultado el 22 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.11.007>

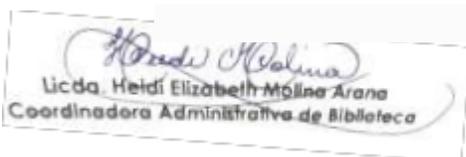
15. **Dictamen de edad según la calificación de los dientes permanentes utilizando el método Demirjian.** (en línea). Colombia. Consultado el 16 de julio del 2020. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10584/7/2019_dictamen_edad_Demirjian..pdf
16. Enríquez, Y. (2019). **Relación de la edad cronológica y la edad dental usando tres métodos; de Nolla, Demirjian y Moorres en una población ecuatoriana.** Tesis (Lic. Cirujano Dentista). Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Odontología. 73 p.
17. Espina, A. et al. (2004). **Cambios estructurales en los tejidos dentales duros por acción del fuego directo, según edad cronológica.** (en línea). Rev. Ciencia Odontológica. 1(1):40-45. Consultado el 21 de julio del 2020. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2052/205222145005.pdf>
18. Guillermin, C. y Denis, P. (2016). **Análisis de cierre apical del tercer molar para determinación de edad dental y cronológica.** (en línea). Rev. Mex. Med. Forense. 1(1):60-70. Consultado el 20 de julio del 2020. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/forense/mmf-2016/mmf161i.pdf>
19. INACIF (Instituto Nacional de Ciencias Forenses). (2019) **Análisis realizados en los Laboratorios de Criminalística.** (en línea). Guatemala. Consultado el 15 de julio de 2020. Disponible en: https://www.inacif.gob.gt/docs/uip/guia_servicios.pdf
20. **Reformas al acuerdo número CD-INACIF-027-2012: Reglamento de organización y funcionamiento del Instituto Nacional de Ciencias Forenses de Guatemala.** (2012). (en línea). Guatemala. Consultado el 15 de julio del 2020. Disponible en: <https://www.inacif.gob.gt/docs/uip/InformacionPublicadeOficio-numeral01-02a.pdf>
21. Introna, F. et al. (2008). **Morphologic analysis of third-molar maturity by digital orthopantomographic assessment.** (en línea). The American Journal of Forensic Medicine and Pathology. 29(1):55–61. Consultado el 15 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/PAF.0b013e3181407b86>

22. Maled, V. y Vishwanath, S. B. (2016). **The chronology of third molar mineralization by digital orthopantomography.** (en línea). *Journal of Forensic and Legal Medicine.* 43:70–75. Consultado el 22 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2016.07.010>
23. Marchiori, D. F.; Packota, G. V. and Boughner, J. C. (2019). **Initial third molar development is delayed in jaws with short distal space: An early impaction sign?.** (en línea). *Archives of Oral Biology.* 106(10) Consultado el 23 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.06.010>
24. Martínez, G. (2015). **Valoración de las fases de calcificación de la dentición permanente. estudio seccional en radiografías panorámicas.** Tesis (Lic. Cirujana Dentista). Valencia, España: Universidad de Valencia, Facultad de Medicina y Odontología. 297 p.
25. Márquez-Ruiz, A. B. et al. (2017). **Three-dimensional analysis of third molar development to estimate age of majority.** *Science & Justice. Journal of the Forensic Science Society,* 57(5):376–383. Consultado el 15 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2017.04.002>
26. Medina, A. (2011). **Comparación de cinco métodos de estimación de maduración dental en un grupo de niños venezolanos.** *Revista de Odontopediatría Latinoamericana.* 10(1):30-35.
27. Metsäniitty, M. et al. (2019). **Dental age estimation in Somali children and sub- adults combining permanent teeth and third molar development.** *International Journal of Legal Medicine,* 133(4):1207–1215. Consultado el 21 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02053-w>
28. Morgado, D. y García, A. (2011). **Chronology and variability of the dental eruption.** (en línea). *Mediciego* 17 (Supl.2):3-5. Consultado el 23 de julio del 2020. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/mediciego/mdc-2011/mdcs112p.pdf>
29. Olze, A. et al. (2003). **Comparative study on the chronology of third molar mineralization in a Japanese and a German population.** (en línea). *Legal medicine.* 5(1): S256–S260. Consultado el 22 de julio del 2020. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s1344-6223\(02\)00143-8](https://doi.org/10.1016/s1344-6223(02)00143-8)

30. Panchbhai, A. S. (2011). **Dental radiographic indicators, a key to age estimation.** (en línea). *Dento Maxillo Facial Radiology*. 40(4):199–212. Consultado el 23 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1259/dmfr/19478385>
31. Pérez, S. (2017). **Determinación de la edad a través del estudio del tercer molar.** Tesis (Lic. en Odontología). España: Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla. 30 p.
32. Perez, M. et al. (2016). **Estimación de la edad dental a través de seis métodos radiográficos en un grupo de afrodescendientes y mestizos caucasoides.** *Cuad. Med. Forense* 22(3-4):82-83.
33. Popol, A. (2015). **Introducción a la cariología.** 5 ed. Guatemala: Eco Ediciones. pp. 97-112.
34. Prieto, J (2008). **La maduración del tercer molar y el diagnóstico de la edad. Evolución y estado actual de la cuestión.** *Cuad. Med. Forense*. Madrid, España. 14(51):11-24.
35. Quezada, M. et al. (2014). **Relación entre la edad cronológica y la mineralización del tercer molar inferior según método de Demirjian.** *Rev. Estomatol. Herediana*.24(2):62-65.
36. Romo, R. et al. (2002). **Cronología de erupción dental en población escolar.** *Revista Especializada en Ciencias de la Salud*. 5(1-2):43-48.
37. Rosales, G. (2015). **Morfología y anatomía dental.** 7 ed. Guatemala: La Publicidad & Diseño. 171p.
38. Soares, C. B. et al. (2015). **Evaluation of third molar development in the estimation of chronological age.** (en línea). *Forensic Science International*.254:13–17. Consultado el 23 de julio del 2020. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.06.022>
39. Streckbein, P. et al. (2014). **Estimation of legal age using calcification stages of third molars in living individuals.** (en línea). *Science & Justice : Journal of the Forensic Science Society*. 54(6):447–450. Consultado el 25 de julio del 2020. **Disponible en:** <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2014.08.005>
40. Toledo, J. (2015). **Estimación de la edad cronológica en la población chilena a través del estudio radiográfico del desarrollo de tercer molar”.** Tesis (Magister en Ciencias Odontológicas). Chile: Universidad de Chile. Facultad de odontología. 161 p.

41. Toribio, L. Castillo, E. y Alemán C. (1995). **Estimación de la edad por los terceros molares en subadultos y adultos jóvenes.** Rev. Cubana Estomatol. 32(2):101-110.
42. Ugalde-Barahona, C. (2017). **Forensic dentistry methods to estimate the chronological age of individuals: a topic review.** (en línea). Rev. Fac. Odontol Univ. Antioq. 29(1):173-186. Consultado el 25 de julio del 2020. Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v29n1a9>
43. Valdez, R. et al. (2014). **Edad media de la erupción dental en una población escolar analizada por dos métodos.** Masson Doyma México. 71(6):353-355.
44. Verma, N et al. (2017). **Eruption chronology in children: a cross-sectional study.** Int. J. Clin. Pediatr. Dent. 10(3):278-282.
45. Vranckx, M. et al. (2019). **Radiographic prediction of mandibular third molar eruption and mandibular canal involvement based on angulation.** (en línea). Orthodontics & craniofacial research, 22(2): 118–123. Consultado el 25 de julio de 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ocr.12297>
46. Widek, T. et al. (2019). **Dental age estimation: The chronology of mineralization and eruption of male third molars with 3T MRI.** (en línea). Forensic Science International, 297:228–235. Consultado el 26 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.02.019>
47. Zandi, M. et al. (2015). **Evaluation of third molar development and its relation to chronological age: a panoramic radiographic study.** (en línea). Oral Maxillofac Surg 19 (2):183–189. Consultado el 27 de julio del 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10006-014-0475-0>

Vo. Bo. 01/09/2020.



ANEXO

Guatemala, 22 de febrero de 2021

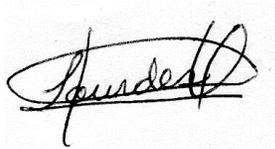
Doctor
Vincent Archila
Clínicas DISA
Guatemala

Estimado doctor Archila:

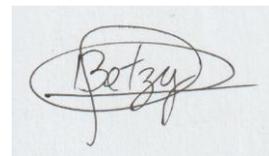
Le saludamos cordialmente, deseándole muchos éxitos en sus labores. El motivo de la presente es para solicitarle el apoyo al centro radiológico DISA zona 9, que usted dirige, para que nos proporcione radiografías panorámicas digitales del año 2019, para la realización de nuestro trabajo de campo de la tesis titulada: **“Estimación de la edad cronológica según el desarrollo del tercer molar, mediante el método de clasificación Demirjian, para uso en Odontología Forense, con radiografías panorámicas, de pacientes entre 14 y 21 años de edad referidos al centro radiológico DISA, durante el año 2019”**. Cumpliendo con el componente bioético de toda investigación, principalmente en seres humanos, los datos que nos brinde serán utilizados de forma confidencial, sin la utilización del nombre de los sujetos; específicamente para el desarrollo de la investigación.

De antemano nuestros agradecimientos, por su valiosa colaboración a la investigación.

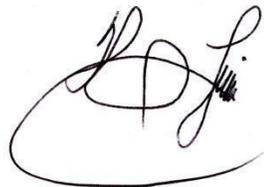
Sin otro particular le saludan atentamente,



Lourdes Carolina Ordoñez Rendón



Betzy Amarilis Paxtor García



Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume
Asesor de Tesis
Facultad de Odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

El contenido de esta tesis es única y exclusiva responsabilidad de la autora



LOURDES CAROLINA ORDOÑEZ RENDÓN

FIRMAS TESIS DE GRADO



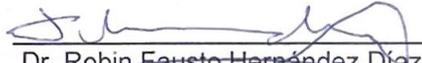
Lourdes Carolina Ordoñez Rendón
SUSTENTANTE



Dr. Víctor Hugo Lima Sagastume
Asesor



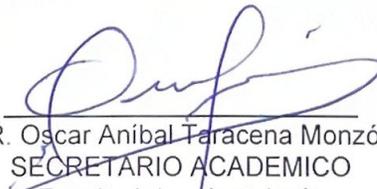
Dr. Raúl Vitelio Ralón Carranza
PRIMER REVISOR
Comisión de tesis



Dr. Robin Fausto Hernández Díaz
SEGUNDO REVISOR
Comisión de tesis

IMPRIMASE

Vo. Bo.



DR. Oscar Anibal Taracena Monzón
SECRETARIO ACADEMICO
Facultad de odontología
Universidad de San Carlos de Guatemala

