

**Estimación de la edad dental en individuos subadultos. Revisión narrativa**

Diana Bermúdez Garzón

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Odontología

Bogotá, D.C,

2020

Estimación de la edad dental en individuos subadultos. Revisión narrativa

Diana Bermúdez Garzón

Trabajo de Grado para Obtener el título de Odontólogo

Asesores

Dra. Adriana Echeverry Aponte

Dr. Victor Gordillo Smith

Dra. Gretel González Colmenares

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Odontología

Bogotá, D.C.

2020

### **Nota de Aceptación**

El trabajo de grado titulado: Estimación de la edad dental en individuos subadultos, revisión narrativa, elaborado por: Diana Katherine Bermúdez Garzón, el cual se ha aprobado como requisito parcial para optar el título de Odontólogo general.

## Dedicatorias

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el guiador de todos mis proyectos y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados en mi vida, por su respaldo económico, intelectual y de más, por disponer todos los medios, por ayudarme pese a las dificultades atravesadas cumplir su gran propósito y promesa de darme este anhelo de mi corazón Dios nunca falla.

A mi papi por ser fuente inspiradora para incursionar en el campo de la odontología, por darme sus consejos, por orientarme, animarme, por esas miles de horas diciéndome los beneficios, las cualidades, y lo hermosa que es la profesión de la odontología, de esta manera la motivación, los deseos y metas fueron cada día más sólidos.

A mi mami que es mi motor de vida, mi compañera, mi amiga, el amor de mi vida, que siempre incondicionalmente y pese a la situación o circunstancia en la que estuviese en mi vida, ha sido mi apoyo mi fuerza, para mi mami siempre he sido su orgullo.

A mis padres, por su amor y sacrificio, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en una gran profesional.

A mi hermana Rikis que admiro inmensamente, que siempre estás dispuesta a escuchar, siempre tiene una palabra de aliento, tranquilidad, ánimo y de fuerza. Que compartimos y ejercemos este inmenso anhelo, por tu confianza y animo en la parte profesional, por hacerme sentir que siempre piensas y te preocupas por mí.

Mi hermanita totis la bebe eterna, acompañándome en las largas jornadas de trabajos y motivarme a querer siempre progresar para darte lo mejor, por ser esa bebe y regalo en nuestro hogar para cuidarte y velar por ti por siempre.

A mi amor por sus palabras siempre positivas, por su paciencia, por siempre darme esa tranquilidad y fuerza para persistir en este gran anhelo.

A mi hijo que sin duda es la fuente de mi inspiración para lograr este anhelo y que pueda siempre sentirse orgulloso de su mami, que pueda tener el mejor ejemplo para que sea un ser lleno de Dios y de todas las virtudes que con ello trae.

## **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios ante todo por ser mi guía y siempre acompañarme en el trascurso de mi vida, brindándome sabiduría para culminar con éxito todas mis metas y anhelos

A mi familia y docentes por su apoyo incondicional, pese a las adversidades e inconvenientes que se me presentaron en lo largo de mi vida durante mi carrera, pero que con su apoyo y comprensión fueron un pilar importante en este logro académico.

## Tabla de Contenido

Resumen	9
Summary (Abstract)	10
Introducción	11
1. Planteamiento del Problema	12
1.1. Pregunta de Investigación	14
1.2. Justificación	14
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo General	16
3. Marco Teórico	17
3.1 Generalidades de la Estimación de la Edad	17
3.2 Estimación de la Edad dental en subadultos	18
3.2.1 Escenarios de la Estimación de la edad dental en subadultos vivos	19
3.2.2 Escenarios de la Estimación de la edad dental en subadultos en Restos Humanos	22
3.3 Estimación de la Edad en individuos subadultos	24
3.3.1 Estimación de la Edad Biológica	25
3.3.2 Estimación de la Edad a Partir de la Maduración de Caracteres Sexuales Secundarios.	26
3.3.3ta Estimación de la Edad Ósea o Esquelética	29
3.3.4 Estimación de la edad dental a partir del ácido aspártico	31
3.3.5 Estimación de la Edad Dental	32
3.3.5.1 Metodo de Schour and Massler.	35
3.3.5.2 Metodo de Nolla.	35
3.3.5.3 Método de Moorrees.	37
3.3.5.4 Metodo de Demirjian.	39

	8	
3.3.5.5	Metodo de Ubelaker.	40
3.3.5.6	Método de Willems.	41
3.3.5.7	Metodo de Cameriere.	42
3.3.5.8	Metodo de AlQahtani.	43
4.	Metodología	44
4.1	Tipo de estudio.	44
4.2	Fuentes.	44
4.3	Palabras claves y algoritmos de búsqueda.	44
4.4	Criterios de inclusión.	45
4.6	Procedimiento	45
4.7	Aspectos éticos	47
5.	Resultados	47
5.1	Parámetros utilizados para la estimación de la edad.	47
		48
5.2	Métodos de la estimación de la edad dental.	48
5.3	Rango de edad, muestra y sexo.	53
5.4	Origen de la Población.	54
5.5	Precisión del método.	56
6.	Discusión	61
7.	Conclusiones	65
8.	Recomendaciones	66
	Referencias	67

**Lista de tablas**

Tabla 1. Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en mujeres.	30
Tabla 2. Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en hombres.	30
Tabla 3. Métodos reportados en la literatura para la estimación de la edad dental en subadultos.	37
Tabla 4. Estadios de formación de los dientes y sus convenciones codificadas.	41
Tabla 5. Búsqueda en bases de datos.	47
Tabla 6. N° de artículos de parámetros de estimación de la edad dental en subadultos	50
Tabla 7. Clasificación de artículos de acuerdo con su validación y comparación con otros métodos.	51
Tabla 8. Artículos de validación de métodos.	55
Tabla 9. Número de artículos por comparación de métodos.	55
Tabla 10. Artículos revisados vs rango de edad de población estudiada.	56
Tabla 11. Número de estudios según población o país de origen de las muestras estudiadas	58
Tabla 12. Precisión de métodos validados.	60
Tabla 13. Precisión de métodos comparados.	62

**Lista de Figuras**

Figura 1. Etapas de desarrollo de los dientes mandibulares y maxilares.	38
Figura 2. Estadios de formación dentaria para evaluar el desarrollo de dientes unirradiculares.	40
Figura 3. Estadios de formación de los dientes para evaluar el desarrollo de dientes multirradiculares.	40
Figura 4. Estadios de desarrollo de los dientes permanentes propuesto por Demirjian.	42
Figura 5. Tabla de formación y erupción dental desarrollada por Ubelaker.	43
Figura 6. Atlas de Londres de desarrollo y erupción dental.	46
Figura 7. Proceso de selección de artículos.	48

## Resumen

**Introducción:** la estimación de la edad es un parámetro importante en la identificación de individuos vivos y restos humanos; en la literatura se encuentran varias investigaciones que dan cuenta de los parámetros y de métodos utilizados para su estima. **Objetivo:** analizar la evidencia científica disponible sobre la estimación de la edad dental en subadultos en referencia a los parámetros, métodos de estimación, rango de edad, n de la muestra y el sexo de los individuos, origen de la población y la precisión del método. **Materiales y métodos:** revisión narrativa. Se realizó una revisión de los artículos investigativos publicados en las bases de datos de Science Direct y Springer Link, desde el año 2010 hasta la fecha (13-08-2020), excluyendo los estudios realizados con muestras arqueológicas, se seleccionaron 75 artículos, y una tesis doctoral. **Resultados:** setenta y cinco artículos se basaron en parámetros de desarrollo y uno en parámetros de ralentización del ácido aspártico. Se evidenciaron un total de 56 artículos en los que se realizó la validación del método y 19 artículos en los que se realizaron comparaciones entre los métodos. El método más utilizado corresponde a Demirjian, el rango de edad de 5-15 años fue el más predominante en las muestras utilizadas en los artículos, el promedio para el sexo masculino fue de 367 y para el sexo femenino de 416, la mayor cantidad de estudios se han realizado en población turca. Respecto a la precisión, el método de Cameriere evidenció en un 64% de sus estudios que no se presentaban diferencias significativas entre la edad real y la edad estimada. **Conclusión:** Los parámetros de desarrollo son los más utilizados en los procesos de estimación de edad dental en subadultos. Los menores de 5 años corresponden a la población menos estudiada. El sexo femenino, fue el más predominante en todas las muestras. El método cuantitativo de Cameriere es el que presenta un mayor porcentaje de precisión en los artículos. **Palabras clave:** estimación, edad, subadultos, dientes, dental, desarrollo.

### Summary (Abstract)

**Introduction:** The estimation of age is an important parameter in the identification of living individuals and human remains; In the literature there are several investigations that account for the parameters and methods used to estimate them. **Objective:** to analyze the scientific evidence available on the estimation of dental age in subadults in reference to the parameters, estimation methods, age range, n of the sample and the sex of the individuals, origin of the population and the precision of the method. **Materials and methods:** narrative review. A review of the research articles published in the Science Direct and Springer Link databases was carried out, from 2010 to date (08-13-2020), excluding studies carried out with archaeological samples, 75 articles were selected, and a doctoral thesis. **Results:** Seventy-five articles were based on development parameters and one on aspartic acid slowdown parameters. A total of 56 articles were evidenced in which the method was validated and 19 articles in which comparisons between the methods were made. The most used method corresponds to Demirjian, the age range of 5-15 years was the most predominant in the samples used in the articles, the average for the male sex was 367 and for the female sex it was 416, the highest numbers of studies have been conducted in the Turkish population. Regarding precision, the Cameriere method showed in 64% of her studies that there were no significant differences between the real age and the estimated age. **Conclusion:** The development parameters are the most used in the dental age estimation processes in subadults. Children less than 5 years of age correspond to the least studied population. The female sex was the most predominant in all the samples. Cameriere's quantitative method is the one with the highest percentage of precision in the articles. **Keywords:** estimation, age, subadults, teeth, dental, development.

## Introducción

La edad puede entenderse como una fase del proceso biológico, pero en función del ciclo completo del organismo. Los seres humanos tienen dos tipos de edades: la cronológica y la biológica. En primer lugar la edad cronológica hace referencia a la cantidad de años que una persona estuvo viva, mientras que la edad biológica hace referencia a la edad que fisiológicamente tiene el cuerpo (UNAM, 1987). Bajo este contexto, en la actualidad con los diferentes y rápidos cambios sociales e investigativos que están ocurriendo a nivel global, algunos criterios que parecían estar totalmente asentados han pasado a tener un nuevo protagonismo, es el caso de la necesidad de técnicas precisas para la estimación de la edad, los cuales han ido en aumento significativamente debido a razones sociopolíticas o del entorno como procesos de identificación de menores, creciente número de cadáveres y restos humanos no identificados, conflictos bélicos, procesos migratorios y catástrofes naturales a nivel mundial.

En esta revisión narrativa se describen las características utilizadas para la estimación de la edad en los subadultos; igualmente, se describen los principales métodos que se han desarrollado, los cuales principalmente se basan en el proceso de desarrollo dental, que implica la formación, calcificación y erupción dental.

Se aborda teniendo en cuenta una línea de tiempo, los métodos de estimación de la edad dental que se encuentran en la literatura y que han sido utilizados no solo en la parte de identificación forense, sino también en el diagnóstico clínico. Estos han sido el punto de partida en la búsqueda bibliográfica de artículos de investigación publicados en la última década en dos importantes bases de datos.

Del total de artículos seleccionados, se realizó un ejercicio deductivo, que permitió establecer tópicos o unidades temáticas para el análisis de los artículos, a partir de los cuales se obtuvieron una serie de resultados los cuales se confrontaron en la discusión con referentes

investigativos desde lo teórico a lo aplicado. Finalmente se definieron algunas conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de las variables más representativas que se encontraron en la revisión, que pueden ser referentes en los procesos de estimación de la edad dental en subadultos en diferentes poblaciones a nivel mundial.

## 1. Planteamiento del Problema

En cuanto a la estimación de la edad en individuos vivos o edad en cadáveres, se puede hablar de dos tipos de edades diferentes: la cronológica y la biológica. En primer lugar, la edad cronológica hace referencia a la cantidad de años que ha vivido una persona desde su nacimiento (Aegerus, 2020). Mientras que la edad biológica hace referencia a la edad que fisiológicamente tiene el cuerpo, en la cual se tienen en cuenta muchos factores como; el estilo de vida, la dieta, el ejercicio y los hábitos, entre otros (UNAM, 1987). Esta edad depende del estado de unos biomarcadores que se comparan con modelos estandarizados, es decir, es el estado funcional del organismo en comparación con el que debería tener de acuerdo con la edad (Aegerus, 2020).

La estimación de la edad biológica o fisiológica se puede inferir por medio de variables correlacionadas con la edad cronológica, sin embargo, esta relación puede estar afectada por factores intrínsecos como los genes o el sexo, o extrínsecos como el ambiente, alimentación y patologías, lo que lleva a una gran variación entre las poblaciones (Desántolo & Inda, 2016).

Por esto es necesario realizar estudios poblaciones que permitan dar mayor precisión en la estimación de la edad biológica (Krenzer, 2006); y seleccionar los métodos según el desarrollo de los individuos y la disponibilidad de los elementos óseos para un análisis integral, en el caso de cadáveres (White, Black, & Folkens, 2012).

En cuanto a la estimación de la edad en los individuos subadultos, se han estudiado múltiples indicadores, en donde las estructuras dentales se encuentran como un método eficaz de estimación (Gonzalez, 2011).

La estimación de la edad en subadultos o en individuos que no hayan terminado su crecimiento se da mediante la mineralización o desarrollo de diferentes sistemas y puede ser estimada mediante la observación y análisis de caracteres sexuales secundarios; el desarrollo óseo

y o a través del análisis del desarrollo, calcificación y erupción dental (Schmeltinga, Geserick, Reisinger, & Olze, 2007).

Bajo este contexto, el grado de mineralización de los tejidos duros como lo huesos y los dientes, permite la conservación de partes del esqueleto después de la muerte, siendo ésta, fuente de información para áreas de la bioantropología, la osteología forense y la biología ósea (Desántolo & Inda, 2016). En consecuencia, la literatura describe diferentes mecanismos de análisis a partir de métodos microscópicos, como la histomorfometría o histología cuantitativa y macroscópica, como la morfoscópicas y morfométricas, las cuales consisten en la observación directa de indicadores sobre el material óseo y dental (Desántolo & Inda, 2016).

Para contextualizar este tema, se plantea realizar una revisión de la literatura sobre la estimación dental en subadultos; esto permitirá realizar una recopilación sobre los diferentes tópicos abordados en el tema, como los parámetros utilizados para la estimación de la edad dental, los parámetros externos que pueden producir alteraciones, ya sea por tipo de población, sexo u otros factores externos, las metodologías validadas, así como los métodos específicos para diferentes poblaciones. Esto permitirá proporcionar a los profesionales de Odontología, conceptos útiles en el área, que serán de utilidad en práctica profesional.

### **1.1. Pregunta de Investigación**

¿Cuál es el estado del arte actual de la estimación de la edad dental en individuos subadultos; sus parámetros de estimación, métodos, rangos de edad, muestra y sexo, origen de la población y la precisión de los métodos para estimar la edad dental, según la literatura científica?

## 1.2. Justificación

Este trabajo de grado se encuentra dentro de la línea de Antropología y Odontología Forense, la cual pertenece al grupo de Investigación en Salud Oral, de la Facultad de Odontología de la Universidad. Es un complemento a otros trabajos que se han hecho dentro del parámetro de estimación de edad para cadáveres y sujetos vivos.

La estimación de la edad en uno de los pasos en la identificación ya sea de individuos adultos y subadultos ya sea en restos óseos de personas desconocidas, donde las estructuras óseas y dentales, se convierten en elementos únicos que permiten determinar de manera confiable la identidad del sujeto (Tiol & González, 2018). E igualmente, para individuos en desarrollo, en algunos procesos legales, también es necesario estimar la edad, cuando no se tiene la certeza de la edad.

La estimación de la edad biológica también tiene interés para profesionales clínicos como Ortodoncistas y Odontopediatras, quienes deben conocer no solo la edad cronológica del niños sino también su edad biológica con el fin de detectar el punto de crecimiento del individuo para realizar los tratamientos preventivos o curativos que el niño necesite.

Por esto, se realizará una revisión bibliográfica actual sobre la estimación de la edad dental en subadultos, para observar las diferentes teorías y métodos de estimación que se encuentran en la literatura, abarcando conceptos y criterios de edad biológica y edad cronológica, así como sus indicadores, parámetros y variables métricas.

La estimación de la edad dental tiene una gran importancia, ya que se considera uno de los parámetros más fiables o con mayor precisión (González, 2011), en los individuos en desarrollo; por esto, es uno de los temas de mayor interés en el campo forense (Espina, Ortega, Barrios, Maldonado, & Fereira, 2007).

Esta revisión bibliográfica permitirá abarcar y articular todas aquellas teorías, investigaciones, factores y criterios asociadas a la estimación de la edad dental, los cuales son de interés para la comunidad académica y los profesionales del área de las ciencias de la salud, la Antropología y la Odontología forense. Servirá no solo como fuente de revisión e información para futuros proyectos de investigación, (González, Guerrero, & Gutiérrez, 2017).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Analizar la evidencia científica disponible sobre la estimación de la edad dental en subadultos en referencia a los parámetros, métodos de estimación, rango de edad, n de la muestra y el sexo de los individuos, origen de la población y la precisión del método.

### 3. Marco Teórico

#### 3.1 Generalidades de la Estimación de la Edad

El concepto de edad puede definirse como una etapa del proceso biológico, pero bajo un contexto del ciclo completo que tienen todos los organismos. Cuando hacemos referencia al ser humano, su edad puede estar determinada por diferentes dinámicas como son las de tipo biológico, genético, social, cultural y ambiental, debido al constante cambio que tienen todos los individuos (Vargas & Espinoza, 2013).

Fuentes (2014), refiere que la estimación de la edad de un individuo se estructura y se basa en la determinación y cuantificación de los diferentes sucesos que ocurren durante las fases de crecimiento y desarrollo, los cuales generalmente, presentan una secuencia constante. Igualmente todos los individuos transitan por una serie de estadios de maduración, donde de forma particular poseen una propia regularidad en su tiempo de crecimiento (Arciniega, Ballesteros, & Meléndez, 2013). En consecuencia, la determinación de la edad se fundamenta bajo la premisa de que en los individuos se producen una serie de cambios morfológicos los cuales poseen una progresión cronológica común (Garamendi & Landa, 2010).

La estimación de la edad de un individuo entonces es un componente importante de los diferentes procesos de identificación humana (Martin, 2005; Ubelaker & Khosrowshahi, 2019). En la actualidad existen métodos e indicadores que permiten ofrecer y reflejar la edad de las personas, en cuanto a la edad fisiológica los estudios se concentran en estudiar los diferentes cambios que se pueden producir en las etapas o fases del desarrollo de los individuos, así mismo y en sinergia también se analizan los procesos de varias patologías que causan desgaste en los tejidos (Tineo, Espina, Barrios, Ortega, & Ferreira, 2006).

El proceso de la estimación de la edad puede realizarse entonces mediante la evaluación de las diferentes características biológicas y sus particularidades, teniendo en cuenta que se deben

analizar indicadores de crecimiento para algunos individuos o de envejecimiento para otros (Séguy, Courgeau, Caussin, & Buchet, 2019). Así mismo la estimación se puede fundamentar en el estudio de algunos biomarcadores, los cuales pueden modular y ser predictores de la edad biológica (Jylhävä, Pedersen, & Hägg, 2017).

Bajo este contexto la estimación de la edad biológica puede considerar características que muestren una tendencia constante a pesar de las diferentes influencias expuestas, por ejemplo, se pueden considerar los indicadores de maduración sexual, el desarrollo esquelético y las de la dentición (Gómez, y otros, 2013).

### **3.2 Estimación de la Edad dental en subadultos**

En primer lugar, se hace necesario definir a que corresponde el concepto de sujetos subadultos; este término hace referencia a aquellos individuos que aún no están completamente desarrollados, es decir que se encuentran aún en etapas o estadios de maduración constante (Fuentes R; 2014), también hace referencia al crecimiento humano y a sus diferentes procesos de maduración, hasta llegar a la adultez (Dasgupta & Hauspie, 2013).

Los subadultos en consecuencia atraviesan por tres periodos importantes de desarrollo; la primera infancia, etapa en la que se mantiene la velocidad en el crecimiento del organismo y en la cual se puede observar erupción de la dentición decidua, la segunda infancia caracterizada por un crecimiento lento pero constante, en este periodo finaliza el desarrollo del cerebro y a nivel dental se pueden observar la erupción de los primeros dientes permanentes y finalmente un tercer periodo llamado empuje puberal caracterizado por una aceleración del crecimiento y en la cual se produce el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y finaliza la erupción de todos los dientes permanentes (Cusminsky, Lejarraga, Mercer, Martell, & Fescina, 1993)

#### **3.2.1 Escenarios de la Estimación de la edad dental en subadultos vivos**

A partir de las diferentes tipologías de la estimación de la edad, la literatura destaca como los diferentes procesos de estimación de la edad en individuos o sujetos vivos, ha tenido un alto nivel de interés en las últimas décadas, no solo por su impacto jurídico legal sino también por las implicaciones éticas y culturales (Lopez, 2012). Es el caso de aquellos individuos que no portan documentos de identificación válidos y confiables y que en consecuencia no se puede determinar de manera exacta su edad, haciéndose necesario entonces con mayor frecuencia la participación de las ciencias forenses para estos procesos legales (Prieto & Abenza, 1998). Por ejemplo, los casos de infantes abandonados y habitantes de calle sin identificación, entre otros eventos que exigen de la estimación de la edad como mecanismo para poder garantizar sus derechos (Ritz, Cattaneo, Waite, & Kaatsh, 2000)

Estas estimaciones de la edad dental en sujetos vivos suelen utilizarse entonces con mayor frecuencia a nivel global, no solo en casos judiciales, sino también en procesos adopción, individuos refugiados, donde los sujetos no saben su edad, o sus documentos de identificación no permiten de manera acertada su determinación o simplemente porque no cuentan con estos documentos en su poder (Black, Aggrawal, & Payne-James, 2010).

Es así que en los países miembros del consejo de Europa la determinación de la edad dental en individuos indocumentados se ha convertido en método forense eficaz por parte de las autoridades judiciales, ya que es una variable primordial en los estudios de identificación de inmigrantes ilegales, evento que ha aumentado en las últimas décadas en este continente y que exige el garantizar en muchos de los casos la adecuada cobertura del derecho internacional humanitario (Garamendi & Landa, 2003)

Por tal motivo la mayoría de las investigaciones realizadas a nivel internacional asociadas con conflictos internos que afectan las políticas de frontera entre los países por los fenómenos de inmigración e inclusive por la trata de personas, están basadas en los procesos de regulación e

identificación, en donde la determinación de la edad permite en aquellos casos donde se involucra delitos contra la vida e integridad física e inclusive de lesa humanidad, ser un hallazgo determinante para el tipo de condena según el país y sus políticas judiciales (Schaefer, Geske, & Cunningham, 2017). En consecuencia, estos eventos adquieren un especial manejo debido a cuestiones morales y a los diferentes derechos de los individuos o sujetos a estudiar, en especial asociados a los menores de edad (Jiménez & Quirós, 2017).

Bajo este contexto se hace necesario entonces que los estudios y análisis de estimación de la edad sean conformados por grupos multidisciplinarios, por la dificultad en los diferentes procesos de investigación, no solo con la participación de profesionales médicos y del área antropológica, sino también con recurso humano idóneo de las áreas de la odontología forense (Fuentes R; 2014)

La estimación de la edad en sujetos vivos subadultos no solo trasciende el entorno político y legal sino también es un factor importante en otros campos profesionales, por ejemplo en el campo del deporte profesional, donde se hace necesario realizar este tipo de evaluaciones en especial para jóvenes jugadores de fútbol para la FIFA, los cuales requieren de un monitoreo fiable de los respectivos rangos de edad en las categorías definidas para la realización de sus diferentes torneos (Schmidt, Vieth, Timme, Dvorak, & Schmeling, 2015).

En consecuencia, la estimación de la edad en individuos subadultos vivos se basa principalmente en métodos no invasivos, los cuales son generalmente aceptados como los mecanismos más confiables para estimar la edad (Meinl, 2007). Destacándose los análisis y métodos que se realizan a partir de estudios radiográficos, por su mayor fiabilidad y menor grado de invasión (Garamendi & Landa, 2003).

Estas tecnologías (los rayos X y la tomografía computarizada), son medios de apoyo diagnóstico que en la actualidad están siendo utilizados en investigaciones para garantizar la determinación de la edad dental tanto para individuos vivos como en cadáveres y en casos

particulares son especialmente utilizados para la estimación en poblaciones jóvenes o infantiles (Schaefer, Geske, & Cunningham, 2017). Es decir que complementa las evaluaciones asociadas a los caracteres sexuales secundarios y a los diferentes indicadores antropométricos de los individuos, ya que la evaluación radiográfica en los diferentes procesos de maduración esquelética, permite un reconocimiento de aquellos desórdenes del crecimiento y desarrollo que pueden de forma directa incidir en la determinación de la edad. (Prieto, Barbería, Ortega, & Magaña, 2005)

Las tecnologías adicionales, como el nuevo método ayudado por computador usado con tomografía computarizada multidetectora (MDCT), son propuestas innovadoras ya que pueden producir una serie de cortes finos en diferentes partes del organismo, creando imágenes en tercera dimensión y mediciones osteológicas, mostrando resultados útiles en aquellos eventos en donde no se puede extirpar el tejido blando (Schaefer, Geske, & Cunningham, 2017).

A partir de los anteriores escenarios, casos y métodos descritos de estimación de la edad dental en subadultos, muchos países han utilizado los métodos integrales recomendados por el grupo para diagnóstico de la edad de la Asociación Alemana de Medicina Forense, el cual a groso modo se basan en criterios específicos de evaluaciones físicas y características de maduración sexual y en especial a partir de exámenes de valoración del desarrollo dental (Schmeling, y otros, 2008).

### **3.2.2 Escenarios de la Estimación de la edad dental en subadultos en Restos Humanos**

En la actualidad con los diferentes cambios socio políticos, investigativos y metodológicos que están ocurriendo a nivel global, algunos criterios como la estimación de la edad dental han pasado a tener un nuevo protagonismo, es el caso de la necesidad de técnicas precisas para la determinación de la edad en restos humanos los cuales han ido en aumento a nivel internacional debido en especial a razones relacionadas con individuos desaparecidos (Grant, Muñoz, & Lopez, 2015).

Razón por la cual se ha experimentado una mayor tendencia en el número de cadáveres y restos humanos no identificados, sin estadísticas o datos fiables en algunas comunidades, debido a la gran cantidad de conflictos bélicos y catástrofes naturales nivel mundial (Ritz, Cattaneo, Waite, & Kaatsh, 2000). También por las diferentes acciones de grupos terroristas o al margen de la ley y contextos de violencia que han aumentado los índices de homicidios y en consecuencia han elevado las cifras de cadáveres no identificados (Vilcapoma, 2012). La determinación de la edad dental en cadáveres se constituye entonces en un mecanismo principal de información para los procedimientos cotidianos de identificación a nivel mundial (Willems, 2001)

En consecuencia, la determinación de la edad en restos óseos o humanos es un factor crítico en el proceso la identificación y creación de los perfiles biológicos que luego serán comparados con las bases de datos de los sujetos o individuos desaparecidos. (Cunha, y otros, 2009)

Bajo este escenario la falta de la identificación en los cadáveres afecta seriamente los procesos de judicialización, ya que en algunos escenarios el comparar los restos humanos no identificados con el dato de miles de sujetos subadultos desaparecidos, se convierte en una labor exhaustiva, en donde la determinación de la edad juega un papel primordial para estos procesos de detección (Ritz, Cattaneo, Waite, & Kaatsh, 2000).

En un contexto local, la determinación o estimación de la edad en Colombia, al igual que en el resto del mundo ha cobrado gran interés para la comunidad científica y forense en un contexto legal y político asociado a la violación de los derechos humanos y al derecho internacional humanitario por el conflicto armado interno que ha dejado en el país una innumerable cantidad de fosas comunes con restos óseos posiblemente de personas que fueron reclutadas por grupos al margen de la ley o que hicieron parte del conflicto, ya sea como combatientes o ejecutados

extrajudicialmente, situación por la cual se ha dificultado los procesos de identificación tanto en niños como en jóvenes (Restrepo, Rojas, & Saade, 2017)

Acusa de los anteriores eventos, las técnicas de la estimación de la edad en cadáveres han tenido que enfrentar a una serie de dificultades asociadas a la cantidad de estructuras disponibles o esqueletos incompletos, en mal estado o putrefactos que no permiten definir de manera directa el método de estimación de la edad (Grant, Muñoz, & Lopez, 2015). En referencia a esos cadáveres o restos esqueléticos deteriorados por múltiples factores (tiempo, ambiente, efecto de fuego, mutilaciones entre otros), los investigadores refieren que el estudio de las estructuras dentales en sinergia con pruebas biológicas y genéticas, son mecanismos de investigación que pueden permitir la estimación de la edad que tenían los sujetos en el momento de su defunción (Gómez, Perea, Sánchez, & Labajo, 2006). Por lo tanto, la estimación de la edad en restos humanos implica el análisis exhaustivo de una gran variedad de rasgos morfológicos que se identifican durante los diferentes estadios de formación, maduración y consolidación del tejido óseo y en especial del dental (Desántolo & Inda, 2016).

Bajo este contexto varios autores definen que la precisión o exactitud de los mecanismos de determinación de la edad dental en cadáveres, son un asunto de gran discusión en la comunidad científica forense, ya que participan numerosos factores relacionados al proceso de estimación de la edad (Barrientos & Heureux, 2001). Por tal motivo las ciencias forenses actualmente utilizan mecanismos para caracterizar los rasgos más contundentes que están relacionados con la estimación de la edad dental, sin embargo, existen indicadores que no están directamente asociados con una edad específica, sino con una fase o etapa del crecimiento, los cuales permiten ratificar y confirmar los resultados de un proceso de estimación frente a indicadores de corte tradicional (Hartnett-McCann, Fulginiti, & Seidel, 2017). Es así que se convierte en un aspecto irrelevante los mecanismos de preservación de los cuerpos jóvenes, ya que la mayoría de los

métodos radiográficos o las técnicas macroscópicas de determinación de la edad se basan en casi una misma lógica, a partir de los procesos de erupción, desarrollo y mineralización dental (Cunha, y otros, 2009).

### **3.3 Estimación de la Edad en individuos subadultos**

La estimación de la edad se puede realizar por una serie de evaluación de ciertas características que pueden ser:

- Estimación a partir de la edad biológica, la cual hace relación a la constitución física y características biofisiológicas de los individuos (Dietrich, et al, 2004; Jylhävä, Pedersen, & Hägg, 2017).
- Estimación de la edad a partir de los signos de maduración de caracteres sexuales secundarios (Dabas & Sharma, 2014)
- Estimación de la edad del esqueleto o maduración esquelética, la cual tiene en cuenta el ritmo de desarrollo de las diferentes estructuras óseas. (Ubelaker & Khosrowshahi, 2019)
- Finalmente, la estimación a partir de los registros de la edad dental, en donde se describen los procesos de desarrollo, calcificación y erupción de los diferentes elementos dentales, destacando como este tipo de técnicas se desarrollan a partir de los cambios subsecuentes de las estructuras a través del tiempo (Toledo & Otaño, 2011).

#### **3.3.1 Estimación de la Edad Biológica**

Bajo este contexto la estimación de la edad biológica se sustenta en la cantidad de indicadores biológicos obtenidos en las diferentes etapas o estadios que se encuentran los individuos con el fin de que los resultados obtenidos demuestren datos y rangos de edad más seguros, teniendo en cuenta que la disminución de la precisión de la edad estimada es directamente proporcional a la velocidad con que se producen los cambios físicos (Rissech, 2008).

Los cambios biológicos o físicos en los individuos se dan en los diferentes momentos de su línea de la vida, iniciando por la gestación o etapa prenatal, pasando por la niñez y la adolescencia, para terminar en la adultez y la vejez (Mansilla, 2000).

La etapa prenatal inicia con el proceso de la fecundación, mitosis celular y la conformación del embrión, posteriormente durante la semana 8 a 10 del embarazo ocurren grandes cambios de crecimiento donde se forman las estructuras corporales básicas del ser humano pasando a la conformación del feto, este desarrollo sigue constante pasando por la formación de órganos fundamentales para la supervivencia y la emisión de señales hormonales que finalmente ayudan a la conformación de huesos, tendones, sistema circulatorio entre otros (Wild, 2011).

El estadio de la niñez es uno de los periodos con mayor importancia en la edad biológica de los individuos, dado por su alta velocidad en el crecimiento de sistemas y órganos, en particular a nivel del sistema nervioso central, destacándose la multiplicidad de interacciones que surgen a nivel genético y fisiológico durante esta etapa de desarrollo (Irwin, Siddiqi, & Hertzman, 2007)

Continuando con los diferentes estadios o etapas de la vida por la que atraviesan las personas, se destaca la pubertad o adolescencia temprana como aquella etapa del crecimiento y desarrollo en la cual los niños o niñas pasan por uno de los estadios de mayor capacidad de cambio que les permite llegar a la etapa adulta, desarrollando una serie de características biológicas importantes como es su capacidad de reproducción (Bernal & Arias, 2007). Esta característica fundamental del desarrollo ocurre como consecuencia de los cambios en las características neuroendocrinas de los individuos en pubertad a partir de la estimulación del hipotálamo, y de las glándulas pituitaria y gonadales, las cuales promueven el desarrollo de los órganos sexuales y el aumento de la velocidad del crecimiento (Sepulveda & Mericq, 2011). Estas transformaciones físicas ocurridas durante este estadio se pueden precisar a partir de cambios biológicos específicos, es decir con el inicio del periodo menstrual en las mujeres y la primera

emisión seminal en los hombres, así mismo a partir de los cambios anatómicos y estructurales asociados al aumento de la masa muscular y ósea y el correspondiente desarrollo de los caracteres sexuales secundarios (Lillo, 2004).

### **3.3.2 Estimación de la Edad a Partir de la Maduración de Caracteres Sexuales Secundarios.**

Los caracteres sexuales secundarios se expresan en los individuos en una serie de etapas específicas de su crecimiento y desarrollo, permitiendo estimar su edad a partir de diferentes cambios físicos, en los hombres evaluando el tamaño del pene, aumento de la aureola del pezón, de la aparición del vello axilar, púbico y facial y cambios en la voz asociados al del crecimiento de la laringe y en las mujeres a partir del crecimiento de las mamas, del vello axilar y púbico y un cambio gutural en la voz los cuales permiten este proceso de estimación (Ferreira, Castro, & Priore, 2006)

En cuanto a la estimación de la edad a partir de los signos de maduración de caracteres sexuales secundarios, los cuales aparecen indeterminadamente en un orden constante, se puede valorar y comparar de forma equilibrada varios procedimientos y metodologías dirigidas a las distintas fases de maduración (Dietrich, Jürgen, Christine, & Klaus, 2004). Sin embargo, para la valoración de este tipo de caracteres se utiliza en gran medida a nivel internacional el método o la escala de Tanner, la cual permite medir en genitales, mama y vello púbico de niñas, niños y jóvenes los diferentes cambios físicos que se pueden presentar, teniendo en cuenta un criterio primordial como es el sexo de los individuos y una valoración a partir de diferentes estadios (Jimenez & Quirós, 2017).

Bajo este contexto en las mujeres los cambios en las mamas o senos y vello púbico, se clasifica en 5 estadios de desarrollo, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en mujeres.*

<b>Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en mujeres.</b>	
<b>Etapas del seno</b>	<b>Etapas del vello púbico</b>
Elevación de la papila solamente.	Sin presencia de vello púbico.
Agrandamiento del diámetro de la areola	Crecimiento ligero, a lo largo de los labios vaginales, vello liso o ligeramente rizado.
Crecimiento de la mama y areola, con contornos definidos.	Vello más grueso, oscuro y rizado, el cual se extiende ligeramente sobre la unión del pubis.
Proyección de montículo de areola y papila que sobresale del nivel del seno.	Vello con aspecto a un adulto, sin embargo, no hay distribución a la superficie media de los muslos.
Proyección únicamente de la papila	Vello en cantidad y tipo adulto, con distribución como triangulo inverso, extendido a la superficie media de los muslos.

Nota. Elaboración propia tomada de Marshall y Tanner (1969).

Así mismo en los hombres también se evalúan los cambios en los genitales y vello púbico, como se describe en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en hombres.*

<b>Desarrollo de los caracteres sexuales secundarios en mujeres.</b>	
<b>Etapas de los genitales</b>	<b>Etapas del vello púbico</b>
El tamaño de testículo, escroto y pene son aproximadamente del mismo tamaño en relación del principio de la infancia.	No hay presencia de vello púbico.
Crecimiento de escroto y testículos con un cambio en la textura de la piel con enrojecimiento del escroto.	Vello en la base del pene, escaso, claro, liso y ligeramente rizado.
Crecimiento del pene en longitud y con cierta proporción en amplitud, también crecimiento de testículos y escroto.	Vello más oscuro, grueso y rizado, extensión ligera hasta el pubis.
Aumento proporcional de pene en longitud y anchura, con desarrollo del glande y oscurecimiento de la piel del escroto.	Vello con aspecto a un adulto, sin embargo, no hay distribución a la superficie media de los muslos.
Se alcanza el tamaño y forma de genitales adultos.	Vello en cantidad y tipo adulto con distribución como triangulo inverso, extendido a la superficie media de los muslos.

Nota. Elaboración propia tomada de Marshall y Tanner (1970)

En contraste los diferentes factores de maduración de caracteres sexuales secundarios, en algunos estudios no son totalmente eficaces como técnica en la determinación de la edad, sin embargo, sus análisis son pertinentes en cuanto que reflejan una descripción detallada de las características físicas de los individuos, permitiendo a la vez identificar algunas variables patológicas que en algunos casos podrían ser responsables de retardos en los estados de maduración (Garamendi & Landa, 2003).

Anudado a lo anterior Jiménez y Quirós (2017), también definen como este método permite generar una serie de datos sobre las diferentes o posibles enfermedades que pueden promover una maduración ósea precoz y destaca la importancia de no utilizar solo una técnica como la única metodología para la estimación de la edad, por el carácter subjetivo observacional que pueden tener los diferentes investigadores. Así mismo, se destaca como los mecanismos de maduración que promueven el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios no son una variable correlacional con los procesos de osificación esquelética en estos individuos (Marshall, 1974).

### ***3.3.3 Estimación de la Edad Ósea o Esquelética***

La determinación de la edad ósea o esquelética en los individuos se puede describir a partir de los eventos ocurridos en los diferentes periodos o estadios de maduración. Entendiéndose como el grado de desarrollo de osificación de los huesos durante determinados periodos de tiempo (Bernal & Arias, 2007) Varios expertos definen en la literatura que el nivel de veracidad en la estimación de la edad ósea está directamente relacionado con las estructuras esqueléticas y grupos de edad disponibles incluyendo la metodología aplicada para el análisis (Desántolo & Inda, 2016). Anudado a lo anterior Rodríguez (2010), refiere como hoy en día los métodos para la estimación de la edad ósea son diversos y como existe bastante información sobre los procesos de maduración esquelética. Del mismo modo Ubelaker y Khosrowshahi (2019) describen la

importancia de las técnicas para evaluar la edad a partir de estructuras óseas, haciendo un análisis comparativo entre propuestas antiguas o clásicas y metodologías recientes.

Una de las técnicas descritas en la literatura es la estimación de la edad a partir del recuento de osteonas, las cual se define como aquella estructura funcional del hueso compacto, que está compuesta por una serie de laminillas definidas por fibras colágenas y concéntricas a los conductos de Havers, en consecuencia una osteona joven histológicamente es vista como una estructura cilíndrica completa, mientras que una osteona antigua al ser remodelada se observa incompleta en su estructura (Geneser, 2008).

Las osteonas primarias se definen como aquellos canales conformados por vasos sanguíneos que están rodeados de laminillas concéntricas, mientras que las osteonas secundarias son aquellas que se forman posterior a la resorción de una estructura ósea, en los individuos jóvenes el proceso de remodelación se caracteriza por la formación de osteonas drifting u osteonas de deriva que presentan cierta alineación y que son utilizadas histológicamente en los estudios de estimación de la edad (Cuenca, 2011)

Así mismo varios autores definen como se pueden reconocer de forma sencilla las variaciones y modificaciones morfológicas de los centros de osificación en las diferentes fases de maduración que sufren las estructuras óseas y de la similitud de estos procesos en diferentes individuos (Krailassiri, Anuwongnukroh, & Dechkunakorn, 2002). Este método de estimación utiliza entonces indicadores basados en el proceso de estructuración del núcleo óseo, la fusión de componentes de la epífisis y mediciones de varias estructuras óseas, incluyendo las cartilaginosas (Portero, Azahara, Trujillo, & J, 2016)

Este proceso se puede describir de la siguiente forma; inicialmente con la formación de un núcleo óseo primario, el cual sufre diferentes cambios de remodelación ósea, que se reflejan en la formación de las epífisis, las cuales en un futuro sufren un proceso de fusión al cuerpo del hueso,

teniendo como característica principal un comportamiento netamente independiente al compararlo con la edad cronológica (Peinado, Garzón, & Cárdenas, 2009).

En consecuencia, este tipo de estimación utiliza en especial técnicas de comparación radiográficas a partir de estándares definidos para cada sexo y edad, y de la determinación de la cantidad y tamaño de los diversos centros secundarios de osificación en las epífisis (Ceglia, 2005). Así mismo varios autores refieren, que los métodos o técnicas más utilizados y efectivos para determinar o estimar la edad ósea son los que se realizan a través del análisis de radiografías de las vértebras cervicales, la mano y la muñeca (Zurita & Fuentes, 2009).

En suma, Vilcapona (2012) refiere en su investigación la necesidad de encontrar metodologías más precisas para la estimación de la edad a partir de estructuras óseas, ya que actualmente las técnicas utilizadas están muy enfocadas en rangos de edad muy extensos, sugiriendo a la vez que no hay suficiente evidencia de investigaciones para este tipo de estimación en individuos mayores de 45 años.

#### ***3.3.4 Estimación de la edad dental a partir del ácido aspártico***

Otro tipo de parámetro que se puede utilizar en los procesos de estimación de la edad en subadultos, es a partir del análisis de procesos químicos que ocurren con la edad, destacando que este tipo de parámetros no son tan susceptibles a variaciones entre individuos. La racemización de aminoácidos es una técnica de estimación de la edad química que se ha adoptado con éxito en la investigación forense y consiste en un cambio que ocurre en los aminoácidos durante la vida. Es decir, los aminoácidos de los individuos pueden existir como isómero L o D, que son imágenes especulares no superponibles entre sí. Es así, que las proteínas del cuerpo humano se forman inicialmente con aminoácidos en la forma L, pero como esta situación es termodinámicamente inestable, en las proteínas que no son transformadas por el cuerpo, los aminoácidos pueden sufrir

una racemización in vivo para finalmente formar una mezcla de equilibrio de L - y D-aminoácidos (Ohtani, iTO, Arany, & Yamamoto, 2005).

En consecuencia, la reacción de racemización depende en gran medida de la temperatura, por lo que en ambientes templados la racemización se ralentiza significativamente después de la muerte si un individuo es enterrado poco después de su defunción. Como resultado, se debe producir poca racemización en intervalos post-mortem cortos de hasta unas pocas décadas, lo que permite determinar la edad al morir a partir de las proporciones relativas de L- y D-aminoácidos en proteínas que se formaron temprano en el desarrollo y que no han sufrido recambio bioquímico durante la vida. La estimación de la edad a partir de los aminoácidos puede utilizarse en diferentes tipos de tejidos, sin embargo, se aplica más comúnmente a los tejidos dentales (dentina y el esmalte) debido a su formación temprana en la vida de un individuo. Es así que el grado de racemización del ácido aspártico en la fracción soluble del esmalte es útil en la estimación de la edad forense de restos de subadultos, sus análisis de racemización se realizan en fracciones de proteínas del esmalte, mediante técnicas microscópicas en algunos casos complejas (Ohtani, iTO, Arany, & Yamamoto, 2005).

### **3.3.5 Estimación de la Edad Dental**

El interés por los procesos de desarrollo dental como indicador de la edad comenzó hace más de un siglo (Espinoza, 2016). Inicialmente, los estudios se fundamentaron en la erupción de los dientes como mecanismo de estimación de la edad (Foti, Lalys, Adalian, Giustiniani, & Maczel, 2003), encontrando que la edad dental en las primeras etapas de desarrollo tiene un mayor grado de precisión (Gómez, y otros, 2013).

Bajo este contexto se iniciaron una serie de estudios para la estimación de la edad dental que se basaron en los procesos clínicos de erupción de los dientes a partir de la observación, sin embargo se encontró que estos métodos no eran muy confiables por la pérdida prematura de los

dientes deciduos, que podría darse por infecciones o traumatismos, lo que conlleva a que se buscarán otros métodos de evaluación de los diferentes estadios de mineralización dental (Cattel, 1928).

Las investigaciones posteriores se fundamentaron en el proceso de maduración dental a partir de la formación y calcificación de las estructuras dentales y en consecuencia en el uso de las radiografías como mecanismo de evaluación (Hägg & Taranger, 1982)

Inicialmente en 1941 Schour and Massler, proponen un primer método basado en el desarrollo de los dientes deciduos y permanentes, describiendo 21 estándares cronológicos a partir de la evaluación radiográfica de las diferentes etapas de calcificación dental (Panchbhai, 2011). Anudado a lo anterior surgen una serie de métodos radiográficos para evaluar la maduración dental, destacándose por ejemplo los métodos de Nolla en 1960 y Moorres y colaboradores en 1963, el primero utilizando 11 estadios para dividir el desarrollo de las estructuras dentales, mientras que el segundo se sustenta en estadios de maduración en la corona y raíz dental y sus correspondientes características estructurales en cuanto a si son uni o multirradiculares (Martinez & Ortega, 2017). Así mismo aparece uno de los métodos radiográficos más conocidos e importantes en la literatura como es el propuesto por Demirjian y colaboradores( 1973), donde describen patrones de maduración dental a partir de 8 estadios de mineralización distintivos, utilizando radiografías panorámicas en subadultos de origen franco canadiense y basándose en las investigaciones de Tanner para estimar la edad cronológica, con el fin de determinar un valor de madurez dental (Demirjian, Goldstein, & Tanner, 1973)

En Ubelaker (1999), estableció un método basado en los estudios investigativos de Schour and Massler, mediante la adaptación de una serie de estadios para determinar la edad dental tanto en subadultos como en adultos, clasificando los primeros estadios en etapas prenatales, para luego darle continuidad a estadios basados en dientes temporales y permanentes (Ubelaker D; 2018).

Más adelante Willems y Cols (2001), modifican los valores ponderados que definió Demirjian y buscaron simplificar este método mediante la asignación de datos y variables que al sumarse permiten la estimación de la edad dental (Willems, VanOlmen, Spiessens, & Carels, 2001).

Surge entonces para el año 2006, una propuesta metodológica por parte de Cameriere et al, donde describe una técnica de estimación de la edad dental basada en mediciones en la relación entre el ancho del ápice abierto y el largo de los dientes (Cameriere, Ferrante, & Cingolani, Age estimation in children by measurement of open apices in teeth, 2006). Mientras que AlQahtani (2010), diseña un método para estimar la edad basado en el desarrollo de los dientes y su proceso de erupción alveolar a partir de un atlas integrado que parte de la vida intrauterina hasta los 23 años (AlQahtani, Hector, & Liversidge, Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption, 2010).

Bajo todo este contexto y desarrollo de investigaciones y metodologías para la estimación de la edad dental, Ubelaker y Khosrowshahi (2019), refieren que las técnicas de análisis de estimación de la edad y desarrollo dental, aparte de ser uno de los métodos más precisos para la estimación de la edad dental, deben considerar también variables asociadas como la población objeto, el sexo y los estándares locales de evaluación. Argumento que refuerzan varios autores al destacar que durante las etapas de crecimiento de los individuos, el grado de desarrollo dental es un indicador transversal de los procesos de estimación de la edad (Schmeling, Geserick, Reisinger, & Olze, 2007).

En contraste la edad dental es descrita como un indicador confiable, ya que sus niveles de mineralización alcanzados durante las etapas de desarrollo se describen con menos alteración en comparación con otros procesos de maduración corporal (Martinez & Ortega, 2017).

Finalmente, al analizar cronológicamente algunos de los métodos para la determinación de la edad dental se hace necesario tener una visión cronológica y general de todos los sistemas de

evaluación (ver tabla 3), en donde las estructuras dentales juegan un papel determinante en la información aportada, no solo por alta confiabilidad sino por sus características de accesibilidad, sin embargo esta técnica debe ser manejada por profesionales idóneos que conozcan a profundidad el desarrollo dental y su correspondiente morfología, ya que una evaluación incorrecta asociada a la calidad de las muestras o tipología de los dientes pueden promover hallazgos erróneos (Ubelaker D. , 2018).

**Tabla 3.**

*Métodos reportados en la literatura para la estimación de la edad dental en subadultos.*

<b>Métodos</b>	<b>Año</b>	<b>Referencia Bibliográfica</b>
Schour and Massler	1941	Schour I, Massler M. The development of the human dentition. JADA. 1941; 28:1153-60
Nolla	1960	Nolla CM. The development of the permanent teeth. J Dent Child. 1960; 27: 254-266.
Moorrees	1963	Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. J Dent Res. 1963; 42 (6): 1490-1502.
Demirjian	1973	Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Ann Hum Biol. 1973; 45:211- 27
Ubelaker	1999	D. Ubelaker. Human Skeletal Remains. 3 ed. Washington: Taraxacum; 1999. 172
Willems	2001	G. Willems, A. Van Olmen, B. Spiessens, C. Carels, Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited, J. Forensic Sci. 46 (4) (2001) 893–895.
Cameriere	2006	R. Cameriere, L. Ferrante, M. Cingolani, Age estimation in children by measurement of open apices in teeth, Int. J. Legal Med. 120 (1) (2006) 49–52.
AlQahtani	2010	S.J. AlQahtani, M.P. Hector, and H.M. Liversidge Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption. AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY 142:481–490 (2010)

Nota. Elaboración propia.

### **3.3.5.1 Metodo de Schour and Massler.**

Este método se estructuró teniendo en cuenta las dinámicas de crecimiento del esmalte y la dentina, en donde los investigadores realizaron a partir de la elaboración de unas tablas de desarrollo dental tipo atlas de diagramas, establecer procesos de estimación de la edad estudiando

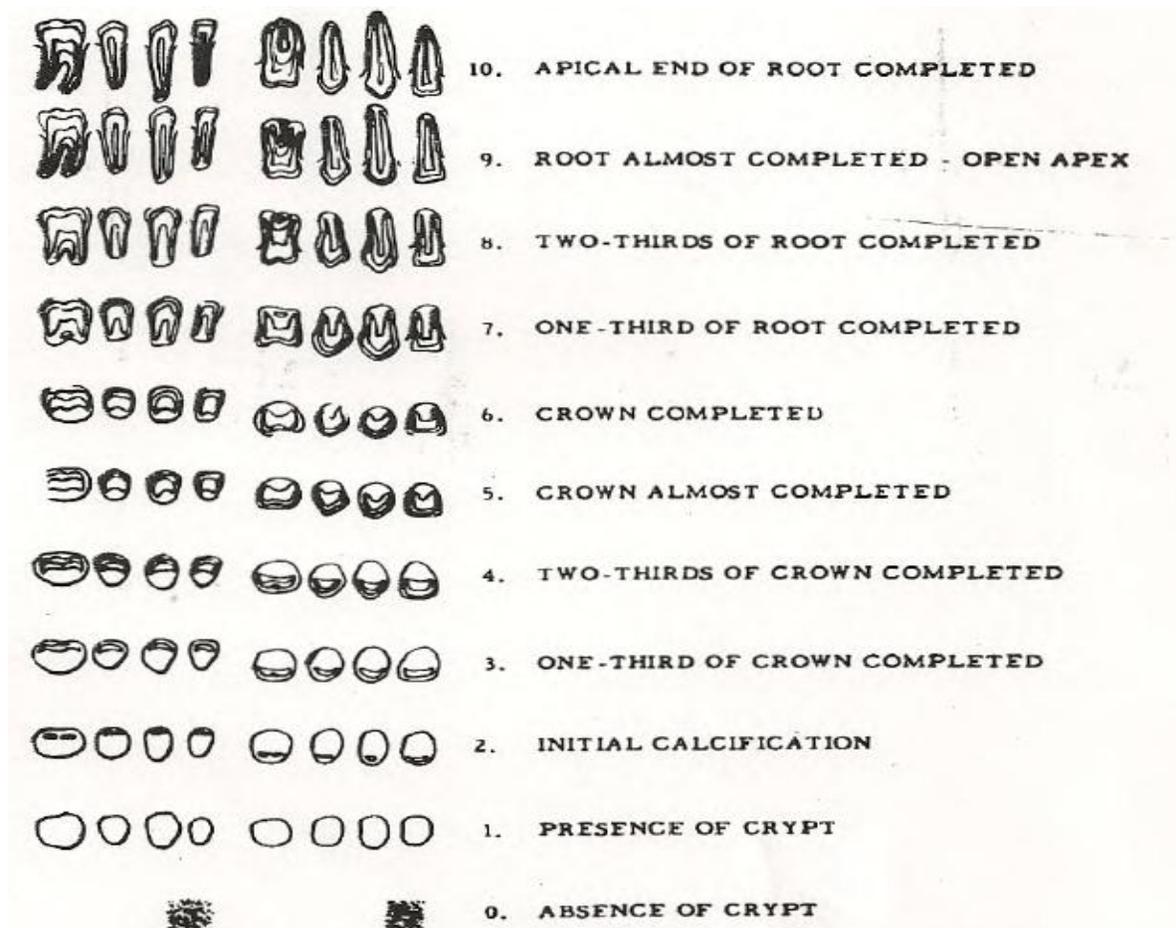
los mecanismos de desarrollo de los dientes deciduos y permanentes mediante la descripción de 21 pasos o etapas cronológicas que inician desde los 4 meses hasta los 21 años de edad, en donde los datos se comparan radiográficamente en relación a las etapas de calcificación de los dientes (Blenkin & Taylor, 2012)

#### **3.3.5.2 Metodo de Nolla.**

Este método está basado en la tesis de que el desarrollo de la dentición está directamente relacionado con algunos estadios de crecimiento y desarrollo de los jóvenes, en donde uno de los objetivos principales de la investigación fue el construir una serie de tablas e infografías que pudieran demostrar el desarrollo promedio de los dientes de manera individual para niños y niñas y su interpretación por un método de unidades de edad que se traduce en 11 etapas que van del número 0 al número 10 (Figura 1) y que utiliza la observación radiográfica como mecanismo de análisis, consiste básicamente en la selección de un cuadrante, puede ser el maxilar superior o el maxilar inferior o la utilización de los dos, con el fin de asignarle a cada uno de los dientes un estadio con su correspondiente variable cuantitativa y de esta forma obtener un valor final de la sumatoria realizada, el cual se compara con tablas de referencia para cada sexo y que finalmente corresponde a la estimación de la edad (Nolla, 1960).

#### **Figura 1.**

*Etapas de desarrollo de los dientes mandibulares y maxilares.*



Nota. Adoptado de "The development of the permanent teeth" (p.256), por C.Nolla, 1960, *J Dent Child*, 27.

Los resultados de esta investigación dan a conocer la formulación de una escala detalla de crecimiento y edad a partir del desarrollo de cada diente, como un mecanismo fácil de aplicación clínica y concluye que para cada uno de los dientes el tipo de crecimiento en promedio es el mismo y que las tasas de crecimiento y desarrollo en hombres y mujeres no presentan diferencias significativas (Nolla, 1960).

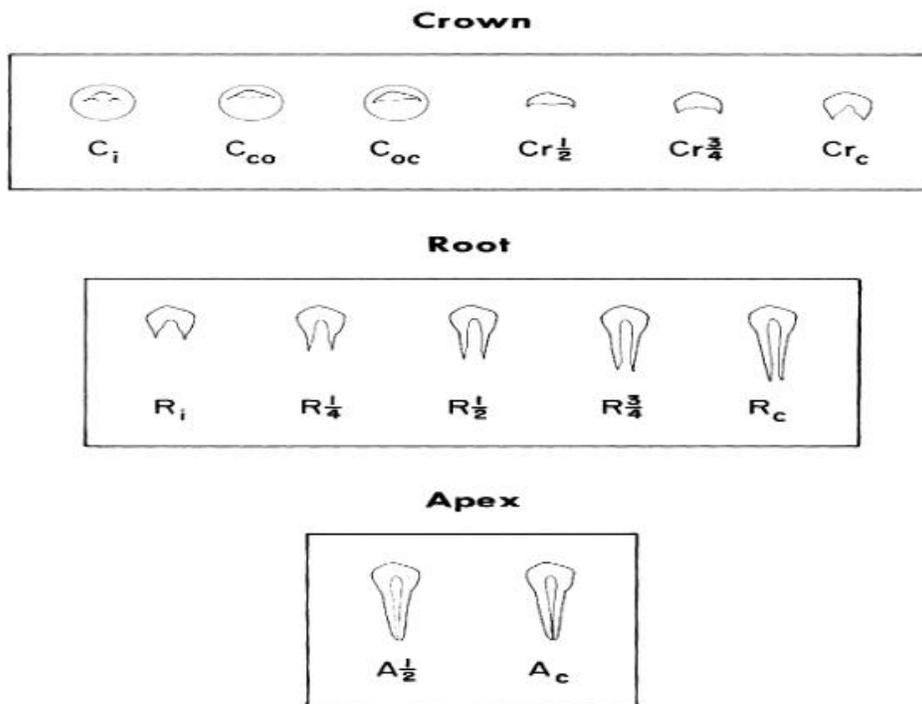
### 3.3.5.3 Método de Moorrees.

El método de Moorrees se sustentó en la inspección de radiografías y la calificación de una serie de estadios consecutivos de maduración corono radicular, para piezas dentales uniradiculares (figura 2) y multiradiculares (figura 3) y consiste básicamente en escoger el estadio seleccionado

mediante las infografías expuestas de un diente o un grupo de dientes en particular en los cuales se promedia las edades correspondientes según los estadios asignados y de esta forma conocer la estimación de la edad (Moorrees, Fanning, & Hunt, 1963)

**Figura 2.**

*Estadios de formación dentaria para evaluar el desarrollo de dientes unirradiculares.*



Nota. Adoptado de "Age variation of formation stages for ten permanent teeth" (p.1492), por C.

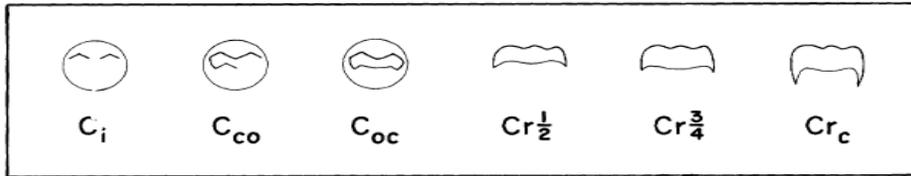
Moorrees; E. Fanning y E. Hunt. 1963. *J Dent Res*, 42(6).

Para este proceso se utilizaron una serie de convenciones con el objetivo de determinar cada uno de los estadios como se muestra en la tabla 4 y permitir de esta forma un análisis más práctico en el proceso del análisis cuantitativo de la estimación de la edad (Moorrees, Fanning, & Hunt, 1963)

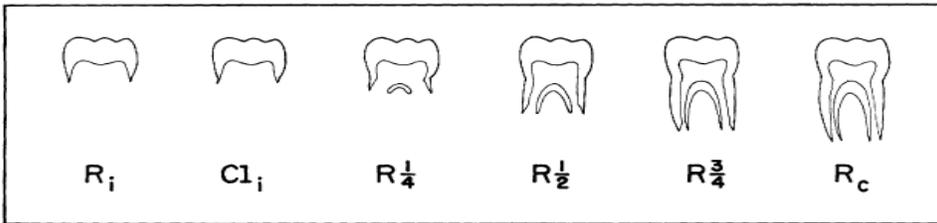
**Figura 3.**

*Estadios de formación de los dientes para evaluar el desarrollo de dientes multirradiculares.*

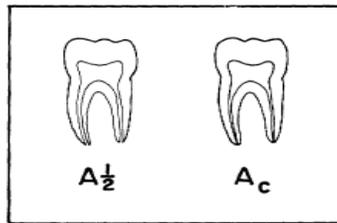
**Crown**



**Root**



**Apex**



Nota. Adoptado de "Age variation of formation stages for ten permanent teeth" (p.1492), por C. Moorrees; E. Fanning y E. Hunt. 1963. *J Dent Res*, 42(6).

Finalmente, el autor define una frecuencia porcentual acumulada para cada estadio de formación en relación con la edad a partir de la siguiente formula; el numerador como el número de niños evaluados en cada edad pertinente y los cuales habían alcanzado o superado esta etapa y el denominador como el número total de niños examinados a esa edad (Moorrees, Fanning, & Hunt, 1963).

**Tabla 4.**

*Estadios de formación de los dientes y sus convenciones codificadas.*

Estadio	Convenciones codificadas
Formación inicial de las cúspides	$C_i$
Coalescencia de cúspides	$C_{co}$

Contorno de cúspide completo	$C_{oc}$
Corona 1/2 completa	$Cr_{.1/2}$
Corona 3/4 completa	$Cr_{.3/4}$
Corona completa	$Cr_c$
Formación inicial de la raíz	$R_i$
Formación inicial de la furca	$Cl_i$
Longitud de la raíz 1/4	$R_{1/4}$
Longitud de la raíz 1/2	$R_{1/2}$
Longitud de la raíz 3/4	$R_{3/4}$
Longitud de raíz completa	$R_c$
Ápice 1/2 cerrado	$A_{1/2}$
Cierre apical completa	$A_c$

Nota. Tomada de Moorrees, Fanning, y Hunt (1963)

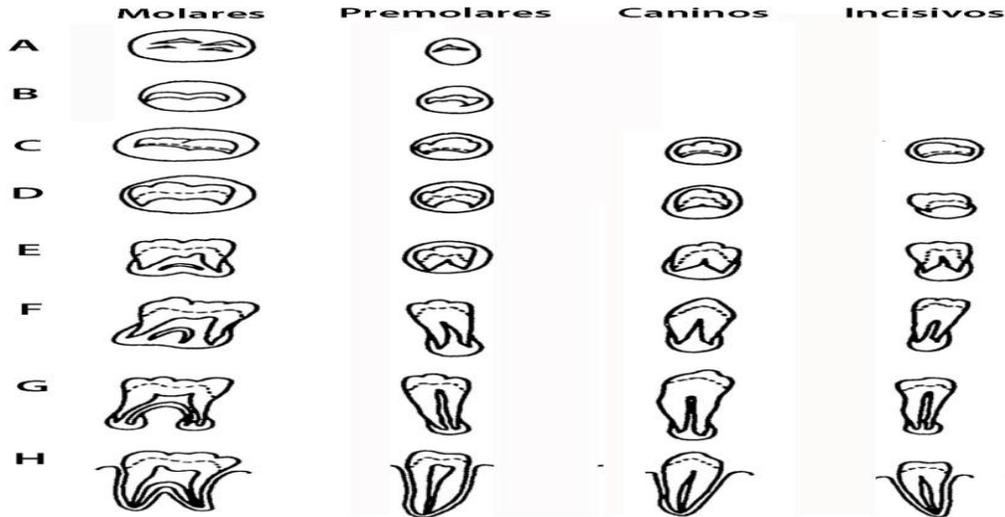
#### **3.3.5.4 Metodo de Demirjian.**

Demirjian (1973), en su investigación plantea como propósito conformar un método para estimar la edad dental a partir de la observación de ocho etapas o estadios de desarrollo dental expresados en letras que van de la A a la H (figura 4) y que corresponden a la formación de los 7 dientes mandibulares del lado izquierdo de un individuo, a partir del análisis de procesos de mineralización distintivos en radiográficas panorámicas, en donde plantea como la corona y la raíz de los dientes se mineralizan de manera progresiva hasta alcanzar su cierre apical, de tal manera que compara una serie de tablas de referencia para estimar la edad cronológica para cada sexo con la observación y la respectiva asignación de un valor ponderado a cada estadio definido (Demirjian, Goldstein, & Tanner, 1973)

Este método clásico, es uno de los más utilizados en las diferentes investigaciones de estimación de la edad dental, por su practicidad en cuanto que al definir el estadio de desarrollo de los dientes permanentes y realizar la posterior sumatoria de los valores asignados se logra obtener el correspondiente índice de maduración (Demirjian, Goldstein, & Tanner, 1973).

#### **Figura 4.**

*Estadios de desarrollo de los dientes permanentes propuesto por Demirjian.*



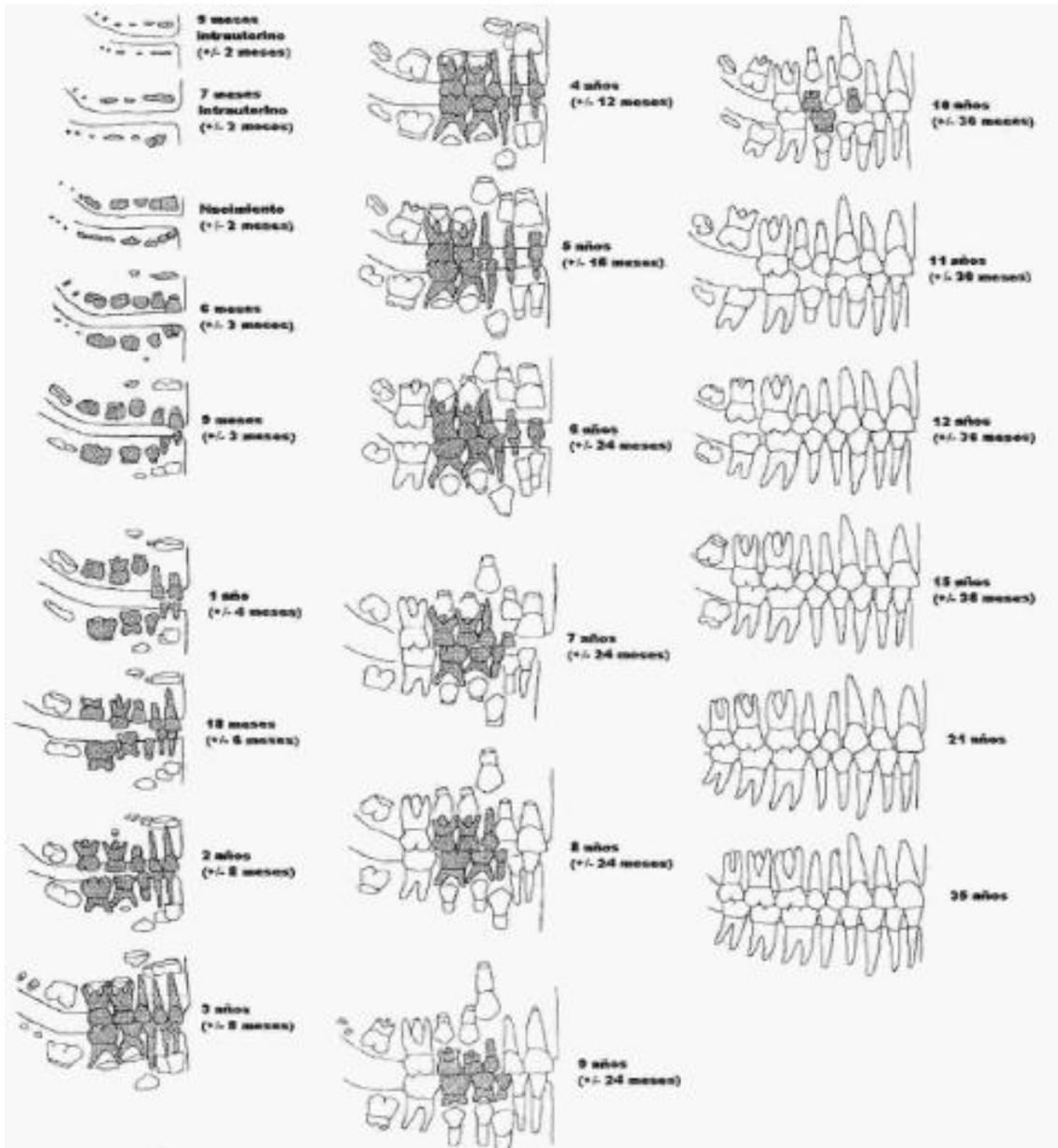
Nota. Adoptado de "Comparación de cinco métodos de estimación de maduración dental en un grupo de niños venezolanos" (p.83), por C. Medina, 2011, *Researchgate*.

### 3.3.5.5 Metodo de Ubelaker.

Este método está sustentado en los diagramas de Schour y Massler, sin embargo su tabla de formación y erupción dental (Figura 5) esta modificado a nivel de los estadios de formación y secuencia de erupción de los dientes temporales y permanentes de los individuos a nivel corono radicular teniendo en cuenta los datos obtenidos de la investigación realizada a poblaciones subdultas de indios americanos y otras poblaciones no blancas, en donde se modificó de manera sustancial los diagramas en cuanto a las etapas de desarrollo y la posición de los dientes (Blenkin & Taylor, 2012)

### Figura 5.

*Tabla de formación y erupción dental desarrollada por Ubelaker.*



Nota. Adoptado de "Edad y desarrollo dental" (p.91), por J. Rodríguez, 2003, *Dientes y diversidad humana- avances de la antropología dental*.

### 3.3.5.6 Método de Willems.

Este método tiene su principal sustento en las investigaciones realizadas por Demirjian en 1973, sin embargo el autor optó por modificar los valores ponderados y tratar de hacer una técnica más

simple que al sumar todos los valores permitan estimar la edad de forma efectiva, fue así que el propósito de su estudio busco determinar si el proceso de evaluación de la estimación de la edad dental bajo la metodología de su antecesor tenía como resultado una sobre estimación significativa en la edad cronológica al aplicarse en una población objeto de niños de origen belga, teniendo así como consecuencia la formulación y adaptación de un novedoso y practico sistema o método de puntuación para esta población según los resultados obtenidos.

Es decir, pudo demostrar con su método adaptado tanto para niños como para niñas que la sobreestimación no era estadísticamente diferente de cero, sin embargo su valides en otras poblaciones era un tema de discusión y análisis en futuras investigaciones (Willems, Van Olmen, Spiessens, & Carels, 2002).

#### **3.3.5.7 Metodo de Cameriere.**

Cameriere (2006), establece en su investigación la necesidad de evaluar la edad cronológica en subadultos, teniendo como punto de partida la relación entre la edad cronológica y la medición de la longitud y los ápices abiertos en las estructuras dentales (figura 6), por lo tanto sus estudios se fundamentaron en mejorar la confiabilidad de las estimaciones de la edad dental con el apoyo de diferentes y novedosos modelos estadísticos (Cameriere, Ferrante, y Cingolani, 2006).

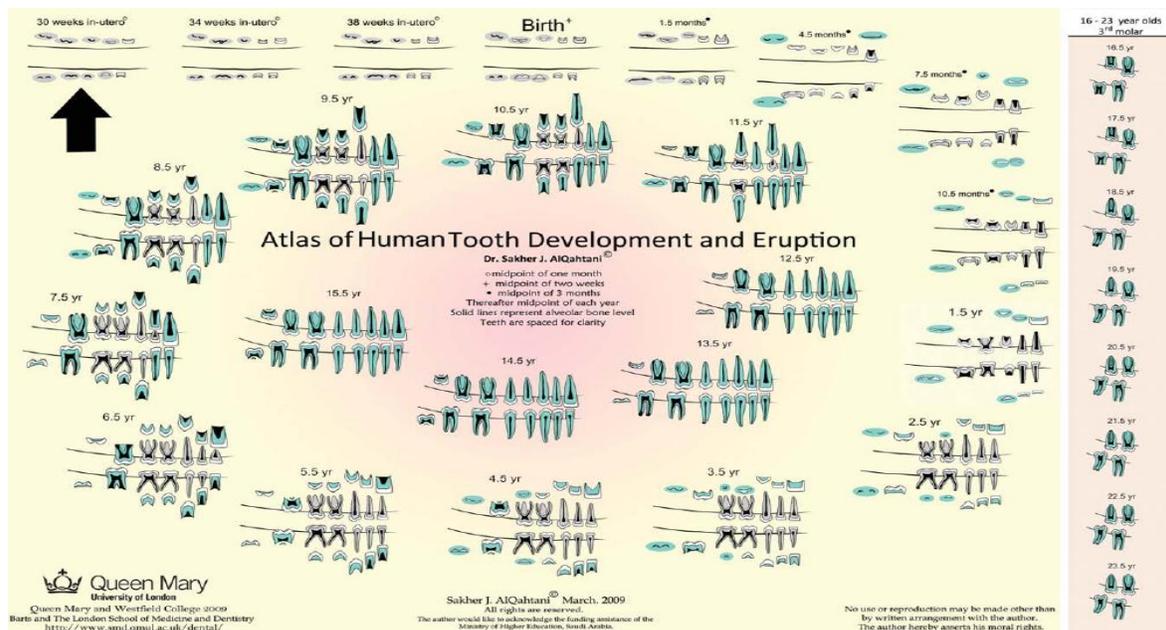
Sus resultados demostraron que las variables de correlación entre la edad y las características morfológicas de las estructuras dentales se correlacionaron significativamente con la edad, así mismo que las técnicas utilizadas podían reproducir mediciones intraobservador con un alto grado de fiabilidad, lo que confirma la importancia de los métodos de estimación de la edad dental como uno de los indicadores más confiables a nivel biológico en los contextos de determinación de la edad a nivel forense (Cameriere, Ferrante, & Cingolani, 2006).

#### **3.3.5.8 Metodo de AlQahtani.**

El método de AlQahtani o más conocido como el Atlas de Londres, se basa en el estudio del desarrollo y la erupción de los dientes con el fin de estimar la edad en individuos entre las 28 semanas de vida intrauterina y los 23 años, esta infografía representa la mayor parte de los procesos de desarrollo dental en articulación con todas las edades definidas (figura 7), con un punto medio de año cronológico, su diseño está determinado a partir de graficar los dientes de forma separada para garantizar la facilidad de la evaluación de cada estadio y así poder simular representaciones radiográficas y observaciones directas si es necesario (AlQahtani, Hector, & Liversidge, Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption, 2010).

**Figura 6.**

*Atlas de Londres de desarrollo y erupción dental.*



Nota. Adoptado de "Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption" (p.485), por S. AlQahtani; M. Hector y H. Liversidge, 2010, *American journal of physical anthropology*, 142.

## 4. Metodología

### 4.1 Tipo de estudio.

Descriptivo. Revisión Narrativa

### 4.2 Fuentes.

Se realizó una revisión narrativa de los artículos publicados en las bases de datos de Science Direct y Springer Link, desde el año 2010 hasta la fecha (13-08-2020).

### 4.3 Palabras claves y algoritmos de búsqueda.

Para la búsqueda bibliográfica se establecieron las siguientes palabras clave, con sus respectivos términos en inglés: Términos Mesh: estimation, age, sub adults, teeth, dental, development. Con los cuales se construyeron los siguientes Algoritmos de búsqueda, los cuales se presentan en la tabla 5.

#### **Tabla 5.**

*Búsqueda en bases de datos.*

<b>Base</b>	<b>Buscador</b>	<b>Número.</b>
Science Direct	Estimation of age AND subadults AND teeth	232
	Age estimation in subadults	578
	Dental development AND subadults estimation age.	169
Springer Link	Estimation of age AND subadults AND teeth	142
	Age estimation in subadults	420
	Dental development AND subadults estimation age.	65

Nota. Elaboración propia.

### 4.4 Criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión para la revisión bibliográfica fueron:

- Artículos resultados de investigación sobre la estimación de la edad dental en subadultos y tesis doctorales sobre estimación de la edad dental en subadultos.

#### **4.5 Criterios de exclusión.**

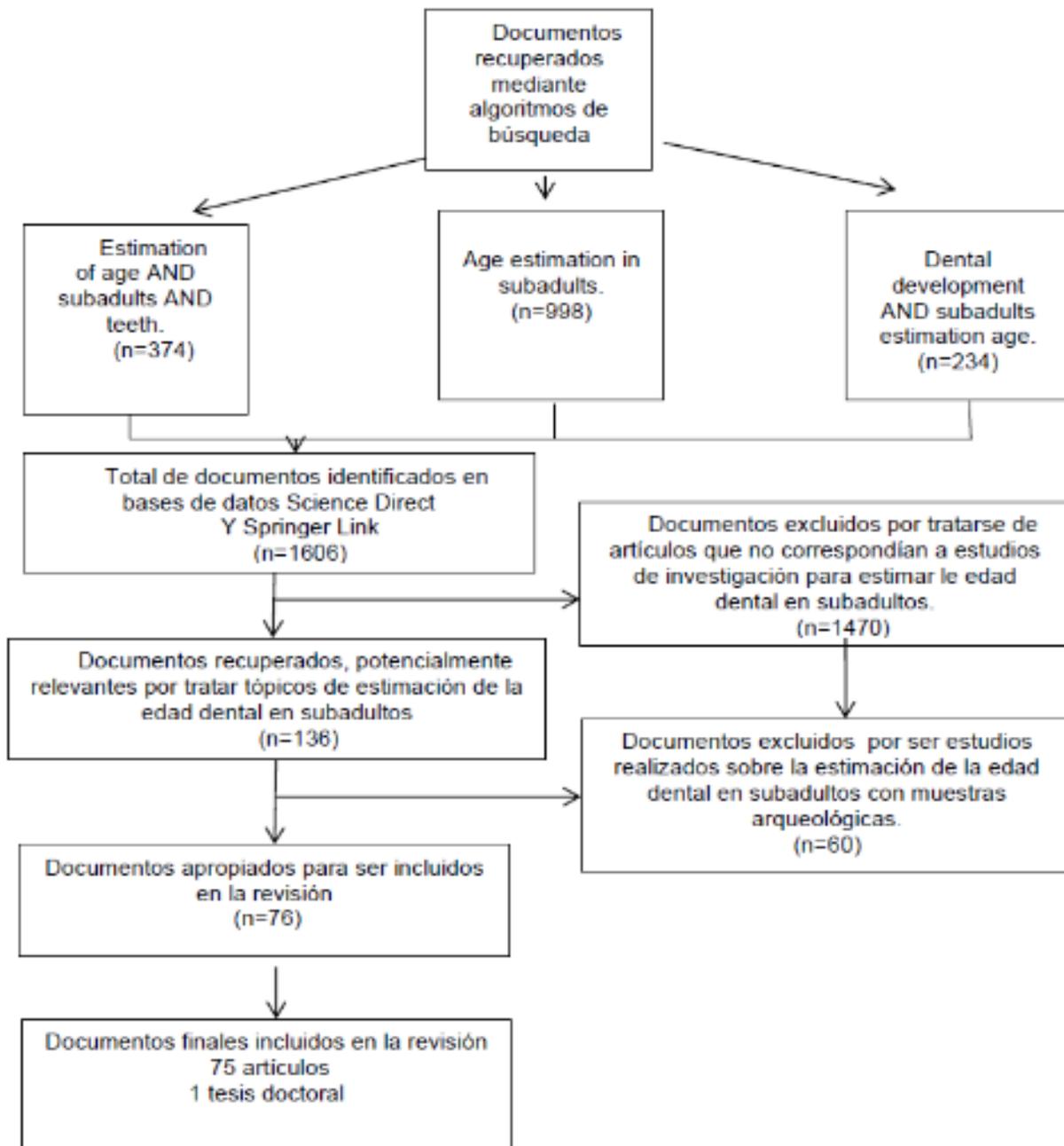
Se excluyeron los estudios realizados sobre la estimación de la edad dental en subadultos con muestras arqueológicas.

#### **4.6 Procedimiento**

- Inicialmente se realizó la búsqueda con los términos Mesh y los algoritmos de búsqueda.
- Se diseñó una matriz estructurada con los siguientes aspectos: año, autor, nombre del artículo, revista (incluye libros y tesis doctoral), tipo de artículo, parámetros, métodos, rango de edad, muestra, sexo, objetivo del artículo, población, error, comparación estadística y precisión del método. La matriz permitió la selectividad de los estudios, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión.
- Para realizar el análisis de los artículos, se realizó un ejercicio deductivo, que permitió establecer tópicos o unidades temáticas de la revisión: parámetros, métodos de estimación, rango de edad, n de la muestra y el sexo de los individuos, origen de la población y la precisión del método.
- De los 136 documentos potencialmente relevantes identificados y seleccionados para la recuperación, se seleccionaron 75 artículos, más una tesis doctoral, para un total de 76 documentos finales, incluidos en la revisión, el ejercicio de búsqueda se refleja en la figura 7.

#### **Figura 7.**

*Proceso de selección de artículos.*



Nota. Elaboración propia.

#### 4.7 Aspectos éticos

Este proyecto es una revisión narrativa, por lo cual no hubo implicación de seres humanos, en consecuencia, según la resolución 8430 la clasifica como investigación sin riesgo.

## 5. Resultados

Del total de 136 referencias encontradas en las bases de datos elegidas, se seleccionaron 76 documentos de interés, que corresponden a: 75 artículos científicos y una tesis doctoral. El análisis narrativo se hará de acuerdo con los tópicos a abordar; iniciando con los parámetros, los métodos, el rango de edad, la muestra y el sexo, la población y finalmente la precisión del método.

### 5.1 Parámetros utilizados para la estimación de la edad.

En cuanto a los parámetros utilizados en los artículos seleccionados de estimación de la edad dental en subadultos, se destaca como del total de los 76 artículos, 75 se basaron en parámetros de desarrollo (formación, calcificación y erupción dental), utilizando medios radiográficos, en especial radiografías panorámicas. Un solo artículo utilizó la evaluación del impacto en las proporciones de Racemización del ácido aspártico en el esmalte de diferentes tipos de dientes en subadultos (Griffin, Penkman, Mood, & Collins, 2010).

En cuanto a los medios diagnósticos solo se evidenció un estudio que describía los mecanismos de utilización de la tomografía computarizada de haz cónico en los parámetros de desarrollo de estimación de la edad dental (Khan, Ibrahima, & Al-Amerya, 2020).

A partir de los parámetros de desarrollo dental, se evidenciaron 7 artículos de investigación que hicieron énfasis en la formación y la erupción dental, como se muestra en la tabla 6. De los cuales 2 destacaron la formación y secuencia de erupción de los dientes temporales y permanentes de los individuos a nivel corono radicular (Alsudairi & AlQahtani, 2019; Karkhanis, Mack, & Franklin, 2015), los 5 restantes hicieron énfasis en la formación y erupción dental pero destacaron en este proceso la relación hueso alveolar para la determinación la edad dental (Pavlovi, Pereirab, Vargas, & Santosd, 2017; Silveira, Jacomettib, & AlQahtanic, 2020; Alshihri, Kruger, & Tennant, 2015; McCloe, Marion, Fonseca, Colvard, & AlQahtanic, 2018; Baylis & Bassed, 2017).

#### **Tabla 6.**

*Nº de artículos de parámetros de estimación de la edad dental en subadultos.*

<b>N de artículos de parámetros de estimación de la edad dental en subadultos</b>			
<b>Parámetros desarrollo dental (formación, calcificación y erupción dental)</b>	75	<b>Parámetros generales de desarrollo dental</b>	68
		<b>Parámetros de formación y erupción dental</b>	7
<b>Ácido Aspártico</b>	1		

Nota. Elaboración propia

También se destacaron 19 estudios de investigación que hacen referencia a la utilización de parámetros basados en el desarrollo dental con medidas cuantitativas, 5 realizaron comparaciones con medidas de tipo cualitativo (Cansu Kış a, Cansu, Başol, Murat, & Öztaş, 2020; Balla, Baghirath, Vinay, & Kumar, 2016; Ozverena, Serindereb, & Cameriered, 2019; Pongo, Anzulovićb, Benedictoa, & Galićb, 2019; Ndiaye, y otros, 2020).

Finalmente, dos estudios dieron a conocer parámetros para determinar la edad dental en subadultos a partir de la evaluación del desarrollo y formación de ápices radiculares mediante un análisis tridimensional del área de la superficie de los ápices (Khan, Ibrahima, & Al-Amerya, 2020; Khan, Ibrahim, Al-Amery, & John, 2019).

## **5.2 Métodos de la estimación de la edad dental.**

De los 75 artículos de investigación que se basaron en parámetros de desarrollo, se encontraron un total de 56 artículos en los que se realizó la validación del método y 19 artículos en los que se realizaron comparaciones entre los métodos, como se muestra en la tabla 7.

### **Tabla 7.**

*Clasificación de artículos de acuerdo con su validación y comparación con otros métodos.*

<b>N total de artículos (parámetros de desarrollo dental).</b>	<b>N total de artículos que validaron el método por separado</b>	<b>N total de artículos que realizaron comparaciones entre métodos.</b>
75	56	19

Nota. Elaboración propia

De estos 75 artículos, se evidenció que el método más utilizado correspondía a Demirjian en un 60 %, es decir a 45 artículos de investigación que daban aplicabilidad a este método, de los cuales 32 artículos evaluaron específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos, destacando por ejemplo un estudio realizado en población de niños turcos en donde evaluaron la aplicabilidad de la precisión de la técnica de Demirjian (Celik, Zeren, Çelikel, Yengil, & Altan, 2014), mientras que 13 artículos de investigación realizaron comparación de su técnica con otros métodos.

Bajo este contexto, se destaca un artículo en donde evaluaron y compararon 4 variaciones del método de Demirjian y su precisión para una población de Australia (Flood, Franklin, Turlach, & McGeachie, 2013). Otro estudio realizó una comparación del método de Demirjian con otros métodos de estimación de la edad dental, evaluando los coeficientes de correlación entre la edad dental y la edad cronológica (Corral, y otros, 2010). También se evidenció un artículo que evaluó la aplicabilidad de este método en una población con síndrome de Down, (Bagattoni, D'Alessandro, Gatto, & Piana, 2019)

Se encontraron 10 artículos de investigación que utilizaron el método de Demirjian y que tenían como propósito definir ajustes estadísticos y validación de datos de referencia, realizando comparaciones de la edad estimada con la edad cronológica (Sarkar & Kailasam, 2013; Kirziog̃lu & Ceyhan, 2012; Martinez & Ortega, 2017; Ye, Jiang, Sheng, Huang, & Shen, 2014; Zhai, y otros, 2016; Alshihri, Kruger, & Tennant, 2016; Elshehawi, y otros, 2016; Chudasama & Roberts, 2012; Arciniega, Ballesteros, & Meléndez, 2013; Carneiro, Caldas, Afonso & Violante, 2015). Bajo este contexto se evidenciaron 2 estudios que tenían como propósito la validación de datos de referencia, realizando comparaciones de la edad estimada de individuos de Reino Unido con subadultos del sur de la China y afro-trinitenses (Jayaraman, Roberts, King, & Wonga, 2012; Moze & Roberts, 2012). En cuanto al tipo de diente estudiado mediante el método de Demirjian, se destaca un

estudio en donde se utilizó la cronología y desarrollo de los terceros molares para la estimación de la edad dental (Costaa, Monterob, Serranob, & Albaladejob, 2014).

El método de Willems se evidenció en 13 artículos de investigación; dos artículos evaluaron específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos (Ortega & Silú Pi, 2020; Kurniawan, y otros, 2020), 3 artículos realizaron comparación de su técnica con el método de Cameriere (Cansu Kış a, Cansu, Başol, Murat, & Öztaş, 2020; Balla, Baghirath, Vinay, & Kumar, 2016; Ozverena, Serindereb, & Cameriered, 2019), mientras que otros 7 fueron comparados con el método de Demirjian y uno específicamente con los métodos de Demirjian y AlQahtani (Gelbrich, Carl, & Gelbrich, 2020).

De los nueve artículos que abordaron el método de AlQahtani o Atlas de Londres, 6 artículos evaluaron específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos, mientras que 3 artículos realizaron comparaciones entre métodos; un artículo realizó comparación de su técnica con el método de Schour y Massler (Baylis & Bassed, 2017), otro con los métodos de Ubelaker y Schour y Massler (AlQahtani, M, & Liversidge, 2014) y finalmente uno con los métodos de Demirjian y Willems (Gelbrich, Carl, & Gelbrich, 2020)

De forma particular, se destacaron cinco artículos que tenían el propósito de evaluar la precisión para la estimación de la edad dental en poblaciones portuguesas, brasileñas y de Arabia Saudita (AlQahtani, Hector, & Liversidge, 2010; AlQahtani, M, & Liversidge, 2014; Pavlovi, Pereirab, Vargas, & Santosd, 2017; Silveira, Jacomettib, & AlQahtanic, 2020; Alshihri, Kruger, & Tennant, 2015).

Del total de la revisión, se encontraron 4 artículos de investigación que utilizaron el método de Ubelaker; en donde 3 realizaron comparación de su técnica con el método de Demirjian, Moorrees, AlQahtani y Schour y Massler, y un solo artículo evaluó específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos (Ubelaker & Khosrowshahi, 2019; Blenkin & Taylor, 2012; AlQahtani, M, & Liversidge, 2014; Corral, y otros, 2010).

En cuanto el método de Nolla , se evidenciaron 3 artículos de investigación; uno de ellos que compara sus investigaciones con los métodos de Haavikko y Demirjian en un población de niños turcos (Kırzioğlu & Ceyhan, 2012), el segundo artículo donde comparan los métodos de Nolla, Demirjian y Moorres para la estimación de la edad dental con fines forenses (Martínez & Ortega, 2017) y finalmente una investigación donde comparan y analizan la precisión de los métodos de Cameriere y Nolla sin terceros molares o con ellos utilizando las etapas de mineralización de los dientes permanentes en una población mixta de brasileños y una población homogénea de croatas (Pongo, Anzulović, Benedicto, & Galić, 2019)

Del método de Schour y Massler, se evidenciaron 4 estudios que compararon su técnica con los métodos de; AlQahtani, Demirjian, Ubelaker y Moorrees (Blenkin & Taylor, 2012; AlQahtani, M, & Liversidge, 2014; Corral, y otros, 2010; Baylis & Bassed, 2017).

Al respecto del método de Moorrees, se evidenciaron 3 artículos; uno que evaluó específicamente su validez y precisión en poblaciones de pacientes pediátricos (Ricalde, Rodríguez, Pinzón, Pérez, & González, 2015) y dos estudios que compararon su técnica; uno con los métodos de Demirjian, Moorrees, Ubelaker y Schour y Massler (Corral, y otros, 2010) y otro con los métodos de Demirjian y Nolla (Martínez & Ortega, 2017).

En cuanto al único método cuantitativo de estimación de la edad dental en subadultos, que corresponde al método de Cameriere se evidenciaron 19 artículos en los cuales utilizaron sus técnicas; 14 artículos evaluaron específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos. Así mismo se destacan 4 investigación donde se probó su precisión en diferentes poblaciones de subadultos , así como la evaluación de la precisión del índice de madurez del tercer molar, (Nigro, Haltenhoff, Lascalab, Velandia, & Cameriere, 2018; Balla, Karunakar, De Luca, & Cameriere, 2017; Deitos, Costa, Crosato, & Gali, 2015; Angelakopoulos, & otros, 2019), también se evidenciaron 6 artículos cuyo propósito era verificar las fórmulas de regresión de Cameriere para

predecir la edad cronológica y desarrollar fórmulas de precisión de la estimación de la edad para diferentes poblaciones (Dehghania, Shadkamb, Ahraric, & Dehghanic, 2018; AlShahrana, Yassina, Togooa, & Tikareb, 2019; Jatti, Kantaraj, Nagaraju, Janardhan, & Nataraj, 2020; Galića, Pacificib, Carboneb, Pacificib, & Jerončić, 2017; Cameriere, y otros, 2016; Galić, y otros, 2011).

En la tabla 8 se muestra el número de artículos que validaron cada método por separado.

**Tabla 8.**

*Artículos de validación de métodos.*

Métodos	Demirjian	Willems	AIQahtani	Ubelaker	Nolla	Schour y Massler	Moorrees	Cameriere
N artículos que validaron el método por separado	32	2	6	1	0	0	1	14

Nota. Elaboración propia.

El método de Demirjian fue el método más comparado, en un total de 13 artículos se cotejó con otros métodos. En la tabla 9 se muestran los métodos y el número de artículos que realizaron comparaciones con otras técnicas o métodos.

**Tabla 9.**

*Número de artículos por comparación de métodos.*

Método	N artículos que compararon 2 métodos	Métodos Comparados	N artículos que compararon 3 o más métodos	Métodos comparados	Total, de artículos que se compararon por método.
Demirjian	7	Demirjian y Willems	1	Demirjian, Ubelaker y Schour y Massler	13
	1	Demirjian y Nolla			
	1	Demirjian y Cameriere	1	Demirjian, Nolla y y Moorrees	
			1	Demirjian, Willems y AIQahtani	
			1	Demirjian, Moorrees, Ubelaker y Schour y Massler	
Willems	3	Willems y Cameriere	1	Demirjian, Willems y AIQahtani	11

	7	Demirjian y Willems			
<b>AIQahtani</b>	1	AIQahtani y Schour y Massler	1	AIQahtani, Ubelaker y Schour y Massler	3
			1	Demirjian, Willems y AIQahtani	
<b>Ubelaker</b>	0	X	1	Demirjian, Ubelaker y Schour y Massler	3
			1	Demirjian, Moorrees, Ubelaker y Schour y Massler	
			1	AIQahtani, Ubelaker y Schour y Massler	
<b>Nolla</b>	1	Nolla y Cameriere	1	Demirjian, Nolla y Moorrees	3
	1	Demirjian y Nolla			
<b>Schour y Massler</b>	1	AIQahtani y Schour y Massler	1	Demirjian, Ubelaker y Schour y Massler	4
			1	Demirjian, Moorrees, Ubelaker y Schour y Massler	
			1	AIQahtani, Ubelaker y Schour y Massler	
<b>Moorrees</b>	0	X	1	Demirjian, Moorrees, Ubelaker y Schour y Massler	2
			1	Demirjian, Nolla y Moorrees	
<b>Cameriere</b>	1	Demirjian y Cameriere	0	X	5
	3	Willems y Cameriere			
	1	Nolla y Cameriere			

Nota. Elaboración propia

### 5.3 Rango de edad, muestra y sexo.

Del total de los 75 artículos que se basaron en parámetros de desarrollo para la estimación de la edad dental en subadultos, se evidenciaron diferentes rangos de edad en la población objeto de las diferentes investigaciones, como se muestra en tabla 10. Los resultados demostraron que el rango de edad de 5-15 años fue el más predominante.

**Tabla 10.**

Artículos revisados vs rango de edad de población estudiada.

Número de artículos revisados vs Rango de edad de población estudiada	
N de artículos	Rango de edad
2	1-15
6	1-20

11	1-25
2	5-10
14	5-15
12	5-20
5	5-25
4	10-15
5	10-20
3	10-25
2	15-20
5	15-25
5	subadultos

Nota. Elaboración propia.

En cuanto al número de muestra seleccionado, se obtuvieron los siguientes resultados; de los 75 artículos revisados el promedio de la muestra corresponde a 843 subadultos, con un rango en la muestra de 35-5187 subadultos, también se destaca que el 23,6 % consideraban muestras con un número mayor a 1000 individuos subadultos, así mismo que las muestras de mayor tamaño se encontraban en un rango de edad de 10-20 años y en especial fueron utilizadas en investigaciones que se basaron en el método de Demirjian.

Respecto a la variable Sexo, se evidenció que las muestras estaban compuestas por un promedio de 367 individuos de sexo masculino, con un rango de 20-1746; en contraste el promedio de individuos de sexo femenino fue de 416, con un rango de 16-1656.

En cuanto a las muestras en general, dentro de los 75 documentos seleccionados, el promedio de la muestra fue de 843 individuos subadultos, con un rango de edad de 6,8 – 19,1.

#### **5.4 Origen de la Población.**

En relación con la población estudiada o al país de origen de las muestras que se analizaron para la estimación de la edad dental, los resultados demostraron que las poblaciones en las cuales se encontraron una mayor cantidad de estudios fueron: los turcos, seguidos por los italianos, los indios y los chinos, como se presenta en la tabla 11. En un ámbito local, en Colombia solo se evidenciaron dos estudios sobre estimación de la edad dental (Corral, y otros, 2010; Costaa, Monterob, Serranob, & Albaladejob, 2014) y 22 % del total de los estudios fueron realizados en

muestras de población latinoamericana (argentinos, colombianos, venezolanos, mexicanos y brasileños).

**Tabla 11.**

*Número de estudios según población o país de origen de las muestras estudiadas*

<b>Población o País de origen</b>	<b>N de estudios</b>
Turcos	10
Italianos	8
India	8
China	6
Brasileros	6
Arabia	5
Mexicanos	5
Australianos	4
Venezolanos	3
Portugués	3
Iraníes	2
Británicos	2
Camboya	2
Afro-trinitarios	2
Colombiano	2
África	2
Poblaciones de "derivación europea"	1
Malasia	1
Malta	1
Malayos	1
Argentinos	1
TOTAL	75

Nota. Elaboración propia.

### **5.5 Precisión del método.**

De los 75 artículos de investigación, cuando se realizó la validación del método se encontraron un total de 56 artículos, de los cuales el método más utilizado correspondía a Demirjian con 32 artículos que evaluaron específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos, de los cuales 17 estudios (53%), establecieron que su técnica si era útil en la población objeto definida, mientras que 15 determinaron que era necesario realizar más estudios para garantizar la precisión de la estimación de la edad en subadultos, como se muestra en la tabla 12.

Bajo este contexto, de manera particular se destacaron dos estudios de Demirjian que reflejaron como la edad dental y la edad cronológica fueron totalmente consistentes en sus resultados (Celik, Zeren, Çelikel, Yengil, & Altan, 2014; Chudasama & Roberts, 2012), Sin embargo 3 estudios evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre la edad dental y la edad cronológica (Arciniega, Ballesteros, & Meléndez, 2013; Carneiro, Caldas, Afonso & Violante, 2015; Sarkar & Kailasam, 2013). También se evidenció una investigación que demuestra una fuerte correlación entre la edad cronológica y la edad dental en ambos sexos con el método de Demirjian (May, Shian, Durward & Jayaraman, 2020). En contraste, se destaca un estudio, que evidenció que este método fue más preciso en mujeres que en hombres (Sarkar & Kailasam, 2013). Mientras que la combinación del método de Demirjian y TW3 (Thaner-Whithouse III) obtuvo una mejor precisión en la clasificación de mujeres con respecto al umbral de 12 años (Pinchi, y otros, 2016).

Al comparar la precisión del método de Demirjian para la evaluación forense de la edad, dos estudios evidenciaron que este método sobrestimó constantemente la edad (Flood, Franklin, Turlach, & McGeachie, 2013; Alshihri, Kruger, & Tennant, 2016). Así mismo, tres estudios se destacaron por demostrar que el método Demirjian subestimó en gran medida la edad cronológica en diferentes poblaciones (Wanga, y otros, 2018; Kırzioğ˘lu & Ceyhan, 2012; Sarkar & Kailasam, 2013).

**Tabla 12.***Precisión de métodos validados.*

<b>Método</b>	<b>N artículos que validaron el método</b>	<b>Utilidad en la población objeto.</b>	<b>Necesidad de más estudios.</b>	<b>Artículos que describen la sobreestimación de la edad</b>	<b>Artículos que describen la subestimación de la edad</b>
Demirjian	32	17	15	6	9
Willems	2	1	1	0	1
AlQahtani	6	3	3	2	1
Ubelaker	1	1	0	0	0
Nolla	0	0	0	0	0
Schour y Massler	0	0	0	0	0
Moorrees	1	1	0	0	0
Cameriere	14	9	5	0	5

Nota. Elaboración propia.

Para el método de Willems, 2 artículos evaluaron específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos, de los cuales 1 estudio estableció que su técnica si era útil en la población objeto definida, mientras que el otro determino que era necesario realizar más estudios.

Un estudio sugiere que los métodos de estimación de la edad dental propuestos por Willems pueden ser considerado como un método aplicable para la población infantil en Surabaya, tanto en niños como en niñas (Kurniawan, y otros, 2020) .En contrates el otro estudio evidenció una subestimación de la edad por ambos métodos (Willems I y Willems II) en todos los grupos de edad, donde Willems II mostró una diferencia más pequeña entre la edad cronológica y la edad dental en las niñas, mientras que se encontró una diferencia menor en Willems I para los niños (Ortega & Silú Pi, 2020).

En referencia al Atlas de Londres, 6 artículos evaluaron específicamente su validez y precisión, de los cuales 3 estudios establecieron que su técnica si era útil en la población objeto definida,

mientras que otros 3 determinaron que era necesario realizar más estudios. Se destaca un estudio que nos indica que no se observó en las mujeres una diferencia significativa entre la edad cronológica y la estimada, sin embargo, si observó una diferencia en la muestra de los hombres (Pavlovi, Pereirab, Vargas, & Santosd, 2017). En contraste, un artículo evidenció una mayor sobreestimación de la edad en la muestra femenina en comparación con la muestra masculina (Silveira, Jacomettib, & AlQahtanic, 2020) y otro estudio evidenció un 19% de sobreestimación de la edad en ambos sexos (Alshihri, Kruger, & Tennant, 2015). En cuanto a la subestimación de la edad, se evidenció un estudio que indicó una subestimación constante en las edades estimadas, en donde la edad media de toda la muestra fue de 10,3 años (Alsudairi & AlQahtani, 2019).

Para el único estudio que realizo la validez del método de Ubelaker, se evidenció que su técnica si era precisa para la población estudiada (Ubelaker & Khosrowshahi, 2019).

Al respecto del método de Moorrees, se evidenció un artículo que evaluó específicamente su validez y precisión, demostrando ser útil en poblaciones de pacientes pediátricos (Ricalde, Rodríguez, Pinzón, Pérez, & González, 2015).

Respecto a la precisión del método de Cameriere, 9 estudios (64%), evidenciaron que no hubo diferencias significativas entre la edad real y la edad estimada (Cameriere, Pacifici, Polimeni, Federici, Cingolani & Ferrante, 2016; Galića, Pacificib, Carboneb, Pacificib, & Jerončićc, 2017; Nigro, Haltenhoff, Lascalab, Velandia, & Cameriered, 2018; Balla, Karunakar, De Luca, & Cameriere, 2017; Deitos, Costa, Crosato, & Gali, 2015; Dehghania, Shadkamb, Ahraric, & Dehghanic, 2018; AlShahrana, Yassina, Togooa, & Tikareb, 2019; Jatti, Kantaraj, Nagaraju, Janardhan, & Nataraj, 2020; Khan, Ibrahima & Al-Amerya, 2020). Así mismo, de manera particular, un estudio evidenció que el método de Cameriere estimo la edad de manera casi idéntica para ambos grupos de sexo (Cansu Kış a, Cansu, Başol, Murat, & Öztaş, 2020). Sin embargo en varios estudios que evaluaron la precisión del método de Cameriere, se evidenció como se subestimó la edad real para ambos

sexos (Balla, Baghirath, Vinay, & Kumar, 2016; Cansu Kış a, Cansu, Başol, Murat, & Öztaş, 2020; Nigro, Haltenhoff, Lascalab, Velandia, & Cameriered, 2018; Ozverena, Serindereb, & Cameriered, 2019; AlShahrana, Yassina, Togooa, & Tikareb, 2019).

En cuanto a las investigaciones que realizaron comparación de varios métodos, se evidenció que el método de Demirjian fue con el que se realizaron un mayor número de comparaciones (13), seguido por el método de Willems y Cameriere con 11 y 5 estudios respectivamente, como se muestra en la tabla 13. El método de Cameriere presentó un 80% de precisión y utilidad en las poblaciones estudiadas, frente a los métodos con los cuales lo compararon (Demirjian, Willems y Nolla)

**Tabla 13.**

*Precisión de métodos comparados.*

<b>Método</b>	<b>N artículos en los que compararon el método.</b>	<b>Precisión y utilidad en la población objeto frente a los métodos comparados</b>	<b>Otros estudios comparados con mayor utilidad en población objeto.</b>
Demirjian	13	7	6
Willems	11	3	8
Cameriere	5	4	1

Nota. Elaboración propia.

Bajo este contexto, de forma particular se destacó un estudio de Demirjian en el cual se evidenció como este método resultó ser más preciso en comparación con el método de Willems (Wanga, y otros, 2018).

Sin embargo, otros dos estudios, demostraron que las técnicas de Willems eran más precisas y tenían menos diferencias significativas entre la edad real y la edad estimada, frente a Demirjian (Ozverena & Serindereb, 2018; Ye, Jiang, Sheng, Huang, & Shen, 2014).

En relación con otros estudios de comparación de métodos, se destacan dos estudios en donde se evidenció una sobreestimación de la edad para el método de Demirjian, mientras que para el de Nolla y Moorrees se observó una subestimación; esta subestimación fue mayor para el método de

Moorrees que para el de Nolla (Martínez & Ortega, 2017; Ricalde, Rodríguez, Pinzón, Pérez & González, 2015). Bajo este contexto, en otra investigación de comparación de métodos, se evidenció que el método Demirjian subestimó la edad en 0,4 años en los niños y 0,6 años en las niñas, mientras que el método de Willems subestimó la edad en 0,5 años y 1,0 años en niños y niñas, respectivamente (Zhai, y otros, 2016)

El método de Willems también se consideró el más preciso para la población negra del sur de África y para la población de Turquía, con una diferencia de medias significativas bajas entre la edad dental y la cronológica (Esan & Schepartzb, 2018; Akkaya, Özge, & Göksülük, 2015). Willems en comparación con otras técnicas sobrestimó la edad dental en relación a la edad cronológica en diferentes grupos de edad en individuos subadultos, tanto en hombres como en mujeres (Cansu Kış a, Cansu, Başol, Murat, & Öztaş, 2020; Balla, Baghirath, Vinay, & Kumar, 2016; Ozverena, Serindereb, & Cameriered, 2019; Akkaya, Özge, & Göksülük, 2015; Wanga, y otros, 2018).

Moorrees, comparo su técnica con los métodos de Demirjian, Ubelaker y Schour y Massler, demostrando que los 4 métodos fueron útiles para estimar la edad de la población objeto (Corral, y otros, 2010).

En cuanto a la utilización de los esquemas de Ubelaker, Demirjian, Schour and Massler, un estudio demostró una estimación correcta del rango de edad en un 84% de los casos en mujeres y en el 79% de los casos en hombres. Mientras que entre el 13% y el 14% de los casos tenían sus rangos de edad subestimados y se produjeron sobreestimaciones del rango de edad en solo el 7% de los casos (Blenkin & Taylor, 2012).

## 6. Discusión

El propósito de esta investigación era lograr una aproximación al estado del arte sobre la estimación de la edad dental en individuos subadultos en la última década, a partir de la identificación de diferentes parámetros y métodos usados en la estimación de la edad dental, el tamaño de las muestras y sexos utilizados en los estudios, los rangos de edad de las muestras poblacionales y finalmente la precisión de los métodos revisados.

Se seleccionaron 76 publicaciones resultado de investigaciones. Se realizó un ejercicio riguroso en la selección, sin embargo, es discutible su grado de representatividad ya que corresponde solo a dos bases de datos seleccionadas, sin embargo, permite dar una buena aproximación de las variables más importantes utilizadas en los estudios de estimación de la edad dental en subadultos.

En relación con los parámetros identificados en los estudios, la mayoría de los autores coinciden en una mayor uso de los parámetros de desarrollo dental (formación, calcificación y erupción), en contraste se evidencia que la racemización del ácido aspártico, es menos usado, como parámetro en la estimación de la edad dental; esto puede deberse básicamente a que los análisis de la racemización del ácido aspártico en una fracción de las proteínas del esmalte son técnicas microscópicas de mayor complejidad y acceso, si se compararan con los medios utilizados para la estimación de la edad a partir de parámetros de formación, calcificación y erupción dental. Así mismo, se destaca en esta revisión como la erupción dental como parte de los parámetros de desarrollo dental, empieza a ganar más terreno en las investigaciones a nivel global, ya que como se reporta en la literatura la erupción dental puede estar afectada por factores externos.

Bajo este contexto el uso de radiografías panorámicas en las investigaciones sigue siendo el medio diagnóstico con mayor accesibilidad en los procesos de estimación de la edad dental en subadultos; sin embargo, la utilización de tomografías computarizadas de haz cónico demuestran ser una fuente complementaria de datos para los procesos de validación de los métodos de

estimación de la edad dental (Khan, Ibrahima, & Al-Amerya, 2020; Carranza, 2018). No obstante, se debe tener en cuenta que la dificultad en su acceso, por sus costos elevados y la escasa disponibilidad de estas tecnologías en algunos países, dificulta su aplicabilidad.

Respecto a los métodos empleados en las investigaciones para estimar la edad dental, la mayoría de los autores han utilizado el método de Demirjian en diferentes poblaciones, esto puede estar asociado a que los grados y criterios de sus técnicas son más fáciles de entender y las etapas de maduración se encuentran bien definidas.

Así mismo, el estado del arte refleja como el método de Willems se utilizó en 13 artículos, llamando la atención que solo 2 artículos validaron específicamente este método, mientras que el resto de los artículos fueron utilizados para comparar sus técnicas, lo que sugiere que este método cualitativo por ser menos susceptible al efecto de los observadores en los procesos de estimación de la edad dental puede considerarse un método ideal en investigaciones de tipo comparativo.

Los métodos de Nolla, Schour y Massler y Moorrees en la última década no tienen una fuerte representación en el estado del arte, posiblemente asociado a que fueron los primeros métodos reportados en la literatura científica y en la actualidad el método de Demirjian es el más utilizado por los investigadores.

En relación con el método de Cameriere, los datos reflejan la importancia de su aplicabilidad ya que 14 de 19 artículos revisados, evaluaron su validez y precisión en poblaciones específicas de subadultos, lo que indica que por ser el único método que utiliza una técnica cuantitativa para la estimación de la edad dental, puede favorecer la precisión de los análisis y no estar sujeto a la susceptibilidad de los observadores como en los métodos cualitativos.

En cuanto al rango de edad, muestra y sexo, se evidencia en esta revisión, como el rango más predominante de edad en las muestras fue de 5-15 años, en este sentido se puede evidenciar que el acceso a muestras de poblaciones de menores de 5 años a nivel internacional es más limitado, lo

cual puede estar asociado a la dificultad en el abordaje de este grupo de subadultos a los exámenes radiográficos o tipo TAC. Así mismo, los resultados también evidencian que las muestras no son equitativas; ya que se evidencian muestras muy pequeñas (n. 35) y otras muy grandes de (n. 5187) para diferentes estudios que inclusive utilizaban los mismos métodos. Estos datos son discutibles en la medida en que se dé cumplimiento a las características de una muestra representativa, teniendo en cuenta que el cálculo de su tamaño debe expresar relación entre las variables, la cantidad de participantes y poder estadístico (Garcia, Reding, & Lopéz, 2013).

En cuanto al sexo de los individuos en los estudios revisados, la n de los individuos femeninos, es mayor, con un promedio de 416 mujeres versus a 367 hombres, esta relación entre un grupo y otro puede producir un sesgo en los resultados por la falta de equidad en los mismos y diferencias en el procesamiento estadístico.

Un aspecto a tener en cuenta es el origen de la población, en cuanto que las muestras en poblaciones latinoamericanas (Argentinos, Colombianos, Venezolanos, Mexicanos y Brasileños) no fueron las más representativas en esta revisión, debido posiblemente a la ausencia de medios diagnósticos estandarizados y a que la mayor parte de los estudios se realizaron en los continentes europeos y asiáticos, en donde su aplicación tiene una mayor promoción a nivel de procesos forenses, lo que sugiere la necesidad de promover más investigaciones de esta índole en Latinoamérica, con el fin de tener comparaciones y evaluaciones más precisas y referentes metodológicos.

En cuanto a la precisión de los métodos, se debe destacar como los métodos de Demirjian y Cameriere, son los que se evidencian en un mayor número de estudios en donde se evalúan específicamente su validez y precisión en poblaciones de subadultos; pero llama la atención que Cameriere presenta un mayor porcentaje de precisión entre la edad real y la edad estimada (Cameriere, Pacifici, Polimeni, Federici, Cingolani & Ferrante, 2016; Galića, Pacificib, Carboneb,

Pacificib, & Jerončić, 2017; Nigro, Haltenhoff, Lascalab, Velandia, & Cameriere, 2018; Balla, Karunakar, De Luca, & Cameriere, 2017; Deitos, Costa, Crosato, & Gali, 2015; Dehghania, Shadkamb, Ahraric, & Dehghanic, 2018; AlShahrana, Yassina, Togooa, & Tikareb, 2019; Jatti, Kantaraj, Nagaraju, Janardhan, & Nataraj, 2020; Khan, Ibrahima & Al-Amerya, 2020). Así mismo al observar los estudios en los que se realizaron comparaciones, este método también fue el que presentó una mayor utilidad en la población objeto frente a los demás métodos comparados. Lo que sugiere que Cameriere es considerado el más adecuado para la estimación de la edad en subadultos, especialmente cuando se requiere una prueba con alta credibilidad, incluida la especificidad y precisión (Balla, Karunakar, De Luca, & Cameriere, 2017).

Finalmente, al verificar los métodos cualitativos y su precisión cuando son evaluados de forma independiente en poblaciones específicas, Ubelaker y Moorrees presentaron los mejores resultados, sin embargo, no son datos representativos teniendo en cuenta la cantidad de artículos revisados, lo que no permite un análisis a extensión. En cuanto a la precisión de métodos cualitativos comparados Demirjian fue el que presentó una mayor utilidad en la población objeto frente a los demás métodos con los que se comparó, posiblemente asociado al número de artículos revisados y a su facilidad de entendimiento.

## 7. Conclusiones

- La evidencia científica disponible sobre la estimación de la edad dental en subadultos, permitió abordar los tópicos planteados brindando información útil para futuras investigaciones.
- En esta revisión, los parámetros de desarrollo (formación, calcificación y erupción dental) son los más utilizados en los procesos de estimación de edad dental en subadultos.
- Los medios diagnósticos radiográficos (panorámicos) son los más utilizados en los diferentes métodos para la estimación de la edad dental en subadultos
- El método más utilizado en las diferentes investigaciones para conocer su precisión o compararlo con otros métodos es el método de Demirjian.
- Los rangos de edad de 5-15 años fueron los más predominantes en las muestras definidas en los artículos, mientras que los menores de 5 años corresponden a la población menos estudiada.
- El sexo femenino, fue el más predominante en las muestras estudiadas.
- Los turcos, italianos, indios y chinos son las poblaciones en las que se realizaron mayor cantidad de estudios de estimación de la edad dental en subadultos.
- El método cuantitativo de Cameriere es el que presenta un mayor porcentaje de precisión entre la edad real y la edad estimada en los artículos de investigación.
- Las revisiones sobre estimación de la edad dental en subadultos permiten ser un referente para pasar del contexto teórico a lo aplicado, sobre todo en la comunidad académica y las profesiones del área de las ciencias de la salud, la Antropología y la Odontología forense.

## **8. Recomendaciones**

Se recomienda que las revisiones sobre estimación de la edad dental identifiquen y describan a profundidad los diferentes tópicos planteados, ya sea para describir y analizar a profundidad sus resultados o comparar la precisión de los métodos en diferentes poblaciones y concluir cual es el método más pertinente en el proceso de estimación de la edad.

Así mismo, se recomienda que este tipo de estudios sirvan no solo como fuente de revisión e información para futuros proyectos de investigación, sino que permitan dar paso a investigaciones más profundas, en donde se incorporen metodologías complementarias, que profundicen en análisis estadísticos más detallados, involucrando estudios a nivel nacional y de Latinoamérica en articulación con otras variables de tipo demográfico, cultural y social.

## Referencias

- Alsudairi, D., & AlQahtani, S. (2019). Probar y comparar la precisión de dos métodos de estimación de la edad dental en niños sauditas: mediciones de ápices abiertos en los dientes y el Atlas de Londres del desarrollo de los dientes. *Forensic Science International*, 226.e1-226.e9.
- Angelakopoulos, N., De Luca, S., Velandia, L., Coccia, E., Ferrante, L., Pinchi, V., & Cameriere, R. (2019). Age estimation by measuring open apices in teeth: a new formula. *International Journal of Legal Medicine*, 1529–1536.
- Aegerus. (2020). *Diferencia hay entre la edad cronológica y la edad biológica*. Obtenido de <https://aegerus.cat/que-diferencia-hay-entre-la-edad-cronologica-y-la-edad-biologica/>
- Akkaya, N., Özge, H., & Göksülük, D. (2015). Applicability of Demirjian's four methods and Willems method for age estimation in a sample of Turkish children. *Legal Medicine*, 17, 355–359.
- AlQahtani, S., Hector, M., & Liversidge, H. (2010). Brief Communication: The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption. *AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY*, 142, 481–490.
- AlQahtani, S., M, H., & Liversidge, H. (2014). Accuracy of Dental Age Estimation Charts: *AMERICAN JOURNAL OF PHYSICAL ANTHROPOLOGY*, 70–78.
- AlShahrana, I., Yassina, S., Togooa, R., & Tikareb, S. (2019). Age estimation by measurement of open apices in tooth roots: Study using Saudi Arabian samples. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 63–68.
- Alshihri, A., Kruger, E., & Tennant, M. (2015). Dental age assessment of Western Saudi children and adolescents. *The Saudi Dental Journal*, 131–136.

- Alshihri, A., Kruger, E., & Tennant, M. (2016). Dental age assessment of 4–16-year-old Western Saudi children and adolescents using Demirjian's method for forensic dentistry. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 152–156.
- Arciniega, N., Ballesteros, M., & Meléndez, A. (2013). Comparative analysis between dental, skeletal and chronological age. *Revista Mexicana de Ortodoncia*, 1, 33-37.
- Baylis, S., & Bassed, R. (2017). Precisión y exactitud de las tablas de estimación de la edad dental de uso común para la población de Nueva Zelanda. *Forensic Science International*, 223-228.
- Bagattoni, S., D'Alessandro, G., Gatto, M., & Piana, G. (2019). Applicability of Demirjian's method for age estimation in a sample of Italian children with Down syndrome: A case-control retrospective study. *Forensic Science International*, 298, 336–340.
- Balla, S., Baghirath, V., Vinay, H., & Kumar, V. (2016). Accuracy of methods of age estimation in predicting dental age of preadolescents in South Indian children. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 21-25.
- Balla, S., Karunakar, I., De Luca, S., & Cameriere, R. (2017). Validation of third molar maturity index (I3M) for discrimination of juvenile/adult status in South Indian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 2-7.
- Barrientos, G., & Heurreux, G. (2001). Determinacion de la edad de muerte a traves del analisis de la altura total de la corona dental en muestras del holoceno temprano del subeste de la region pampaneana. *Revista argentina de antropologia biologica.*, 7-21.
- Bernal, N., & Arias, M. (2007). Indicadores de maduración esquelética y dental. *Revista CES Odontología*, 20(1), 59-68.
- Black, S., Aggrawal, A., & Payne-James, J. (2010). *Age Estimation in the Living*. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, UK.

- Blenkin, M., & Taylor, J. (2012). Age estimation charts for a modern Australian population. *Forensic Science International*, 221, 106-112.
- Carranza, K. (2018). *Estimación de la edad humana basada en la medición del volumen de la pulpa dental usando tomografías computarizadas Cone-Beam*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. Madrid: Ed. Electrónica.
- Cameriere, R., Ferrante, L., & Cingolani, M. (2006). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth . *Int. J. Legal Med*, 120(1), 49–52.
- Cameriere, R., Pacifici, A., Polimeni, A., Federici, F., Cingolani, M., & Ferrante, L. (2016). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth with Bayesian calibration approach. *Forensic Science International*, 50-54.
- Cansu Kış a, H., Cansu, G., Başol, M., Murat, E., & Öztaş, B. (2020). Evaluation of the Willems and Cameriere's dental age estimation methods in Turkish children—A modified version of Cameriere's method. *Forensic Science International*, 100-105.
- Carneiro, J., Caldas, I., Afonso, A & Violante. (2015). Is Demirjian's original method really useful for age estimation in a forensic context? *Forensic Sci Med Pathol*, 216–221.
- Cattaneo, C., De Angelis, D., Ruspa, M., Gibelli, D., Cameriere, R., & Grandi, M. (2008). HOW OLD AM I? AGE ESTIMATION IN LIVING ADULTS:A CASE REPORT. *J Forensic Odontostomatol* , 27(2), 39-43.
- Cattani, A. .. (2003). *Curso Salud y desarrollo del adolescente*. Obtenido de Módulo I: Lección 1 Crecimiento y desarrollo puberal durante la adolescencia:  
<http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/manualped/crecdess.html>
- Cattel, P. (1928). *Dentition as a measure of maturity*. Obtenido de education, Harvard Monographs inHarvard Univ.Press,Cambridge,Mass:196:  
<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015007404653&view=1up&seq=1>

- Ceglia, A. (2005). *Indicadores de maduración de la edad ósea, dental y morfológica*. Obtenido de Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2005/art-12/>
- Celik, S., Zeren, C., Çelikel, A., Yengil, E., & Altan, A. (2014). Applicability of the Demirjian method for dental assessment of southern Turkish children. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 25, 1-5.
- Cericato, G., Franco, A., Vieira, M., Prado, M., & Renato, L. (2016). Correlating skeletal and dental developmental stages using radiographic parameters. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 42, 13-18.
- Chudasama, P., & Roberts, G. (2012). Dental age assessment (DAA): A study of a Caucasian population at the 13 year threshold. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 19, 22-28.
- Cimadevila, C. (2009). Estudio de la relación entre deterioro cognitivo y sintomatología depresiva en la población gallega mayor de 65 años. *Tesis Doctoral*, 294. Univ Santiago de Compostela.
- Corral, C., García, F., García, J., León, P., Herrera, A., Martínez, C., & Moreno, F. (2010). Chronological versus dental age in subjects from 5 to 19 years: a comparative study with forensic implications. *Colomb Med.*, 215-223.
- Costaa, J., Monterob, J., Serranob, S., & Albaladejob, A. (2014). Accuracy in the legal age estimation according to the third molars mineralization among Mexicans and Columbians. *Aten Primaria*, 46(1), 165-175.
- Cuenca, J. (2011). *La Identificación humana en Colombia. Avnaces y Perspectivas*. (U. N. Colombia, Ed.) Colombia.
- Cunha, E., E, B., Martrille, L., Ramsthaler, L., Prieto, J., Schuliar, Y., . . . Cattaneo, C. (2009). El problema del envejecimiento de los restos humanos y los individuos vivos: una revisión. *Ciencia forense internacional*, 1-13.

- Cusminsky, M., Lejarraga, H., Mercer, R., Martell, M., & Fescina, R. (1993). *Manual de Crecimiento y desarrollo del niño*. Argentina: Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.
- Dabas, C., & Sharma, S. (2014). Papel de los parámetros de desarrollo físico en la determinación de años de juveniles: un estudio de investigación. *Revista de medicina forense y toxicología*, 31(1), 29-31.
- Dasgupta, P., & Hauspie, R. (2013). *Perspectives in Human Growth, Development and maturation*. Springer Science & Business Media.
- De Luca, S., Pacifici, A., Pacifici, L., & Polimeni, A. (2016). Third molar development by measurements of open apices in an Italian sample of living subjects. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 36-42.
- Dehghania, M., Shadkamb, E., Ahraric, F., & Dehghanic, M. (2018). Age estimation by canines' pulp/tooth ratio in an Iranian population using digital panoramic radiography. *Forensic Science International*, 44-49.
- Deitos, A., Costa, C., Crosato, E., & Gali, I. (2015). Age estimation among Brazilians: Younger or older than 18? *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 111-115.
- Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. (May de 1973). A new system of dental age assessment. *Human Biol*(45), 211.
- Desántolo, B., & Inda, A. M. ( julio-diciembre de 2016). ESTIMACIÓN MICROSCÓPICA DE EDAD A PARTIR DE LA ZONA CORTICAL DEL FÉMUR EN INDIVIDUOS ADULTOS: REVISIÓN METODOLÓGICA. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 18(2), pp. 1-12.
- Dietrich, M., Jürgen, N., Christine, O., & Klaus, R. (2004). *METODOLOGÍA GENERAL DEL ENTRENAMIENTO INFANTIL Y JUVENIL*. Barcelon: Editor Service, S.L.

- Elshehawi, W., Alsaffar, H., Roberts, G., Lucas, V., McDonald, F., & Camilleri, S. (2016). Dental age assessment of Maltese children and adolescents. Development of a reference dataset and comparison with a United Kingdom Caucasian reference dataset. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 27-33.
- Esan, T., & Schepartzb, L. (2018). Accuracy of the Demirjian and Willems methods of age estimation in a Black Southern African population. *Legal Medicine* (31), 82–89.
- Espina, A., Ferreira, J., Céspedes, M., Barrios, F., Ortega, A., & Maldonado, Y. (2007). *Empleo de la edad dental y la edad ósea para el cálculo de la edad cronológica con fines forenses, en niños escolares con alteraciones en el estado nutricional, en Maracaibo, Estado Zulia: estudio preliminar*. Obtenido de Acta Odontol Venez. [serie en Internet]: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-)
- Espina, Á., Ortega, A., Barrios, F., Maldonado, Y., & Ferreira, J. (2007). Variables métricas y angulares de la rama mandibular en radiografías panorámicas, como indicadores de la edad cronológica. *Investigación Clínica*, 403-418.
- Espinoza, A. (2016). RELACIÓN ENTRE LA EDAD DENTAL UTILIZANDO EL MÉTODO DE DEMIRJIAN Y LA EDAD CRONOLÓGICA EN UNA POBLACIÓN DE 4 A 16 AÑOS. *Rev. Salud & Vida Sipanense*, 3(2), 21 -28.
- Faini, E. (1988). Indicadores de maduración esquelética. edad ósea, dental y morfológica. *Revista cubana ortodoncia*, 121-125.
- Ferreira, K., Castro, S., & Priore, S. (2006). Influencia de las etapas de maduración sexual en el estado nutricional, antropometría y composición corporal en adolescentes. *Revista Brasileña de Salud Materno Infantil*, 6(4), 375-382.

- Flood, S., Franklin, D., Turlach, B., & McGeachie, J. (2013). A comparison of Demirjian's four dental development methods for forensic age estimation in South Australian sub-adult. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20, 875-883.
- Foti, B., Lalys, L., Adalian, P., Giustiniani, J., & Maczel, M. (2003). New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. *Forensic Sci Int*, 49-56.
- Fuentes, R. (2014). Eficacia del Método Ubelaker y Demirjian en la estimación de la edad a través del estudio de las piezas dentarias en sujetos subadultos". *TESIS Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista*. Lima-Peru.
- Galić, I., Vodanović, M., Cameriere, R., Nakaš, E., Galić, E., Selimović, E., & Brkić, H. (2011). Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian–Herzegovian children age groups 6–13. *Int J Legal Med*, 315–321.
- Galića, I., Pacificib, A., Carboneb, D., Pacificib, L., & Jerončić, A. (2017). Age estimation by the Cameriere's normalized measurements (CNM) of the single permanent mandibular tooth on a panoramic radiograph. *Legal Medicine*, 65-72.
- Garamendi, P., & Landa, M. (2003). Estimación forense de la edad en torno a 18 años. *Revisión bibliográfica. Cuaderno de Medicina Forense*, 13-24.
- Garamendi, P., & Landa, M. (2010). Determinación de la edad mediante la radiología. *REVISTA ESPAÑOLA DE MEDICINA LEGAL*, 36(1), 3-13.
- García, J., Reding, A., & López, J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 217-224.
- Gelbrich, B., Carl, C., & Gelbrich, G. (2020). Comparison of three methods to estimate dental age in children. *Clinical Oral Investigations*, 469–2475.

- Geneser, F. (2008). *Histología sobre bases biomoleculares* (Tercera edición. ed.). Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana.
- Gómez, M., Perea, B., Sánchez, J., & Labajo, E. (2006). Nueva metodología para determinar la edad en el adulto mediante el estudio de la transparencia radicular. *Revista de la Escuela de Medicina Legal*, 14-27.
- Gómez, R., Arrudaa, M., Hobolda, E., Abellac, Camargoa, C., Martínez, C., & Cossio, M. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(4).
- Gonzalez, G. (2007). *Determinación de la edad en adultos mediante un método dental. Aplicación y análisis*. Obtenido de Tesis Doctoral.:  
<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/1510/16682932.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez, G. (2007). *Determinantes de la edad en adultos mediante un método dental Aplicación y Análisis*. Obtenido de  
<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/1510/16682932.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez, G. (2011). *Estimación de la edad dental*. Editorial Academica Espanola.
- González, M., Guerrero, P., & Gutiérrez, F. (2017). Métodos de estimación de la edad dental. *Revista Tame*, 16(6), 589-593.
- Grant, Muñoz, & Lopez. (2015). Restos humanos subadultos: cuestiones prácticas en antropología forense. En S. M.C, *Patología y antropología forense de la muerte: la investigación científica judicial de la muerte y la tortura, desde las fosas clandestinas, hasta la audiencia pública*. Bogotá D.C: Forensic Publisher®. Obtenido de  
[https://www.academia.edu/36031291/M%C3%A1rquez-Grant\\_Mu%C3%B1oz\\_Villarreal\\_L%C3%B3pez-Costas.\\_2016.\\_Restos\\_humanos\\_subadultos\\_Cuestiones\\_pr%C3%A1cticas\\_en\\_antropolog](https://www.academia.edu/36031291/M%C3%A1rquez-Grant_Mu%C3%B1oz_Villarreal_L%C3%B3pez-Costas._2016._Restos_humanos_subadultos_Cuestiones_pr%C3%A1cticas_en_antropolog)

%C3%ADa\_forense.\_In\_Sanabria\_Medina\_C\_editor.\_antropolog%C3%ADa\_y\_patolog%C3%ADa\_forense\_d

- Griffin, R., Penkman, A., Mood, A., & Collins, M. (2010). The impact of random natural variability on aspartic acid racemization ratios in enamel from different types of human teeth. *Forensic Science International*, 200, 148–152.
- Guerra, A. (2005). *Odontostomatología Forense*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Hackman, L., & Black, S. (2013). Age Estimation from Radiographic Images of the Knee. *Forensic Science International*, 732–737.
- Hägg, U., & Taranger, J. (1982). Maturation Indicators and the Pubertal Growth Spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*(82), 299-309.
- Hartnett-McCann, K., Fulginiti, I., & Seidel, A. (2017). Adult Age-at-Death Estimation in Unknown Decedents: New Perspectives on an Old Problem. En k. Latham, E. Bartelink, & M. (. Finnegan, *New Perspectives in Forensic Human Skeletal Identification* (págs. 65-85). Academic Press.
- Heather, E. (2013). Estimación de la ascendencia utilizando características morfológicas dentales. *J Ciencia forense*. 2013 ene; 58 (Supl. 1): S3 – S8.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3548042/>.
- Irwin, L., Siddiqi, A., & Hertzman, C. (2007). *Desarrollo de la Primera Infancia:Un Potente Ecuilizador*. Para la Comisión sobre los Determinantes Sociales de la Salud de la Organización Mundial de la Salud. Vancouver, BC V6T 1Z3: Human Early Learning Partnership (HELP).
- Jatti, D., Kantaraj, Y., Nagaraju, R., Janardhan, S., & Nataraj, S. (2020). Age estimation by measuring open apices of lower erupted teeth in 12e16 years olds by radiographic evaluation. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 430-434.

- Jayaraman, J., Roberts, G., King, N., & Wonga, H. (2012). Dental age assessment of southern Chinese using the United Kingdom Caucasian reference dataset. *Forensic Science International*, 216, 68–72.
- Jimenez, P., & Quirós, L. (2017). DETERMINACIÓN FORENSE DE LA EDAD EN INDIVIDUOS VIVOS. *Medicina Legal de Costa Rica*, 34(2).
- Jylhävä, J., Pedersen, N., & Hägg, S. (2017). Predictores de edad biológica. *EBioMedicine*(21), 29–36.
- Karkhanis, S., Mack, P., & Franklin, D. (2015). Estándares de estimación de la edad dental para una población de Australia Occidental. *Forensic Science International*, 509.e1-509.e9.
- Khan, M., Ibrahim, N., Al-Amery, S., & John, J. (2019). Juvenile versus adult: A new approach for age estimation from 3-. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 1-7.
- Khan, M., Ibrahima, N., & Al-Amerya, S. (2020). A novel method of age estimation in children using three-dimensional surface area analyses of maxillary canine apices. *Legal Medicine*, 148-152.
- Kurniawan, A., Rizky, S., Agitha, A., Sylvia, M., Utomo, H., & Chusida, H. (2020). The applicability of Willems dental age estimation method for Indonesian children population in Surabaya. *Kurniawan et al. Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 10-15.
- Khan, M., Ibrahima, N., & Al-Amerya, S. (2020). A novel method of age estimation in children using three-dimensional surface area analyses of maxillary canine apices. *Legal Medicine*, 148-152.
- Kırzioğlu, Z., & Ceyhan, D. (2012). Accuracy of different dental age estimation methods on Turkish children. *Forensic Science International*, 216, 61–67.
- Krailassiri, S., Anuwongnukroh, N., & Dechkunakorn, S. (2002). Relationship between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in thai individuals. *Angle Orthod*, 155-166.

- Krenzer, U. (2006). *Compendio de metodos antropologicos forenses para la reconstruccion del perfil osteo biologico*. (C. d. (CAFCA)., Ed.) Obtenido de <https://www.ziviler-friedensdienst.org/de/publikation/compendio-de-metodos-antropologico-forenses-para-la-reconstruccion-del-perfil-osteo-biologico>
- Lillo, J. (2004). Growth and behaviour in the adolescence. *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría* (90).
- López, A. (2019). Memoria del Trabajo de Fin de Grado en Biología. *Revisión bibliográfica: Métodos comunes para la estimación de la edad biológica*.
- Lopez, M. (13 de julio de 2012). ANÁLISIS DE IMAGEN PARA DETERMINACIÓN DE EDAD Y SEXO EN PUBIS, EN UNA MUESTRA DE TOMOGRAFÍA AXIALCOMPUTARIZADA DE SUJETOS ADULTOS VIVOS. *Tesis Doctoral*. Granada, España: Universidad de Granada, Facultad de Medicina, Departamento de Medicin Legal, Toxicologia y Antropologia Fisica.
- Maldonado, M., & Briem, A. (2013). Metodos para esimacion de la edad dental: un constante desafio para el odontologo forense. *Gac. Int. cienc. forence*, 12-22.
- McCloe, D., Marion, I., Fonseca, M., Colvard, M., & AlQahtanic, S. (2018). Estimación de la edad de los niños hispanos utilizando el Atlas de Londres. *Forensic Science International*, 332.e1-332.e6.
- Mansilla, M. (2000). ETAPAS DEL DESARROLLO HUMANO. *Revista de Investigación en Psicología*, 3(2), 105-116.
- Marshall, W. (1974). Interrelaciones de maduración esquelética, desarrollo sexual y crecimiento somático en el hombre. *Annals of Human Biology*, 1, 29-40. Obtenido de recuperado de [:https://doi.org/10.1080/03014467400000031](https://doi.org/10.1080/03014467400000031)
- Marshall, W., & Tanner, J. (1969). Variations in Pattern of Pubertal Changes in Girls. *Arch Dis Child*, 44(235), 291–303.

- Marshall, W., & Tanner, J. (1970). Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. *Arch Dis Child*, 45(239), 13-23.
- Martin, S. (2005). Estimación de la edad a través del estudio dentario. *Ciencia forense: Revista aragonesa de medicina legal*, 69-90.
- Martinez, V., & Ortega, A. (2017). Comparación de los métodos de Nolla, Demirjian y Moorrees en la estimación de la edad dental con fines forenses. *Revista Odontológica Mexicana*, 21(3), 155-164.
- May, L., Shian, A., Durward, C., & Jayaraman, J. (2020). A method of estimating age of undocumented children and young adults of different socioeconomic status in Cambodia. *Heliyon*, 6, 34-36.
- Medina, C. (2011). *COMPARACION DE CINCO MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE MADURACIÓN DENTAL EN UN GRUPO DE NIÑOS VENEZOLANOS*. Obtenido de Research Gate: [https://www.researchgate.net/publication/308895637\\_COMPARACION\\_DE\\_CINCO\\_METODOS\\_DE\\_ESTIMACION\\_DE\\_MADURACION\\_DENTAL\\_EN\\_UN\\_GRUPO\\_DE\\_NINOS\\_VENEZOLANOS](https://www.researchgate.net/publication/308895637_COMPARACION_DE_CINCO_METODOS_DE_ESTIMACION_DE_MADURACION_DENTAL_EN_UN_GRUPO_DE_NINOS_VENEZOLANOS)
- Meinl, A. (December de 2007). The application of dental age estimation methods: comparative validity and problems in practical implementation. *DOCTORAL THESIS*. Vienna : Department of Anthropology University of Vienna .
- Moorrees, C., Fanning, E., & Hunt, E. (1963). Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res*, 42(6), 1490-1502.
- Moze, K., & Roberts, G. (2012). Dental age assessment (DAA) of Afro-Trinidadian children and adolescents. Development of a Reference Dataset (RDS) and comparison with Caucasians resident in London, UK. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 19, 272-279.

- Nigro, L., Haltenhoff, R., Lascalab, C., Velandia, L., & Cameriere, R. (2018). Age estimation: Cameriere's open apices methodology accuracy on a southeast Brazilian sample. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 164-168.
- Nolla, C. (1960). The development of the permanent teeth. *J Dent Child*, 27, 254-266.
- Ndiaye, M., Soumboundou, S., Douch, H., Lecor, P., Ly-Ba, A., & Toure, B. (2020). Aplicabilidad de los estadios de Demirjian y el índice de maduración del tercer molar de Camérière (IM3) para estimar la mayoría de edad en una población senegalesa. Los estadios de Demirjian y el índice de madurez del tercer molar de Camérière para estimar la. *Revista de Medicina Legal*, 55-62.
- Ohtani, S., ITO, R., Arany, S., & Yamamoto, T. (2005). Racemización en el esmalte entre diferentes tipos de dientes de un mismo individuo. *Revista Internacional de Medicina Legal*, páginas 66 - 69 .
- Ortega, A., & Silú Pi, M. (2020). Comparison of the Willems I and Willems II methods for forensic age estimation in Venezuelan children . *Rev Esp Med Legal*, 4-11.
- Ozverena, N., & Serindereb, G. (2018). Comparison of the applicability of Demirjian and Willems methods for dental age estimation in children from the Thrace region, Turkey. *Forensic Science International*, 285, 38–43.
- Ozverena, N., Serindereb, G., & Cameriere, R. (2019). A comparison of the accuracy of Willems' and Cameriere's methods based on panoramic radiography. *Forensic Science International*, 109-112.
- Panchbhai, A. (2011). Dental radiographic indicators, a key to age assessment. *Dentomaxillofacial Radiology*, 40(4), 199-212.

- Pavlovi, S., Pereirab, C., Vargas, R., & Santosd, S. (2017). Age estimation in Portuguese population: The application of the London atlas of tooth development and eruption. *Forensic Science International*, 97–103.
- Peinado, L., Garzón, D., & Cárdenas, R. (2009). Proceso biológico del desarrollo epifisario: aparición y formación del centro secundario de osificación. *Rev cubana Ortop Traumatol*, 23(2).
- Peña, C. ...-P. (2010). Estimación de la edad dental usando el método de Demirjian en niños peruanos. Facultad De Odontología. UNMSM. Lima-Peru. Obtenido de TESIS Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista.
- Pinchi, V., De Luca, F., Focardi, M., Pradella, F., Vitale, G., Ricciardi, F., & Aristide, G. (2016). Combining dental and skeletal evidence in age classification: Pilot study in a sample of Italian sub-adults. *Legal Medicine*, 75–79.
- Pongo, C., Anzulovićb, D., Benedictoa, E., & Galićb, I. (2019). Accuracy of four dental age estimation methodologies in Brazilian and Croatian children. *Science & Justice*, 442–447.
- Portero, N., Azahara, M., Trujillo, & J, M. (2016). Estimación de la edad ósea, mediante el análisis carpal. En J. Gázquez, M. Molero, M. Perez, M. Simos, A. Barragan, & A. Martos, *Perspectivas y Analisis de la Salud* (págs. 31- 36). ASUNIVEP.
- Prieto, J., & Abenza, J. (1998). Métodos para valorar la edad en el adolescente. *Rev Esp Med Leg*, 45-50.
- Prieto, J., Barbería, E., Ortega, R., & Magaña, C. (2005). Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int J Legal Med*, 349-354.
- Restrepo, E., Rojas, A., & Saade, M. (2017). *Antropología hecha en Colombia*. Editorial Universidad del Cauca.

- Ricalde, L., Rodriguez, B., Pinzon, A., Perez, L., & Gonzalez, P. (2015). Precision del metodo de Morrees en la prediccion de la edad cronologica en pacientes pediatricos. *Revista Odontologica Latinoamericana*, 47-51.
- Rissech, C. (2008). *Estimacion de la edad biologica de los restos sudadultos*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/28242183\\_Estimacion\\_de\\_la\\_edad\\_biologica\\_de\\_los\\_restos\\_subadultos](https://www.researchgate.net/publication/28242183_Estimacion_de_la_edad_biologica_de_los_restos_subadultos)
- Rissech, C. (2010). Estimacion de la edad biologica de los restos subadultos. *Nasciturus*.
- Ritz-Timme, S., Cattaneo, C., Collins, M., Waite, E., Schütz, H., Kaatsch, J., & Borrman, H. (2000). Age estimation: The state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. *J Legal Med*, 129-36.
- Rodríguez, J. (2003). Edad y desarrolló dental. *Dientes y diversidad humana- avances de la antropología dental*. Colombia: Editora Guadalupe Ltda.
- Rodriguez, J. (2010). La antropologia forense en la identificacion humana. En J. Rodriguez. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/1418/>
- Sarkar, S., & Kailasam, S. (2013). Accuracy of estimation of dental age in comparison with chronological age in Indian population e A comparative analysis of two formulas. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20, 230-233.
- Schaefer, M., Geske, N., & Cunningham, C. (2017). A Decade of Development in Juvenile Aging. En K. Latham, E. Bartelink, & M. (. Finnegan, *New Perspectives in Forensic Human Skeletal dentification*. Academic Press.
- Schmeling, A., Geserick, G., Reisinger, W., & Olze, A. (2007). Age estimation. *Forensic Science International*, 178–181.

- Schmeling, A., Grundmann, C., Fuhrmann, A., Kaatsch, H., Knell, B., Ramsthaler, F., . . . Geserick, G. (2008). Criteria for age estimation in living individual. *International Journal of Legal Medicine*, 457-460.
- Schmelinga, A., Geserick, G., Reisinger, & Olze, A. (2007). *Age estimation*. Obtenido de sciencedirect: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.05.016> Get rights and content
- Schmidt, S., Vieth, V., Timme, M., Dvorak, J., & Schmeling, A. (2015). Examination of ossification of the distal radial epiphysis using magnetic resonance imaging. New insights for age estimation in young footballers in FIFA tournaments. *Science & Justice*, 139-144.
- Schour, I., & Massler, M. (1941). The development of the human dentition. *JADA.*, 1153-1160.
- Schulz, R., Mühler, M., Reisinger, W., Schmidt, S., & Schmeling, A. (2008). Radiographic staging of ossification of the medial clavicular epiphysis. . *International Journal of Legal Medicine*, 55-58.
- Séguy, I., Courgeau, D., Caussin, H., & Buchet, L. (2019). *Edad civil, edad social y edad biológica*. (A. M. Concepts, Ed.) Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/333131302\\_Edad\\_civil\\_edad\\_social\\_y\\_edad\\_biologica](https://www.researchgate.net/publication/333131302_Edad_civil_edad_social_y_edad_biologica)
- Sepulveda, C., & Mericq, V. (2011). Regulatory mechanisms of normal and variants of puberty. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 22(1), 27-38.
- Silveira, A., Jacomettib, V., & AlQahtanic, S. (2020). Age estimation of Brazilian individuals using the London Atlas. *Archives of Oral Biology*, 104-105.
- Tanner, J. (1986). Crecimiento normal y técnicas de evaluación del crecimiento. En R. R. Editado por MO Savage (Ed.), *Clínicas en Endocrinología y Metabolismo, Parte del número especial: Trastornos del Crecimiento* (Vol. 15, págs. 411-451).

- Tanner, J., Whitehouse, R., Marshall, W., Healy, M., & Goldstein, H. (1975). *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. Londres: Academic.
- Thiemann, H.-H., Nitz, I., & Schmeling, A. (2006). *Röntgenatlas der normalen Hand im Kindesalter. Stuttgart, Alemania: Thieme.*
- Tineo, F., Espina, A., Barrios, F., Ortega, A., & Ferreira, J. (2006). Estimación de la edad cronológica con fines forenses, empleando la edad dental y la edad ósea en niños escolares en maracaibo, estado zulía. *Acta odontol. venez v, 44(2)*.
- Tiol, A., & González, V. (2018). Criterios odontológicos en la identificación forense de subadultos. *Revista ADM, 75, 322-325.*
- Toledo, G., & Otaño, R. (2011). Correlación entre las edades cronológica y ósea en pacientes de ortodoncia. *Revista Cubana de Estomatología, 22-28.*
- Ubelaker, D. (1999). *Human Skeletal Remains* (3 ed; Vol. 172). Washington.
- Ubelaker, D. (2018). Capítulo 7 - Estimación de la edad inmadura a partir de la dentición. En k. Latham, & E. F. Bartelink (Edits.), *Nuevas perspectivas en la identificación forense del esqueleto humano* (págs. 61-64). Copyright © 2018 Elsevier Inc.
- Ubelaker, D., & Khosrowshahi, H. (2019). Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *FORENSIC SCIENCES RESEARCH, 4(1), 1-9.*
- UNAM . (1987). *Estudios de antropología biológica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vargas, E., & Espinoza, a. (2013). Tiempo y edad biológica. *R. Arbor, 189 (760)*.
- Vilcapoma, H. (2012). Método dental modificado para la estimación de la edad en individuos adultos. *Odontol. Sanmarquina, 15(2), 27-30.*
- Viol, M. (1990). Welches ist das beste Referenzkriterium für das «Biologische Alter»? *SHB, Erfurt.*

- Wanga, J., Baia, X., Wanga, M., Zhoua, Z., Biana, X., Qiua, C., . . . Taoa, J. (2018). Applicability and accuracy of Demirjian and Willems methods in a population of Eastern Chinese subadults. *Forensic Science International*, 90-96.
- White, T., Black, M., & Folkens, P. (2012). *The human osteology*. Elsevier Academic Press.
- Wild, R. (2011). *Etapas del Desarrollo*. Barcelona: Herder Editorial, SL, Barcelona.
- Willems, G. (2001). Review of the most commonly used dental age estimation techniques. . *J Forensic Odontostomatol* , 9-17.
- Willems, G., Van Olmen, A., Spiessens, B., & Carels, C. (2002). Dental Age Estimation in Belgian Children: Demirjian's Technique Revisited. *JOURNAL OF FORENSIC SCIENCES*, 46(4), 893–895.
- Willems, G., VanOlmen, A., Spiessens, B., & Carels, C. (2001). Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J. Forensic Sc*, 46(4), 893–895.
- Wutscherk, H (1974). Die Bestimmung des biologischen Alters. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 159-170.
- Ye, X., Jiang, F., Sheng, X., Huang, H., & Shen, X. (2014). Dental age assessment in 7–14-year-old Chinese children: Comparison of Demirjian and Willems methods. *Forensic Science International*, 36–41.
- Zhai, Y., Park, H., Han, J., Wang, H., Ji, F., Tao, & J. (2016). Dental age assessment in a northern Chinese population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 43-49.
- Zurita, C., & Fuentes, A. (2009). CORRELACIÓN ENTRE RESULTADOS DE RADIOGRAFÍA CERVICAL LATERAL Y RADIOGRAFÍA DE MANO-MUÑECA EN LA ESTIMACIÓN DE EDAD OSEA EN NIÑAS. *Revista chilena de radiología*, 15(1), 39-45.



