Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Odontología
Unidad de Posgrado

Análisis del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana

TRABAJO ACADÉMICO

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en Odontología Forense

AUTOR

Katherine Lisetty HERRERA COTRINA

ASESOR

Dr. Hugo Humberto CABALLERO CORNEJO

Lima - Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Herrera K. Análisis del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana [Trabajo académico de segunda especialidad]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Unidad de Posgrado; 2026.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Katherine Lisetty Herrera Cotrina
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47681650
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7574-2509
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Hugo Humberto Caballero Cornejo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09457351
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7901-8523
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Suárez Canlla
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	21552481
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Janet Kely Tenorio Estrada
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	44542819
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Yaneth Carol Larico Apaza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	44960983
Datos de investigación	
Línea de investigación	B.3.2.4. Odontología legal y forense
Grupo de investigación	No aplica.

Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Cercado de Lima Latitud: -12.053963 Longitud: -77.086092
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2019-2026
URL de disciplinas OCDE	Ciencia forense https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.05.01 Odontología, Cirugía oral, Medicina oral https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.14

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
UNIDAD DE POSGRADO

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA N° 0008-FO-UPG-2026

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN ODONTOLOGÍA FORENSE

Siendo las 11:00 horas del miércoles 25 de febrero de dos mil veintiséis, en el Auditorio "Horacio Wells" de la Facultad de Odontología, el Jurado de Sustentación conformado por los docentes:

- **Presidente** : Dr. Carlos Alberto Suárez Canlla
- **Miembro** : Dra. Esp. Janet Kely Tenorio Estrada
- **Miembro** : Dra. Yaneth Carol Larico Apaza
- **Miembro Asesor** : Dr. Hugo Humberto Caballero Cornejo

Se reunieron para la sustentación del trabajo académico titulado: **"ANÁLISIS DEL MÉTODO CAMERIERE PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL EN EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN HUMANA",** presentado por la C.D. **Katherine Lisetty Herrera Cotrina**, egresada del Programa de la Segunda Especialidad Profesional en Odontología Forense, desarrollado en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Odontología.

Concluida la sustentación, los miembros del jurado procedieron a formular sus preguntas las que fueron absueltas por la titulando. Acto seguido, se procedió con la evaluación correspondiente. En forma colegiada, el jurado asigno la calificación de:

Letras	Número	Escala
Veinte	20	Aprobado por excelencia

Habiendo sido aprobada la sustentación del trabajo académico, el Jurado de Sustentación recomienda al Consejo de Facultad apruebe el otorgamiento del Título de Segunda Especialidad Profesional en Odontología Forense a **Doña Katherine Lisetty Herrera Cotrina.**

Siendo las 11:00 horas, se levantó la sesión. Se deja constancia del acto, mediante las firmas del Jurado de Sustentación y Asesor del Trabajo Académico en la presente acta.

Dr. Carlos Alberto Suárez Canlla
Presidente

Dra. Esp. Janet Kely Tenorio Estrada
Miembro

Dra. Yaneth Carol Larico Apaza
Miembro

Dr. Hugo Humberto Caballero Cornejo
Miembro Asesor

Nota: La calificación se consigna en letras, números y nivel, de acuerdo con el Reglamento General de Estudios de Posgrado.

El resultado de la calificación de la sustentación de tesis corresponderá a uno de los siguientes niveles

- 20 : Aprobado por excelencia
- 18 – 19 : Aprobado por destacado
- 16 – 17 : Aprobado por logro
- 14 - 15 : Aprobado
- 0 – 13 : Desaprobado

El promedio de la calificación con fracción de 0.5 o más, se redondea al entero inmediato superior.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Hugo Humberto Caballero Cornejo en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la UPG N°0366-FO-UPG-2019 del trabajo académico, cuyo título es "ANÁLISIS DEL MÉTODO CAMERIERE PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL EN EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN HUMANA" presentado por la CD. Katherine Lisetty Herrera Cotrina para optar el título de Segunda Especialidad Profesional en Odontología Forense.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 2 % de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título de Segunda Especialidad Profesional en Odontología Forense.

Lima, 16 de abril de 2026

Firma del Asesor:

DNI: 09457351

Nombres y Apellidos del asesor: Hugo Humberto Caballero Cornejo

TÍTULO DEL TRABAJO ACADÉMICO

ANÁLISIS DEL MÉTODO CAMERIERE PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD DENTAL EN EL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN HUMANA

JURADO DE SUSTENTACIÓN

A:

Dios, por guiarme y permitirme llegar hasta esta instancia tan significativa de mi profesión, por darme bienestar y resistencia para alcanzar mis propósitos.

Mis padres, Lorena y Rolando, por su respaldo absoluto, por su confianza en mí y sobre todo por su amor.

Mis hermanos, Karen y Cristhian, por su hermandad y apoyo incondicional.

Mis pequeños sobrinos Ian y Maia, por ser luz y compañía en los días difíciles, les dedico este logro con todo mi afecto.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, el Dr. Hugo Humberto Caballero Cornejo, mi extensa gratitud, por su apoyo, su orientación y sugerencias que fueron de gran relevancia en la realización de la presente investigación.

Al Dr. Freddy Campos Soto, gracias por su guía en el ámbito estadístico para la ejecución de este proyecto.

Índice de contenidos

Portada i

Título ii

Veredicto del Jurado iii

Dedicatoria iv

Agradecimiento v

Índice de contenidos vi

Índice de tablas viii

Índice de gráficos ix

Índice de figuras x

Resumen xi

Abstract xii

Introducción xiii

CAPÍTULO I. OBJETIVOS 1

1.1 Objetivo general 1

1.2 Objetivos específicos 1

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 3

2.1 Antecedentes de la investigación 3

2.2 Bases teóricas 22

2.2.1 Desarrollo dentario 22

2.2.2 Factores que influyen en la formación y erupción dentaria 27

2.2.3 Foramen apical 29

2.2.4 Odontología legal y forense 30

2.2.5 Identificación odontológica 33

2.2.6 Edad dentaria y su estimación, en el contexto legal y forense 34

2.2.7 Método Cameriere para la estimación de la edad dentaria 39

2.2.8 Base legal relacionada a la estimación de la edad.....42

2.3 Definiciones conceptuales 44

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....48

3.1 Tipos de estudio 48

3.2 Método de estudio.....48

3.3 Criterios de selección.....49

3.4 Buscadores académicos 49

3.5 Procesamiento de datos.....50

CAPÍTULO IV. RESULTADOS 51

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN 69

CONCLUSIONES.....76

RECOMENDACIONES 78

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana 51
Tabla 2. Validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica 53
Tabla 3. Frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio 55
Tabla 4. Distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación 56
Tabla 5. Distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación.....57
Tabla 6. Distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación 58
Tabla 7. Buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados .59
Tabla 8. Metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas 60
Tabla 9. Distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados.....61
Tabla 10. Rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas 62
Tabla 11. Distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas 63
Tabla 12. Unidad de análisis utilizada en las investigaciones examinadas 65
Tabla 13. Programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados 67

Índice de gráficos

Gráfico 1. Análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana 51
Gráfico 2. Validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica 54
Gráfico 3. Frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio 55
Gráfico 4. Distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación 56
Gráfico 5. Distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación .57
Gráfico 6. Distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación 58
Gráfico 7. Buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados 59
Gráfico 8. Metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas.....60
Gráfico 9. Distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados.....61
Gráfico 10. Rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas 62
Gráfico 11. Distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas..64
Gráfico 12. Unidad de análisis utilizada en las investigaciones examinadas.....66
Gráfico 13. Programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados 68

Índice de figuras

Figura 1. Medición en dientes unirradiculares del Método Cameriere 39
Figura 2. Medición en dientes multirradiculares del Método Cameriere.....40

RESUMEN

El objetivo del presente Trabajo Académico fue analizar la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana. Para ello, se revisaron investigaciones publicadas entre los años 2006 y 2025, considerando sus características metodológicas, muestras, fórmulas empleadas y precisión de los indicadores. Los resultados evidenciaron una notable heterogeneidad entre los estudios, observándose variabilidad en los rangos de edad evaluados, aunque la mayoría de estudios se concentró en el grupo de 5 a 16 años, etapa clave del desarrollo dentario. La distribución por sexo fue desigual, con predominio de participantes mujeres (46%) y sólo un 14% de estudios con equilibrio entre hombres y mujeres. India concentró el mayor número de investigaciones (30%), y se observó una tendencia al uso de ortopantomografías digitales. También se identificó diversidad en los programas de análisis, con un 36% de estudios que no lo reportó. En cuanto a la validez del método Cameriere, el 54% de las investigaciones lo consideró válido, mientras que el 16% lo clasificó como no válido y el 30% no precisó conclusiones. Además, el 52% de los estudios reportó diferencias significativas entre la edad dental estimada y la cronológica, el 18% no encontró diferencias y un 30% no lo informó. En conclusión, aunque el método Cameriere es útil y mayoritariamente valorado como válido, la variabilidad metodológica y de reporte limita la comparabilidad de los resultados; por lo que, se recomienda estandarizar procedimientos y mejor el detalle del reporte para fortalecer su validez en el ámbito forense.

Palabras Clave: Método Cameriere. Edad dental. Identificación humana.

ABSTRACT

The aim of this Academic work was to analyze the scientific evidence from research concerning the validity of the Cameriere method for estimating dental age in the human identification process. To this end, studies published between 2006 and 2025 were reviewed, considering their methodological characteristics, samples, formulas used, and the precision of the indicators. The results revealed considerable heterogeneity among the studies, with variability observed in the age ranges evaluated, although most studies focused on the 5- to 16-year-old group, a key stage in dental development. The distribution by sex was uneven, with a predominance of female participants (46%) and only 14% of studies showing a balance between men and women. India accounted for the largest number of studies (30%), and a trend toward the use of digital orthopantomograms was observed. Diversity in the analysis software was also identified, with 36% of studies not reporting it. Regarding the validity of the Cameriere method, 54% of the studies considered it valid, while 16% classified it as invalid, and 30% did not provide any conclusions. Furthermore, 52% of the studies reported significant differences between estimated dental and chronological age, 18% found no differences, and 30% did not report any differences. In conclusion, although the Cameriere method is useful and largely considered valid, methodological and reporting variability limits the comparability of the results. Therefore, it is recommended to standardize procedures and improve the detail of the reporting to strengthen its validity in the forensic field.

Keywords: Cameriere method. Dental age. Human identification.

INTRODUCCIÓN

La odontología forense es aquella ciencia y arte que aplica los conocimientos odontológicos al ámbito legal y ético, lo que implica la exploración, la conducción, la estimación y/o la exposición de la evidencia bucodento maxilo-mandibular y craneofacial. Esta ciencia engloba temas cruciales para las pesquisas judiciales, como la estimación de la edad, responsabilidad profesional, maltrato de infantes, recopilación de evidencia odontológica en crímenes sexuales, entre otros.1

Entre estas aplicaciones, la estimación de la edad constituye un parámetro especialmente relevante dentro de las ciencias forenses, sobre todo en el proceso de la identificación humana.2 Este procedimiento trascendental en la práctica forense, puede aplicarse tanto en individuos vivos como en cadáveres, en escenarios de desastres individuales o masivos.3,4 Además, es un criterio fundamental en procesos de responsabilidad civil y penal,5 y suele ser requerido en casos de hallazgos de cuerpos no identificados,6 ausencia de documentos oficiales (como certificados de nacimiento), situaciones de custodia, matrimonio, determinación de responsabilidad penal, adopción o inmigración ilegal, entre otros; 3,4 por otra parte, la estimación de la edad puede efectuarse mediante métodos antropológicos, odontológicos y/o psicológicos.2

Es así que, el acto de estimar la edad supone una parte imprescindible en la medicina forense, la odontología clínica y la arqueología. Y, desde la perspectiva legal, se requiere que este proceso sea valorado adecuada y confiablemente.7 En este contexto, los dientes se han convertido en uno de los tejidos más utilizados,8 ya que atraviesan diversas etapas de desarrollo durante los primeros 25 años de vida,9 con un crecimiento fuertemente determinado por factores genéricos y menos afectado por variables ambientales que el desarrollo óseo.10 Esta menor variabilidad, junto con su resistencia a las agresiones externas y a la descomposición post-mortem, permite que los dientes se conserven sin distorsiones, convirtiéndolos en indicadores confiables de madurez y por ende, herramientas valiosas en la estimación de la edad. 8,11,12

A lo largo del tiempo se han propuesto múltiples métodos para estimar la edad dental,13 los cuales pueden agruparse en no invasivas - prácticas e inocuas - basadas

en la maduración dental inicial, formación coronaria, desarrollo radicular, erupción y medición dentaria,12,14 y en invasivas, que requieren mayor complejidad y recursos, y cuya precisión se limita a ciertos rangos etarios, estos incluyen análisis de biomarcadores, evaluación de la translucidez dentinaria y estudio de líneas incrementales del cemento dental.15 Asimismo, los métodos pueden clasificarse como clínicos, radiográficos, histológicos o físico-químicos.16

En este marco, el método Cameriere se ha consolidado como un método radiográfico ampliamente aceptado para estimar la edad dental en subadultos. Este método utiliza una fórmula de regresión lineal basada en la medición de la relación entre la longitud de la proyección de los ápices abiertos y la longitud del eje mayor de los siete dientes permanentes mandibulares izquierdos en desarrollo,17,18 formulada por los investigadores Cameriere R., Ferrante L. y Cingolani M., en 2006.19 Este procedimiento busca aportar mayor precisión y confiabilidad a la estimación de la edad y ha sido evaluado en diversas poblaciones alrededor del mundo, mostrando resultados sobresalientes.17 Asimismo, numerosos autores ha adaptado esta metodología para aplicarla en grupos poblacionales específicos, generando ecuaciones de regresión propias y obteniendo estimaciones de edad más exactas.18

Por lo manifestado, el presente trabajo académico tuvo como propósito analizar la evidencia científica disponible sobre la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de la identificación humana.

CAPÍTULO I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Analizar la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana.

1.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica.

2. Describir la frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio.

3. Precisar la distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación.

4. Describir la distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación.

5. Especificar la distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación.

6. Precisar los buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados.

7. Describir las metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas.

8. Determinar la distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados.

9. Identificar los rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas.

10. Precisar la distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas.

11. Determinar la unidad de análisis utilizada en las investigaciones examinadas.

12. Precisar los programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Para el desarrollo de este apartado, se consideró las siguientes abreviaturas: DA, edad dental; CA, edad cronológica; IQR, rango intercuartil y ME, error medio (predictivo).

Camerire R., Ferrante L. y Cingolani M (2006); publicaron una investigación cuyo propósito fue estimar la edad biológica (dentaria) en 455 infantes blancos italianos (213 niños y 242 niñas; cuyo grupo etario comprendió de 5-15 años), para ello plantearon una fórmula en función a variables como las mediciones de ápices abiertos de las piezas dentarias. Según el análisis estadístico (coeficientes de correlación de Pearson) se mostró correlación significativa y negativa entre los ápices abiertos y la edad. Por otra parte, se identificó una vinculación relevante entre el sexo, la cantidad de piezas dentarias y el cierre total de la porción terminal de las raíces (N0), en correspondencia con los años cumplidos. Mediante una regresión multivariada escalonada, se comprobó una tendencia rectilínea entre las terminaciones aún sin cierre completo, la categoría N0 y el cálculo etario. Los resultados cuantitativos evidenciaron que estos rasgos estructurales representaron el 83,6 % de la dispersión del cálculo de la edad. Asimismo, el valor central de la diferencia entre el dato verdadero y el valor calculado mostró –0.035 años (IQ=1.18 años).[19]

Balwant R. y Anand S. (2006); ejecutaron una investigación con finalidad identificar precisión de 5 técnicas utilizadas para estimar la edad (Demirjian, Nolla, Haavikko, Williams y Cameriere), para ello se analizó 75 radiografías panorámicas, que correspondieron a subadultos (40 varones y 35 damas) de 5 a 14 años. Con respecto a los resultados del método Cameriere, se obtuvo una estimación media para damas 0.04 años y para varones 0.05 años; la precisión entre niños y niñas fue significativamente diferente ($p<0.01$). El resultado general del estudio demostró que el método Williams fue más exacta, seguido de los métodos Haavikko, Cameriere, Nolla y, por último, Demirjian.[20]

Camerire R., Scarpino F., De Angelis D., Ferrante L. y Cingolani M. (2007); realizaron un estudio cuyo objetivo fue plantear una nueva fórmula, mejorando y ampliando el anterior estudio, usando una mayor muestra, conformada por 2652 infantes caucásicos de varios países europeos (1382 varones, 1270 damas, de entre 4 y 16 años). Los hallazgos evidenciaron que cada una de estas variables aportó de manera significativa al ajuste del modelo; por esta razón, todas fueron incorporadas en el análisis de regresión, del cual se derivó la siguiente ecuación lineal: Edad=8.387+0.282(g)-1.692(x_5)+0.835(N_0)-0.116(s)-0.139 s(N_0), donde g es una variable, 1 para hombres y 0 para mujeres. La ecuación explicaba 86.1% (R^2=0.861) de la desviación total. La mediana de los residuos (edad observada menos edad predicha) fue - 0.114 años, con IQR = 1.22 años.[21]

Cameriere R., Ferrante L., Flores C., Mauricio F. (2007); en su estudio se buscó determinar si existía una asociación cuantificable entre la condición alimentaria, el sexo biológico y la maduración de las estructuras dentales. Con ese propósito, se analizaron 287 imágenes radiográficas correspondientes a escolares peruanos (de 9.5 a 16.5 años). Para el análisis individual se recurrió a los procedimientos de Cameriere y Demirjian, considerando las siete unidades dentarias permanentes ubicadas en el cuarto cuadrante. Asimismo, se calculó la edad de cada participante con ambos procedimientos y se valoró el nivel de exactitud alcanzado. Los resultados mostraron un error medio de 0.75 para Cameriere y de 1.31 para Demirjian. En síntesis, se determinó que la condición nutricional no evidenció efecto sobre la maduración dental y, en términos de exactitud, el procedimiento de Cameriere ofreció resultados superiores.[22]

Cameriere R., Ferrante L., Liversidge H., Prieto J. y Brikic h. (2008); identificaron la precisión de 3 métodos (Cameriere, Demirjian, Willems) utilizados para la evaluación de la edad cronológica en 756 infantes europeos (italianos, españoles y croatas), siendo 401 niñas y 355 niños, de edades comprendidas de 5-15 años. La exactitud de ambos procedimientos fue valorada a partir del promedio del error predictivo. Los hallazgos indicaron que el MC tendió a calcular una edad apenas inferior a la verdadera en la población infantil. El promedio del error de estimación obtenido con MC para los varones fue de 0.380 años y para damas 0.407 años. Aunque la precisión de este método fue

mejor para los niños que para las niñas, la diferencia entre los dos errores de predicción promedio no fue estadísticamente significativa (p=0.19). Además, la técnica Demirjian sobrestima la edad en ambos sexos, pero el error de predicción promedio para las niñas fue significativamente mayor que el de los niños (p=0.024), y fue significativamente menos preciso que el método Cameriere (p<0.001). La técnica Willems destacó en comparación de la técnica Demirjian (p=0.0032), pero fue significativamente menos preciso que el de Cameriere (p<0.001).[23]

Balwant R., Cameriere R. y Ferrante L. (2009); en su investigación cuya finalidad fue valorar el método Cameriere en una población Haryana, se seleccionaron las muestras de ortopantomografía de 259 infantes de 5-15 años y se aplicó la ecuación de regresión de Cameriere et al. El coeficiente de correlación de concordancia fue de 0.89, indicando uy buena concordancia entre los dos evaluadores. Se observó que la mediana de los valores absolutos de los residuos fue de 0.7 años para los varones (IQR=0.8 años) y 0.6 años para las damas (IQR=0.7 años). El error de predicción promedio fue para las damas 0.75 años y 0.87 años para los varones. Por lo tanto, el método aplicado se puede utilizare para estimar la edad en niños.[24]

El-Bakary A., Hammad S. e Ibrahim F. (2009); en su investigación cuyo fin fue examinar la aplicabilidad del uso de 2 técnicas (Willems y Cameriere) para la estimación de las edades en subadultos egipcios. Se analizaron panoramas digitalizados tomados de 286 niños egipcios (134 niños, 152 niñas, de grupo etario: 5-16 años). Con respecto a los resultados del método Cameriere, se evidenció una subestimación promedio de -0.29$\pm$1.04 para la muestra total, -0.26$\pm$1.21 para niñas y -0.49$\pm$1.03 para niños. Se mostró que la ED estimada para ambos métodos se correlacionó significativamente con la EC. No obstante, el método Willems fue un poco más preciso (98.62%) en comparación con el método de Cameriere (98.02%). Por lo tanto, ambos métodos pueden recomendarse para su aplicación práctica en odontología clínica y procedimientos forenses en la población egipcia.[25]

Balwant R., Kaur J., Jain R., Cameriere R. y Ferrante L. (2009); en su estudio, orientado a establecer el grado de precisión del método Cameriere en una muestra perteneciente a la población de Haryana. Se seleccionaron las muestras de ortopantomografía de 50 niños sanos (25 niños: 25 niñas, grupo etario de 5 -15 años) y se aplicó la ecuación de regresión de Cameriere. Cuando se consideran todos los datos (es decir, hombres y mujeres) no existió diferencia estadística entre las edades (real y estimada), ya que se observó un valor "p" de 0.6954, pero cuando los datos de hombres y mujeres se consideran por separado, existió diferencia estadística entre las edades, en hombres un p=0.0001 y mujeres un p=0.0001. Se evidenció una tendencia a subvalorar la edad en varones y sobrevalorar en damas..[26]

Galic I., Nakas E., Brkic H., Cameriere R., Vodanovic M., Salimovic E. y Galic E. (2010); en su estudio cuyo propósito consistió en contrastar la exactitud de tres procedimientos —Cameriere, Haavikko y Willems, en una muestra de Bosnia y Herzegovina integrada por 591 mujeres y 498 varones, de 6 a 13 años. El nivel de exactitud de cada procedimiento se estableció mediante la diferencia entre las edades (RA y DA, respectivamente) y la precisión absoluta (diferencia absoluta), para ello se analizó ortopantomografías. Con respecto a los resultados del método Cameriere, se obtuvo lo siguiente: respecto a las damas, la media (desviación estándar) de la RA fue 10.03 años (1.73 años) y DA según el método fue 10.13 años, se evidenció una sobrestimación (0.10 años, p<0.001), mientras que los niños, la RA fue de 10.16 y la DA fue de 10.14, por lo que hay una subestimación de 0.02 años (p=0.630). Las precisiones absolutas para niñas fue 0.53 años y para niños 0.55 años, para el método Cameriere. Además, cabe resaltar que, para las niñas, la DA media se sobreestimó durante 0,10 años según el método Cameriere por el rango de diferencias de −0.80 a 0.60 años para todos los grupos etarios. Y para los niños, la DA media se subestimó para −0.02 según el método Cameriere, con diferencias medias de -0.60 a 0.09 para las edades de 10, 11, 12 y 13 años, en contraparte sobrestimó en las edades de 6,7,8 y 9 años, con una media de diferencias medias de 0.09 a 0.45 años. Concluyeron que la técnica de Cameriere fue la que obtuvo mayor exactitud, en las edades de 6 a 13 años, seguido por las técnicas Haavikko y el método de Willems.[27]

Rai B., Cameriere R., Ferrante L., Cingolani M. y Kaur J. (2010); en su publicación cuya finalidad fue analizar la formulación europea del método Cameriere en una muestra india y segundo, si la formulación anterior resulta inadecuada, estudiar una fórmula específica para niños indios. Se analizaron ortopantomografías tomadas de 480 niños indios (227 damas y 253 varones; grupo etario de 3-15 años). Luego de la fase piloto, la edad de los participantes fue estimada considerando el sexo (g), la zona geográfica del país (C) y diversos rasgos morfológicos como variables predictoras: x5, correspondiente a la relación entre la amplitud interna del ápice no cerrado del segundo premolar y la longitud de esa pieza dentaria; s, entendida como la suma de x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7, que representa el total de aperturas apicales estandarizadas; y N0, referido al número de piezas con formación radicular concluida. Los resultados evidenciaron que todas las variables incluidas, salvo el sexo y x5, contribuyeron de manera significativa al ajuste del modelo, motivo por el cual fueron incorporadas en la regresión lineal, obteniéndose la siguiente ecuación: Edad = 9.402 − 0.879(C) + 0.663(N0) − 0.711s − 0.106(s)(N0), donde C corresponde a una variable dicotómica, con valor 0 para el centro o norte de la India y 1 para el sur. Esta expresión permitió explicar el 89.7 % de la variabilidad total ($R^2 = 0.897$).[28]

Marques M., Ribeiro R., Pereira D., Rabelo S., Francesquini L. y Daruge E. (2011); en su publicación científica con la finalidad de comprobar el grado de precisión del método de Cameriere en la estimación de la edad cronológica de individuos brasileños entre 5 y 15 años. Se mostró que la técnica es confiable para su propósito, con una diferencia promedio y significativa entre las edades de 0.04 años (p=0.603), esto representó proporcionalmente a 14.6 días. Según lo demostrado por ANOVA, la mayor diferencia entre las edades fue en las edades 13-14 años, por lo que se interpretó que la técnica es menos precisa en esos rangos; en contraparte, la mayor exactitud se encontró en las edades de 5 a 6 años y 11 a 12 años. Al considerar por sexo (niños y niñas) de manera independiente se mostró valores "p" igual a 0.644 y 0.266, respectivamente. No obstante, al evaluar por grupo de edad, se mostró que la ED fue significativamente superior a la EC de cinco a diez años y fue significativamente inferior al grupo etario de once a catorce años. Finalmente, se interpretó una ligera predisposición a sobreestimar al grupo etario de cinco a diez años y subestimar al grupo de once a quince años de edad.[29]

De Luca S., Cingolani M., Cameriere R., De Giorgio S. y Butti AC. (2012); evaluaron el MC en 502 niños mexicanos de 5 a 15 años mediante ortopantomografías. Encontraron una asociación significativa entre la edad dental y la cronológica ($p<0.001$), sin diferencias relevantes por sexo ni grupo etario. El error medio fue de 0.63 años en damas y 0.53 en varones; en casi todos los grupos, la discrepancia fue menor de un año, excepto en las damas de 14 a 15 años, donde se observó una subvaloración de 1.06 años. Concluyeron que el método mostró una precisión aceptable en esta población.[30]

Javadinejad S., Mehdizadeh M. y Torabi R. (2012); realizaron una investigación orientada a contrastar la EC con la ED calculada mediante el MC en 109 ortopantomografías de pacientes entre 5 y 15 años. Los resultados evidenciaron que no existieron diferencias significativas entre ambas edades ($p = 0.95$), aunque las discrepancias oscilaron entre -2.66 y 2.79 años. La mediana de la EC fue de 10.67 años y la ED fue 11.12 años. Además, la media de diferencia fue 0.73 años en damas y 0.99 años en varones, observándose una mayor precisión del método en las niñas ($p = 0.04$). En consecuencia, concluyeron que el método fue confiable en la muestra estudiada, con mejor desempeño en el sexo femenino.[31]

Pinchi V., Aristide G., Nieri M., Vitale G., Pradella F. y Rugo D. (2012); en su publicación científica compararon la precisión de cuatro métodos de estimación de la edad dental - Willems (W), Cameriere (C), Demirjian (D) y Haavikko (H), en 501 ortopantomografías digitales de adolescentes italianos de 11 a 16 años. Tres examinadores evaluaron la maduración dental, obteniéndose un alto acuerdo inter-evaluador ($ICC\geq0.81$). Los resultados mostraron que los métodos H y C tendieron a subestimar la edad, mientras que D y W la sobrestimaron. En mujeres, los métodos más precisos fueron D y W, seguidos de C; en hombres, el método más preciso fue W, aunque con sobreestimación. El método Cameriere subestimó la edad aproximadamente en 1 año en ambos sexos. El método Haavikko mostró un desempeño inadecuado para esta población. Para el umbral legal de 14 años, D y W presentaron alta sensibilidad (0.80–0.95) pero baja especificidad (0.61–0.86), lo cual implica riesgo de falsos positivos. Los autores concluyen que la elección

del método debe considerar el contexto legal (civil o penal) y el sexo del evaluado, destacando la necesidad de cautela en casos penales debido a las implicancias de una posible sobreestimación de la edad.[32]

Cameriere E., De Luca S., Biagi R., Cingolani M., Farronato G. y Ferrante L. (2012); en su publicación científica con fin evaluar la exactitud de 3 métodos usados en el estimar la edad; utilizándose la medición de ápices radiculares con abertura (T), los huesos de la mano (HW) y la técnica combinada (THW). Se consideró la data de 288 infantes italianos caucásicos (siendo 136 damas y 153 varones; de 5 a 15 años). La precisión de los métodos se ejecutó con la diferencia entre las edades (cronológica y estimada), para ello se utilizó ortopantomogramas y radiografías de mano y muñeca. Con respecto a los resultados del método Cameriere (edad prevista solo con dientes - T), mostró una subestimación con una mediana de residuos de 0.12 años (media = 0,11 años); en individuos más jóvenes, para ambos sexos, la edad prevista tiende a subestimarse y sobreestimarse en los mayores. La precisión para los varones fue de 0.54 años y 0.41 años para las damas; para la técnica THW; la técnica HW para las damas fue 1.00 y varones 0.92 años; y para la técnica T (Cameriere) para damas 0.62 años y varones 0.71 años. Concluyeron que la técnica THW fue la que mostró mayor precisión.[33]

Vargas C. (2014); en una clínica odontológica universitaria de Lima, evaluaron la utilidad del MC para estimar la edad dentaria en 224 radiografías panorámicas de niños de 6 a 15 años. La muestra incluyó 111 niñas y 113 niños. Los resultados evidenciaron una asociación alta entre las edades (rs = 0.926), con una diferencia promedio de 0.60 años; siendo 0.55 en varones y de 0.65 en damas. En consecuencia, concluyeron que el método alcanzó una precisión aceptable en este grupo etario.[34]

Guo Y., Yan C., Lin X., Zhou H., Li J., Pan F., Zhang Z., Wei L., Tang Z., y Chen T. (2014); en su publicación científica validaron la precisión de la técnica de Cameriere en 785 niños del norte de China (5-15 años), con radiografías panorámicas de las siete piezas del tercer cuadrante, dividieron la muestra en un conjunto de entrenamiento para desarrollar una fórmula específica y otro para validarla. Las variables significativas (sexo, X_3, X_4, X_7, N_0 e interacción s.N_0)

permitieron generar una ecuación con un R^2 de 0.912. Al comparar ambos modelos, se observó que la técnica europea subvaloró la EC en –0.23 años, mientras que la fórmula china lo hizo en solo –0.04 años, con diferencias significativas, especialmente en varones. Determinaron que la fórmula europea subestima la edad en niños chinos, mientras que la fórmula desarrollada para esta población ofrece mayor exactitud.[35]

Shrestha A., Yadav R., Shrtestha S., Majarjan I. y Camelio S. (2015); evaluaron y estimaron la edad dentaria en infantes usando imágenes radiografías panorámicas (del departamento de la Universidad de Manipal) aplicando una ecuación de regresión lineal. Participaron 50 niños (25 damas y 25 varones; de 5 a 15 años de edad). Se examinó y midió el número de dientes con apical cerrado y con el extremo apical abierto de las raíces. Los valores se tabularon y colocaron en la ecuación de regresión lineal propuesta por Cameriere y colaboradores. No se mostró diferencia estadística entre la edad dentaria (10.13±1.69 años) y la edad real (10.31±1.75 años), (p=0.26). El método subestimó la edad media en damas 0.23 años y varones 0.11 años. Además, no se mostró diferencia significativa entre las edades para los niños (p=0.546) y para las niñas (p=0.351). Se concluye que la edad con la ecuación de regresión lineal de radiografía panorámica utilizada en los sujetos europeos coincide estrechamente con la edad cronológica en los sujetos asiáticos también. Manteniéndose en contexto para validar con mayor precisión la importancia de la ecuación de regresión lineal, existe la necesidad de un tamaño de muestra mayor que pertenezca a una variedad de antecedentes étnicos y socioeconómicos.[36]

Javadinejad S., Sekhavati H. y Ghafari R. (2015); compararon cuatro métodos de estimación de la edad dental en 537 niños de 3.9 a 14.5 años. Respecto al método de Cameriere, este mostró una ligera subestimación de la edad, con una diferencia global de 0.19 ± 0.86 años ($p<0.001$), que fue de -0.27 ± 0.85 en varones y de -0.11 ± 0.87 en mujeres. Con base en ello, concluyeron que el método presentó una precisión aceptable en la muestra estudiada.[9]

Cugati N., Kumaresan R., Srinivasan B. y Karthikeyan P. (2015); en una muestra infantil de Malasia, desarrollaron un modelo de regresión basado en el

MC a partir de 421 ortopantomografías de niños de 5 a 16 años. El modelo incorporó variables dentales, sexo y etnia, y produjo una ecuación que explicó el 87.1 % de la variación observada. Con base en los resultados, señalaron que la fórmula original de Cameriere requería ajustes para su aplicación en esta población y sugirieron validarla en muestras más amplias.[37]

Gulsahi A., Ebru R., Burcak S., De Luca S., Ferrante L. y Cameriere R. (2015); en una muestra de 573 niños turcos sanos de 8 a 15 años, analizaron la precisión del método de Cameriere mediante radiografías panorámicas. Los resultados mostraron una subestimación promedio de 0.35 años, más marcada en varones (-0.47) que en mujeres (-0.24). Además, las diferencias entre la edad cronológica y la estimada tendieron a reducirse con el aumento de la edad. En conjunto, concluyeron que el método presentó mejor desempeño en las niñas que en los niños.[38]

Attiguppe PR., Yavagal C., Maganti R. y Mythri P. (2016); en una muestra de 150 niños de 6 a 15 años de la población de Davangere, aplicaron la fórmula específica de Cameriere para estimar la edad a partir de la medición de ápices abiertos en siete dientes mandibulares, utilizando Adobe Photoshop. El análisis estadístico identificó a N0 y X4 como las variables con mayor relevancia, con las que se formuló la ecuación Edad = 10.522 + 0.712(N0) - 5.040(X4). El modelo resultó significativo ($F(2.147)=207.96$; $p<0.001$) y explicó cerca del 74 % de la variabilidad de la edad ($R^2=0.739$; R^2 ajustado=0.735). Concluyeron que el MC es útil para estimar la edad en contextos forenses y legales, y que permite plantear una ecuación confiable para la población de Davangere. [39]

Gerhard T., Briseño B., Callaway A., Patyna M., Muller V., Willershausen I., Ehlers V. y Willershausen B. (2016); en una muestra de 479 ortopantomografías de niños alemanes de 6 a 14 años, compararon los métodos MC y MD. Respecto al MC, la diferencia media fue de 0.07 en varones y de 0.08 en mujeres, sin significancia estadística. Además, se observó una tendencia a la sobrestimación en los grupos de menor edad y a la subestimación en los de mayor edad. Al contrastar ambos métodos, concluyeron que MC presentó mayor

inexactitud en todos los grupos etarios, mientras que MD ofreció resultados más adecuados para esta población alemana.[40]

Alghali R., Kamaruddin A. y Mokhtar N. (2016); en su publicación científica cuya finalidad fue identificar la confiabilidad de la fórmula malaya de los métodos Demirjian (MD) y fórmula malaya de Cameriere (MC) para determinar la edad dental (ED) que coincide estrechamente con la edad real (ER) de infantes malayos en el área de Kepala Batas. Se seleccionaron y midieron 126 ortopantomografías de una adecuada calidad de niños malayos saludables de 8 a 16 años (49 niños y 77 niñas). Todas las radiografías fueron tomadas en la Clínica Especialista Dental, el Instituto Avanzado de Medicina y Odontología, Universiti Sains Malaysia. El examinador calibrado llevó a cabo las mediciones utilizando la nueva fórmula malaya de los métodos MD y MC. Se calculó el análisis del coeficiente de correlación intraclase (ICC) entre la ER con MD y MC. Según la técnica Demirjian ha mostrado un mejor porcentaje (91.4%) de ICC en comparación con Cameriere (89.2%), lo que también indica una alta asociación, con buena confiabilidad. Sin embargo, al comparar MD y MC, se puede concluir que MD tiene una mejor fiabilidad. Además, la diferencia media entre las edades (ER-ED) fue de -0.651 años, en damas 0.646 años y varones -0.651 años. Se concluyó que la modificación de MD fue más confiable que la modificación de MC entre la muestra del área de Kepala Batas.[41]

Balla S., Baghirath PV., Vinay BH., Kumar JV., Gandhhi Babu DG. (2016); compararon los métodos de Cameriere, Willems y Acharya en 150 niños del sur de la India de 7 a 15 años. El método de Cameriere mostró una ligera subestimación de la edad en ambos sexos, de -0.62 años en varones y -0.54 años en mujeres, con mejor rendimiento en los niños. Además, fue el método más preciso de los tres, aunque los autores señalaron la conveniencia de ajustar la fórmula a la población para mejorar su exactitud.[42]

Herrera K. (2016); desarrolló una tesis con la finalidad de determinar la eficacia de la técnica MC en una muestra de 500 subadultos de 6 a 15 años. Los resultados mostraron que la EC promedio fue de 10.924 años, mientras que la edad dental estimada alcanzó 10.479 años, con una diferencia media de 0.44 años,

estadísticamente significativa. También se evidenció una diferencia significativa entre ambas edades en hombres y mujeres. Según el análisis por grupos etarios, solo en las edades de 8 y 10 años no se encontraron diferencias significativas, mientras que en los demás grupos sí. Se concluyó que el método de Cameriere resultó útil para estimar la edad, aunque su aplicación debe realizarse con cautela según el rango etario.[1]

Fernandes P., Reis L., Devito K., Leite I., Paula M. (2017); en su artículo científico, buscaron simplificar y adaptar la fórmula del MC en una muestra de niños del sureste de Brasil. Para ello, analizaron 50 ortopantomografías de pacientes de 4 a 16 años, distribuidos equitativamente por sexo, y aplicaron un modelo de regresión múltiple para identificar las variables realmente significativas. Como resultado, se excluyeron el sexo y la variable x5, obteniéndose un modelo más simple que mantuvo una correlación elevada con la edad cronológica real ($r = 0.921$; $p < 0.001$). Concluyeron que esta versión simplificada puede aplicarse en la población brasileña, aunque recomendaron confirmarla con muestras de mayor tamaño.[43]

Pratyusha K., Ghanashyam M., Naga A., Saujanya K., Krishna N. y Chandrasekhar S. (2017); en su publicación científica, compararon la confiabilidad de los métodos MD, MC y MC variante (modificada) en 60 niños de 9 a 14 años del distrito de West Godavari. Los resultados evidenciaron que el método de Cameriere original presentó diferencias significativas respecto a la edad cronológica ($p<0.001$), mientras que la fórmula modificada no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.68$) y produjo valores más próximos a la edad real. Además, esta versión alcanzó un 68.3 % de estimaciones dentro de ±1 año, superando ampliamente al 31.7 % obtenido con la fórmula original. En cambio, el método de Demirjian fue el que mostró mayor discrepancia. Determinaron que el método MC modificado fue la opción más precisa y confiable para esta población.[7]

Rivera M., Velandia L., Cameriere R., De Luca S., Aguilar L. y Gálic I. (2017); analizaron 526 ortopantomografías de infantes colombianos de 6 a 14 años para valorar la utilidad del MC. Los resultados mostraron una ligera

sobrestimación en varones y una subestimación significativa en mujeres; sin embargo, el error medio de predicción fue de 0.57 años en ambos sexos. En conjunto, concluyeron que el MC fue apropiada para esta población.[44]

Latic M., Nakas E., Jeleskovic A., Cavric J. y Galic I. (2017); en su artículo científico cuya finalidad fue reconocer la exactitud de la técnica Cameriere al examinar imágenes radiográficas panorámicas de 573 niños turcos sanos, cuyo grupo etario comprendió 8 -15 años. Para ello se analizó en las radiografías los dientes mandibulares en desarrollo permanente izquierdo, excepto las muelas del juicio. Todos los sujetos se dividieron en 7 grupos según su edad cronológica. Se realizó una comparación de las distribuciones de los errores de estimación entre los grupos de edad utilizando la prueba de Nemenyi. La técnica subestimó la edad, con un valor medio de -0.35 años; siendo para damas 0.24 años y -0.47 años para varones. Los valores medios de la diferencia entre la EC y ED fueron -0.44 años en niños (rango: -3.70, 4.06) y -0.21 años en niñas (rango: -2.74, 3.29). Además, conforme avanzó la edad cronológica, la diferencia entre ambas edades fue menor. Los resultados de la prueba de Nemenyi implicaron que el MC es más preciso para las niñas que para los niños en esta cohorte de población turca.[45]

Begum C., Prabhu R., Chatra L., Shenai P., Veena K. y Kumar V. (2017); en su publicación científica cuya finalidad fue plantear una fórmula para estimar la edad dentaria en una muestra de 40 infantes indios (de 7 a 16 años), usando la técnica Cameriere (“C”) y verificar la eficacia de la fórmula. La edad dentaria se evaluó mediante la técnica “C” basado en 7 dientes mandibulares derechos permanentes en radiografías panorámicas. La prueba de correlación mostró que todas las variables (edad y morfológicas) estaban significativamente correlacionados con la edad. La variable x_4 fue estadísticamente notable y, por lo tanto, se usó para derivar la fórmula de regresión lineal: Edad=13.868-6.400(x_4)-2.054. Esta ecuación de regresión con las variables seleccionadas explicaba el 66.1% de la varianza total (R^2=0.661), el error estándar de estimación es 1.252. No mostró diferencia significativa en el estimar de la edad dentaria entre las muestras masculinas y femeninas, lo que mostró que el género no mostró una influencia significativa en la estimación de la edad y, por lo tanto, se excluyó como un factor en las ecuaciones del modelo. Se concluye que el método Cameriere

modificado fue fiable para el estimar la edad en dicha muestra, por lo tanto, puede estimarse con un buen grado de precisión utilizando esta fórmula específica.[46]

Santana S., Bethard J. y Moore T. (2017); ejecutaron un análisis comparativo de métodos MC (europea) y el Atlas de London de AlQahtani en una muestra diversa de Estados Unidos. Para ello, estudiaron 360 radiografías digitalizadas de niños y adolescentes de 6 a 17 años pertenecientes a poblaciones europeas, hispanas e indígenas americanas. Los hallazgos mostraron que la fórmula de Cameriere tendía a calcular edades inferiores a las cronológicas en ambos sexos, por lo que los autores propusieron una ecuación ajustada para esa población; al aplicarla, se observó una ligera sobrestimación, aunque sin significancia estadística. En el caso del Atlas también se registró una subestimación leve y estadísticamente no significativa. Con base en ello, los autores señalaron que ambos procedimientos pueden emplearse para estimar la edad en población infantil y adolescente estadounidense.[47]

Ibrahim, Randa Mohamed Fath Elrahman (2017); en su tesis cuyo fin fue evaluar los métodos Demirjian (D), Moorrees modificado (Mm) y Cameriere (C, fórmula europea), en 508 niños sudaneses de 5 a 15 años, y desarrolló nuevas ecuaciones específicas para esta población. Las ortopantomografías se analizaron por grupos etarios de un año, aplicando cada técnica y generando modelos de regresión ajustados a los datos recopilados. Los tres métodos mostraron una alta correlación entre las edades ($p<0.05$). Según el coeficiente de Pearson, la técnica D obtuvo valores de 0.960 (niñas) y 0.951 (niños); la técnica Mm, 0.963 y 0.971; y la técnica C, 0.954 y 0.963, respectivamente. La técnica más precisa fue Demirjian, seguida de Cameriere, mientras que Moorrees modificado fue la menos precisa. Respecto al sesgo, Demirjian sobreestimó la edad en ambos sexos, mientras que Cameriere y Moorrees modificado subestimaron las edades. Fueron todos significativos ($p<0.05$). En conclusión, los tres métodos presentaron sesgos al aplicarse a la población sudanesa, lo que justificó la elaboración de nuevas ecuaciones basadas en los datos locales. Se recomienda validar estos modelos y explorar la influencia de factores étnicos, geográficos, nutricionales y socioeconómicos en futuras investigaciones.[48]

Różyło K., Gruszka K. y Różyło-Kalinowska I. (2018); en su publicación científica cuya finalidad fue estimar la edad dentaria mediante dos métodos radiológicos basados en radiografías panorámicas, es decir, la técnica original y la europea modificada. El material consistió en 2148 radiografías digitales tomadas en individuos de ambos géneros, de edades comprendidas de 5-15 años; con los gérmenes dentarios visibles de la dentición permanente, con excepción del tercer molar. Se aplicaron dos MC: el original y la fórmula europea. Se mostró que para ambas fórmulas del MC, la ED fue significativamente diferente a la EC ($p<0.001$). Sin embargo, en el caso del método original, la edad dental promedio fue menor que la cronológica (-0.66 años), mientras que la fórmula europea sobrevaloró la ED (+0.61 años). Se concluye que la fórmula europea es más adecuada para la evaluación de la población polaca que el método original de Cameriere.[49]

Apaydin BK. Y Yasar F. (2018); corroboraron el método Demirjian (DM), el método Willems (WM) y el método Cameriere (CM). Este estudio incluyó ortopantomografías de 330 individuos (165 niñas, 165 niños, con edades de 5 a 15.90 años. años. Con respecto a los resultados el método Cameriere se evidenció que el error de predicción medio subestimó el DA en -0.580 años (0.603 años para varones y 0.550 años para damas) varió de -1.99 a 0.34 años; se mostró diferencias que comprendieron de -0.49 y 0.10 años; en los grupos de 13, 14 y 15 años; las subestimaciones fueron más de un año con el CM. El CM estimó la edad con mayor precisión en niños más pequeños. En mayoría de los grupos etarios, las diferencias fueron significativas, para ambos sexos. La diferencia entre CA y DA fue estadísticamente significativa según CM ($p<0.001$). Concluyeron que el MC no determina satisfactoriamente en la muestra turca, el MW obtuvo mejor precisión.[50]

Vivek N., Sunila J., Jincy T., Shabna S., Deena T. y Tomson T. (2018); en una muestra de 10 niños de 7 a 12 años de una zona rural de Kerala, compararon los MC y MD mediante ortopantomografías. Los resultados mostraron que Cameriere presentó mejor correlación con la edad cronológica, aunque tendió a subestimarla, con una diferencia media de 1.08 años. Por el contrario, Demirjian mostró menor

precisión y una diferencia promedio mayor, de 2.0 años. En consecuencia, concluyeron que el método de Cameriere fue el más confiable en esta muestra.[51]

Kalilah T., Khdairi N., Jost P. y Bartzela T. (2018); en una muestra de 1000 niños del norte de Alemania, de 5 a 16 años, evaluaron el MC (europea) y desarrollaron una versión adaptada para esa población. Los resultados mostraron una tendencia a subestimar la edad cronológica en ambos sexos. A partir del análisis de regresión, se construyó una nueva ecuación que explicó el 84.1 % de la variabilidad total. Por ello, concluyeron que era necesario ajustar la fórmula original para mejorar su precisión en esta población.[52]

Marinkovic N., Miloanovic P., Duric M., Nedeljovic N. y Zelic K. (2018); en una muestra serbia de 423 ortopantomografías de niños de 5 a 15 años, evaluaron la aplicabilidad del MC (europea) y compararla con el MW (Willems). La muestra incluyó 192 varones y 231 mujeres. Los resultados evidenciaron una concordancia global alta entre las edades, tanto en niñas (ICC=0.937; $p<0.001$) como en niños (ICC=0.933; $p<0.001$). Sin embargo, el mejor rendimiento se dio en el grupo de 7 a 13 años, con valores de ICC de 0.900 en niñas y 0.856 en niños; en cambio, la concordancia fue menor en los menores de 7 años y en los mayores de 13 años. Además, la fórmula europea estimó la edad dentro de un margen de ±0.5 años en el 47.6 % de las niñas y en el 42.5 % de los niños. En conjunto, concluyeron que este método resulta más adecuado en edades intermedias, especialmente entre los 7 y 13 años, y menos preciso en los extremos etarios.[53]

El Bayoumi M. (2018); en150 niños obesos de 8 a 12 años atendidos en una clínica universitaria de Egipto, evaluaron la precisión del MC. Los resultados evidenciaron una ligera sobrevaloración de la edad y una asociación alta entre las edades (r=0.99). Además, el 88.66 % de los participantes presentó una edad estimada dentro de los tres meses de su edad real, y en todos los casos la diferencia fue menor de cinco meses. Concluyeron que el método alcanzó una precisión elevada, incluso ligeramente mayor en niños que en niñas, por lo que puede aplicarse en la estimación de la edad en infantes obesos.[54]

Gannepalli A., Balla S., Bghirath V., Gandhi D., Vinay B. y Perkari S. (2919); en su publicación científica cuyo propósito fue evaluar la correlación entre las edades (real "CA" y dentaria "DA") aplicando el método Cameriere en la población del sur de India. Se recolectó 200 ortopantomografías que correspondió a infantes de 10 a 15 años. Los siete dientes mandibulares permanentes izquierdos fueron evaluados con el método Cameriere. Al análisis de regresión se derivó una fórmula: Edad=14.117-0.01(g)-1.732(W_3)+0.016(N_0)-0.289(x_5)-0.099(s)(N_0).La ecuación explica el 88.3% (R^2=0.883) de la desviación total. La precisión de la fórmula europea y la fórmula del sur de la India fue determinada por la diferencia entre el DA estimado y el CA. De acuerdo con el MC, se encontró que el DA obtenido para niños estaba subestimado significativamente (p<0.001), con 1.5 años de diferencia. Y, para las damas, se subestimó con una diferencia promedio de 1.54 años, que es estadísticamente significativa (p<0.001). Del mismo modo, el DA se subestimó la edad, en varones con 0.14 años y en damas con 0.2 años, además no se encontró diferencia significativa en la diferencia entre ambos sexos (p=0.217 y p=0.107, respectivamente). En la fórmula Cameriere, la diferencia entre ambas edades (EC y ED) fue inferior a un año por grupo de edad se observó solo en niños de 11 y 12 años para niños y niñas. Sin embargo, en la fórmula del sur de la India, la diferencia de menos de un año se mostró en todos los grupos etarios, con excepción al de 15 años para ambos sexos. La fórmula Cameriere produjo el 32% y el 18% de los residuos absolutos cae dentro del rango de ±1 y ±0.5 años, mientras que la nueva fórmula de regresión produjo el 72% y el 35% dentro del rango de ±1 y ±0.5 años. Se resalta aún más la importancia de la fórmula específica de la población teniendo en cuenta la variación en la maduración dental en diferentes regiones.[55]

Ozveren N., Serindere G., Meric P. y Cameriere R. (2019); en una muestra de 636 niños turcos sanos de 6 a 15 años, evaluaron la utilidad de las técnicas de MW y MC a partir de ortopantomografías. Los resultados mostraron que Willems tendió a sobreestimar la edad cronológica, mientras que MC la subestimó en ambos sexos. Aun así, el MC presentó mejor precisión, ya que logró estimaciones dentro de un margen menor de 1 año en el 84.6 % de los varones y en el 77.3 % de las damas. En consecuencia, ambos métodos fueron útiles, aunque MC mostró un rendimiento ligeramente superior en esta población.[56]

Lan L., Yang Z., Sun S., Wen D., Kureshi A., Zeye M. y Cols. (2019); en adolescentes de la población Hunan Han, compararon los MD y MC de estimación, a partir de 480 ortopantomografías de individuos de entre 8 y 16 años. Los resultados mostraron que el MC subestimó la EC en ambos sexos, con diferencias de 0.83 años en varones y 0.72 años en mujeres. Además, en ambos métodos se observó que las discrepancias eran menores en las edades más bajas. En conjunto, concluyeron que el MD ofreció mayor precisión y fue más adecuado para esta población.[57]

Makieyev V. y Isakova O. (2019); en su estudio, evaluaron una versión modificada de la fórmula del MC en 46 niños de 10 a 13 años de la región de los Cárpatos, en Ucrania. A partir del análisis de ortopantomografías, observaron que las diferencias de edades no fueron significativamente relevantes ni en el grupo de 10 a 11 años ni en el de 12 a 13 años, lo que evidenció un buen nivel de precisión. Por ello, concluyeron que esta fórmula puede ser útil en esa población, aunque recomendaron validarla con muestras más amplias y en otros rangos de edad.[58]

Cansu H., Görürgözb C., Başolc M., Murat E. y Öztaş (2020); en una amplia muestra de 1878 niños turcos de 5 a 15 años, compararon los métodos de estimación MW y MC; además, desarrollaron una versión adaptada del modelo de Cameriere para esta población. Los hallazgos mostraron que ambos métodos podían aplicarse en niños turcos; sin embargo, Willems tendió a sobrestimar la edad en todos los grupos etarios, mientras que MC presentó un comportamiento más equilibrado, con sobrestimación en los más jóvenes y subvaloración en los de mayor edad. El MC modificado, al ser más simple y mostrar un rendimiento ligeramente mejor, fue considerada la opción más conveniente, especialmente en el ámbito forense.[59]

Vadla P., Surekha R., Venkateswara G., Deepthi G., Naveen S. y Kumar A. (2020); analizaron la precisión de una fórmula india derivada del MC en niños de 5 a 15 años de Khammam. La muestra incluyó 50 sujetos (25 niños y 25 niñas), analizando los siete dientes mandibulares permanentes de ambos lados en ortopantomografías digitales (OPG). Se midieron ápices abiertos y número de

raíces cerradas conforme al método propuesto. La comparación entre edad dental y edad cronológica mostró diferencias no significativas tanto en varones (p=0.3765; 0.3045) como en mujeres (p=0.2167; 0.8089). Del mismo modo, la comparación entre sexos tampoco evidenció diferencias estadísticamente relevantes. La correlación fue muy alta, especialmente en el lado izquierdo de la OPG, con valores r de 0.9982 en niños y 0.9485 en niñas, superando al lado derecho. Concluyeron que la fórmula específica india del método Cameriere es precisa y confiable, mostrando una fuerte correlación entre la edad estimada y la edad real, especialmente en los participantes más jóvenes.[60]

Ranjan V., Priya P., Shankar N. y Bikash S. (2020); en una muestra de 40 ortopantomografías en individuos de 5 a 13 años de Delhi-NCR, compararon los MD y MC modificado. El análisis, basado en los siete dientes permanentes izquierdos, mostró que el MC modificado alcanzó un menor error cuadrático medio (RMSE = 0.8668) que MD (RMSE = 1.7667). Aunque presentó una leve sobrestimación en ambos sexos, esta no fue significativa. Por ello, concluyeron que el MC modificado ofreció mejor precisión en la muestra evaluada.[61]

Yang Z., Xiao J., Liu Q., Sun S., Kureshi A., Chang Y. y Cols. (2022) en una muestra del sur de China, integrada por 720 niños sanos y otro grupo de 320 niños junto con 280 subadultos, analizaron la aplicabilidad del MC, de su fórmula europea y de una ecuación específica para esa población. Los resultados mostraron que el método original tendió a subestimar la edad cronológica, con diferencias medias de -0.47 ± 1.11 años en varones y -0.69 ± 1.19 años en damas. En contraste, la ecuación específica redujo notablemente ese sesgo, con valores de -0.02 ± 0.71 años y -0.14 ± 0.73 años, respectivamente. Además, el modelo PT-TM combinado registró el error cuadrático medio más bajo, con 1.29 años en varones y 0.93 en damas. En consecuencia, determinaron que la expresión específica fue la más adecuada para esta población y que el modelo combinado permitió mejorar la precisión de la estimación dental.[62]

Shalini G., Anoop V., Ranjit P., Uma S., Navneet K. y Sandeep B. (2023) evaluaron la relación entre la ED y la EC usando los métodos MC y MD, y desarrollar una fórmula específica para la población y validarla en una muestra

población india (n=762 niños, de 7 a 16 años, siendo 433 niñas y 329 varones). Hallaron que las diferencias medias entre la EC y la ED fueron 1.21 (varones), 0.14 (varones) y 1.72 (mujeres), 0.28 (mujeres), respectivamente, con un $p<0.05$, lo que muestra una disparidad significativa. El MD tiende a sobreestimar la edad, mientras que MC tiende a subestimarla, y la diferencia fue mayor en el MC. Por otro lado, se observó que la fórmula modificada no evidenció una disparidad significativa entre la EC y ED mediante los MD y MC modificados. Concluyeron que la fórmula modificada del MD y MC, tras su validación, muestra un mejor ajuste a la población del estudio.[63]

Darici A., Seval M., Cem H., Rajavaara P., Sipola A., Anttonen V. y Cols. (2024) en una muestra de 905 individuos de 5 a 15 años, integrada por participantes finlandeses y turcos, compararon la precisión de las técnicas de MC y MD. Los resultados mostraron que MD tendió a sobrestimar la edad en casi todos los grupos, mientras que MC la subestimó en la mayoría de ellos. En los niños finlandeses, MD fue más adecuado en varones y MC mostró mejor desempeño en mujeres. Además, al contrastar ambas poblaciones, se identificaron diferencias significativas entre las edades en algunos grupos etarios específicos. En conjunto, concluyeron que los niños turcos mostraron una maduración dental mayor que los finlandeses y que ambos métodos evidenciaron discrepancias entre las edades.[64]

Kar M., Sharma A., Dutta K., Puttanavar R., Sanguida A. y Govindasamy E. (2025) compararon los métodos MC y MW (Willems) en 411 niños bengalí (India) de 6 a 14 años (204 varones y 207 mujeres); asimismo, identificar la eficacia de los softwares (Sante DICOM Viewer [SD] y CorelDRAW Graphic Suite [CD]) para la estimación de la ED mediante el MC. Se encontró que la EC promedio alcanzó 9.9 ± 2.19 años, mientras que la ED calculada mediante el MW fue de 10.18 ± 2.34 años, lo que evidenció una estimación por encima del valor real de 0.286 años ($p = 0.001$). En cambio, la ED promedio obtenida con el MC empleando CD fue de 9.75 ± 2.12 años ($p = 0.001$), y con el mismo método usando SD fue de 9.8 ± 2.10 años ($p = 0.017$). En ambos casos se apreció una estimación inferior a la edad dental. Se encontró que la EC promedio alcanzó 9.9 ± 2.19 años, mientras que la ED calculada mediante el MW fue de 10.18 ± 2.34 años, lo que

evidenció una estimación por encima del valor real de 0.286 años (p = 0.001). En cambio, la ED promedio obtenida con el MC empleando CD fue de 9.75 ± 2.12 años (p = 0.001), y con el mismo método usando SD fue de 9.8 ± 2.10 años (p = 0.017). Además, el MW fue más exacto para las edades sólo 6 y 9 años; mientras que, para ambos grupos, el MC mediante CD y SD fueron más exactos para las edades de 6 a 9 años, siendo más consistente y con menor sesgo para el MC según SD. Concluyeron que el MC mediante SD fue el más preciso para estimar la ED, seguido por MC mediante CD, y finalmente el MW quedó como el menos exacto.[65]

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Desarrollo dentario

- Este marco teórico adquiere especial importancia en la preparación del odontólogo forense, dado que constituye la base biológica que permite interpretar correctamente la edad dental (ED) y sustentarla técnicamente en un informe pericial. En este sentido, comprender los fundamentos biológicos del desarrollo dentario resulta indispensable para interpretar adecuadamente las bases de los métodos de estimación de la ED, respaldando su validez científica y explicar las variaciones que pueden observarse en el proceso de desarrollo dental.

El desarrollo dental comienza durante la gestación y continúa hasta la adolescencia, formándose aproximadamente a partir de la 6ta semana de gestación.[66] Se trata de un proceso complejo en el que ocurren interacciones recíprocas y secuenciales entre el epitelio ectodérmico y el ectomesénquima, de forma semejante a la formación de otros órganos de origen ectodérmico.[67] Denominado también odontogénesis, este proceso abarca la formación, mineralización erupción, exfoliación e integración funcional de los dientes con los tejidos circundantes.[68,69] Asimismo, este proceso forma parte del desarrollo craneofacial, se origina en las células de la cresta neural cefálica pluripotenciales que posteriormente emigran hacia el primer arco faríngeo, es ahí donde se desencadena (en combinación con las células mesodérmicas) el desarrollo de muchos elementos de las estructuras craneofaciales.[70]

Por otro lado, el proceso de odontogénesis es altamente complejo y está regulado por múltiples factores de crecimiento y de transcripción, los cuales aseguran un desarrollo ordenado y controlado de los gérmenes dentarios individuales y de la dentición en su conjunto. Las interacciones epiteliales - mesenquimales requieren una señalización coordinada entre los dos componentes principales del germen dental. Las señales moleculares bioactivas, como factores de transcripción, de crecimiento y citocinas, se expresan en una secuencia espacial y temporal específica, de modo que esta cascada de eventos da lugar a la formación de un diente con su morfología y tejidos adecuadamente diferenciados.[71]

Durante las etapas iniciales de la odontogénesis, los gérmenes dentarios corresponden a formaciones de tejido blando integradas por elementos epiteliales, procedentes del ectodermo oral embrionario temprano, y por componentes conectivos originados en la cresta neural. Tras su inicio, estas estructuras atraviesan un proceso morfogenético que posteriormente da lugar a la diferenciación de diversos tipos celulares especializados, entre ellos los encargados de producir los dos tejidos mineralizados más importantes del diente: el esmalte y la dentina. Al completarse la formación de la corona, el germen dentario continúa su desarrollo con la formación de la raíz. En esta etapa, la pieza dentaria establece su unión con el maxilar y la mandíbula a través de tres tejidos de soporte. Durante este proceso, un tejido blando de origen ectomesenquimatoso permanece en la parte central del diente, rodeado por los tejidos duros adyacentes, y da origen a la pulpa dental.[68]

A continuación, se expone las etapas de desarrollo dental: el desarrollo dentario se inicia con la etapa de iniciación, en la cual el ectodermo induce al tejido mesenquimatoso para dar comienzo al proceso.[72] El primer signo morfológico observable es el engrosamiento epitelial, que corresponde a la aparición de la banda epitelial primaria, una estructura en forma de “U” constituida por epitelio engrosado que se forma a lo largo de los arcos dentales en la 5ta semana del desarrollo embrionario humano. A partir de esta banda se originan dos estructuras: la lámina dental (situada hacia el interior del arco dental) y la lámina vestibular (ubicada en su parte externa), ambas creciendo dentro del ectomesénquima subyacente. La lámina dental es el sitio donde se desarrollarán los futuros

gérmenes dentarios, mientras que la lámina vestibular se degenera posteriormente para formar el vestíbulo o surco entre la mejilla y el área de formación del diente. Tanto la banda epitelial primaria como la lámina dental constituyen la base para el desarrollo de múltiples gérmenes dentarios individuales. En la lámina dental aparecen engrosamientos localizados denominados placodas dentales, los cuales inician la formación de gérmenes dentales individualizados. La morfogénesis del órgano dentario se describe mediante tres etapas principales, brote, casquillo y campana, denominadas así por la forma que adopta el germen dentario en sección frontal. [68]

En la 8va semana del desarrollo prenatal comienza la etapa de brote,[72] caracterizada por la proliferación del epitelio dental desde la lámina dental hacia el ectomesénquima circundante, con una condensación de células ectomesenquimales alrededor del brote epitelial. Como resultado de este proceso se forman diez brotes en el maxilar y diez en la mandíbula.[73] Entre la 9na y 10ma semana del desarrollo prenatal para la dentición primaria tiene lugar la etapa de casquillo, en la que el componente epitelial del germen adquiere la forma de una tapa que cubre una agregación esférica de ectomesénquima.[68,72] El componente epitelial recibe el nombre de órgano del esmalte, que se diferenciará en ameloblastos responsables de la formación del esmalte, mientras que el componente ectomesenquimatoso es denominado papila dental, que dará origen a la dentina y a la pulpa. Otro grupo de células ectomesenquimales forma el folículo dental o saco, que encapsula al órgano del esmalte y a la papila dental y dará origen a las estructuras de soporte del diente y al periodonto.[68,73] En esta fase, el germen dentario se encuentra integrado por tres componentes principales: el órgano del esmalte, la papila dentaria y el folículo dentario. Alrededor de esta estructura, dentro del folículo, se disponen vasos sanguíneos y fibras nerviosas; sin embargo, durante este momento del desarrollo solo los vasos penetran en la papila dentaria. Por su parte, la inervación ocurre posteriormente, en la etapa de campana, coincidiendo con el inicio de la dentinogénesis.[68]

La etapa de campana se presenta entre las semanas 11 y 12 del desarrollo prenatal para la dentición primaria, cuando el órgano del esmalte adopta una forma similar a una campana.[72,73] En esta fase ocurren dos eventos fundamentales: la

histodiferenciación y la morfodiferenciación.[68] En la etapa temprana de campana se produce la diferenciación de las capas epiteliales del órgano del esmalte (epitelio interno, estrato intermedio, retículo estrellado y epitelio externo) y la corona del diente adquiere su forma definitiva. En este periodo también se desintegra la lámina dental, emancipando la pieza dentaria en desarrollo y separándola completamente del epitelio hasta que erupcione tras la etapa tardía de la campana.[73] En la etapa de campana avanzada, también denominada etapa de la corona, se desarrollan los tejidos duros, y se detiene la mitosis que había predominado durante la etapa de casquillo.[68]

La histodiferenciación corresponde a la diferenciación de las células del órgano del esmalte en cuatro grupos celulares distintos según su morfología y función, marcando el final de la fase proliferativa y el inicio de la etapa precursora de la actividad aposicional. Alteraciones en este proceso pueden dar lugar a amelogénesis imperfecta o dentinogénesis imperfecta. La morfodiferenciación, por su parte, se refiere al plegamiento de la capa interna del epitelio del esmalte para formar una estructura tridimensional que se asemeja a la futura corona, estableciendo la delimitación de la unión amelodentinaria antes del depósito de la matriz; alteraciones en esta fase pueden generar cambios en la forma y tamaño dentario, como dientes cónicos, microdoncia o macrodoncia.[68,74]

En la etapa de maduración o aposición, el esmalte y la dentina aumentan de grosor mediante el depósito estratiforme de una matriz extracelular no vital secretada por ameloblastos y odontoblastos, que se alinean a lo largo de la futura unión amelodentinaria y cemento-dentinaria. Estas células depositan la matriz siguiendo un patrón y velocidad definidos desde centros de crecimiento específicos. Alteraciones sistémicas o traumáticas pueden interrumpir este proceso, produciendo hipoplasia del esmalte o, con menor frecuencia, hipoplasia de la dentina. Después tiene lugar la mineralización o calcificación, proceso en el que se depositan sales cálcicas inorgánicas en el interior de la matriz. Este fenómeno comienza con la aparición de pequeños centros de depósito que crecen de manera progresiva en capas concéntricas hasta originar una estructura uniformemente mineralizada.[68,74]

Cuando la corona se encuentra próxima a completar su formación y se establece la futura unión entre cemento y esmalte, la porción apical del órgano del esmalte se prolonga y da origen a la vaina epitelial de Hertwig, una estructura bicelular ubicada entre la papila y el folículo dentales. Las células de la papila son estimuladas por la vaina, para que se transformen en odontoblastos, responsables de la formación de la dentina de la raíz. Más adelante, dicha estructura se fragmenta, lo que facilita el contacto de las células del folículo dental con la dentina recién depositada; como resultado, estas se diferencian en cementoblastos y comienzan la producción de cemento. Al mismo tiempo, la vaina es esencial para el desarrollo del ligamento periodontal, que se inicia cuando las células del folículo migran entre la raíz y el hueso alveolar. Tras el desarrollo y alargamiento de la raíz, el diente entra en erupción en la cavidad oral y establece contactos oclusales con los dientes opuestos.[75,76]

La erupción dentaria se define como el movimiento dinámico continuo del diente en dirección axial desde la profundidad del hueso hasta su posición funcional (nivel oclusal), siendo la emergencia clínica la perforación de las cúspides a través de la encía.[77] Este proceso requiere una remodelación continua del hueso adyacente; a medida que la raíz se alarga, el proceso alveolar aumenta su altura y el ligamento periodontal actúa como una interfaz que permite la movilidad del diente dentro de su cripta, generando fuerzas que estimulan la remodelación ósea.[78] La erupción se divide en etapas preeruptiva, intraósea, de penetración de la mucosa, preoclusal y posoclusal. Durante la etapa preeruptiva el diente permanece dentro del hueso hasta completar su corona, y al iniciarse el desarrollo radicular, el folículo induce la reabsorción ósea suprayacente y de la raíz del diente deciduo. En la etapa intraósea el diente se desplaza hasta el borde del proceso alveolar, proceso influenciado por factores locales y genéticos. Luego ocurre la penetración de la mucosa, seguida de la fase preoclusal, en la que el diente asciende hasta contactar con su antagonista, y finalmente la fase posoclusal, en la que alcanza su posición funcional y continúa ajustándose conforme cambian la oclusión y el crecimiento craneofacial. Factores genéticos, endocrinos, sexo, ascendencia, nutrición y ambiente influyen en el tiempo y la secuencia de erupción dental.[79]

2.2.2 Factores que influyen en la formación y erupción dentaria

- El presente fundamento teórico se desarrolla debido a que el conocimiento de los factores que influyen en la formación y erupción dentaria constituye un componente esencial para la correcta interpretación de la edad dental en el ámbito de la odontología forense, permitiendo comprender las variaciones individuales que puedan observarse entre la edad dental estimada y la edad cronológica real; asimismo, dicho conocimiento posibilita al odontólogo forense evaluar si las diferencias detectadas responden a variabilidad biológica normal o a alteraciones del desarrollo, evitando interpretaciones erróneas en el proceso de identificación humana.

Las alteraciones del desarrollo dental reconocidas con mayor frecuencia son de origen congénito y/o genético, debido a que la formación de los dientes se determina durante la vida intrauterina y se encuentra controlada principalmente por los genes. Si bien el ambiente desempeña un papel limitado en las etapas iniciales, exposiciones de gran magnitud (como enfermedades sistémicas, desnutrición, alteraciones hormonales, radiación o traumatismos) pueden incrementar la influencia ambiental sobre el desarrollo. En consecuencia, una vez iniciada la formación de los gérmenes dentales, los factores persistentes pueden intervenir de manera significativa en un proceso continuo como la odontogénesis.[80]

La formación dentaria sigue un programa genético altamente regulado, en el que los factores ambientales cumplen un rol secundario. Se ha reportado que más de trescientos genes participan en la odontogénesis, incluyendo los procesos de iniciación, morfogénesis y diferenciación.[80] Este complejo proceso ocurre en la mandíbula y el maxilar mediante interacciones recíprocas, precisas y sofisticadas entre el epitelio dental y el ectomesénquima oral, las cuales dependen de la expresión coordinada de múltiples genes relacionados con el desarrollo dental.[81]

El órgano dentario se origina a partir de un diálogo constante entre el epitelio y el mesénquima adyacente, un mecanismo de comunicación conservado a lo largo de la evolución. Esta interacción se produce a través de moléculas de señalización y factores de crecimiento, organizados en diversas familias funcionales, entre las

que destacan el: a) factor de crecimiento transformante beta (TGF-β), que incluye activinas, proteínas morfogenéticas óseas (BMP) y folistatina, b) factores de crecimiento de fibroblastos (FGF), c) proteínas Hedgehog y Wnts. Estas moléculas transmiten señales al núcleo celular mediante vías de señalización y receptores de membrana, activando factores de transcripción que regulan la expresión génica y determinan cambios en el comportamiento y destino de las células. La desactivación de ciertos genes clave, representados en esquemas específicos, puede incluso detener por completo el desarrollo dental.[82]

Durante la formación de las raíces dentarias intervienen múltiples cascadas de señalización. Factores de crecimiento como BMP, EGF, IGF y FGF, junto con factores de transcripción como MSX1, MSX2, RUNX-2 y Sonic Hedgehog, además de proteínas del esmalte, folistatina y activina A, participan en el crecimiento y la diferenciación de odontoblastos y cementoblastos, así como en la mineralización de la dentina y el cemento.[82]

El papel de los genes en la odontogénesis ha sido ampliamente documentado. Asi lo validan estudios, como el de Ceballos D. y Cols. (2015), quienes destacan que las alteraciones genéticas pueden generar ausencia o malformaciones de las estructuras bucales cuando existe una expresión inadecuada del fenotipo o mutaciones génicas. En particular, los genes odontogénicos PAX9 y MSX1 participan activamente en la regulación espacial y temporal del desarrollo dental dentro del primer arco branquial.[83]

Aunque el control genético predomina, los factores ambientales también influyen en la formación y maduración dental. Entre ellos se encuentran la dieta, la velocidad del desarrollo, la nutrición y la disponibilidad de micronutrientes como la vitamina D, esencial para la homeostasis del calcio y el fósforo necesarios para la formación de los cristales de hidroxiapatita del esmalte y la dentina. Asimismo, el complejo B, el ácido fólico y otros elementos nutricionales pueden alterar el desarrollo de los tejidos dentarios y de los tejidos circundantes, como el periodonto y la encía. Las condiciones ecológicas, como clima, latitud y altitud, también se relacionan con variaciones dentales entre poblaciones. Aunque el ambiente tiene un rol secundario, exposiciones particulares durante los primeros

años de vida, como enfermedades sistémicas o desnutrición, pueden modificar la formación y maduración de los dientes, originando anomalías o explicando parte de la variabilidad normal del desarrollo dental.[80]

En cuanto al proceso eruptivo, múltiples factores biológicos y ambientales influyen en su cronología y dinámica. El sexo constituye una variable relevante, ya que en las mujeres la erupción suele ser más temprana que en los varones, con una diferencia promedio de cuatro a seis meses. Existen también diferencias raciales, observándose que los dientes emergen antes en infantes afroamericanos y africanos que en poblaciones caucásicas y asiáticas. El componente genético ha sido demostrado mediante el análisis de concordancia entre gemelos monocigóticos y dicigóticos, lo que confirma su influencia en el momento de aparición de los dientes. Además, se reconocen causas naturales o desconocidas que determinan el tiempo de erupción, así como el papel del estado nutricional, donde la desnutrición crónica más allá de la primera infancia se asocia con retrasos eruptivos. Otros factores, como la morfología craneofacial, las condiciones hormonales, sistémicas y genéticas, también modulan el tiempo y el patrón de erupción. A estos se suman el parto prematuro, el nivel socioeconómico, con una emergencia dentaria más temprana en niños de estratos más altos, y los factores locales, que en conjunto contribuyen a la variabilidad observada en la erupción dentaria.[84,85]

2.2.3 Foramen apical

- El presente fundamento teórico se desarrolla por cuanto proporciona el soporte biológico y morfológico que fundamenta el uso de métodos de estimación de la edad dental (en especial, los imagenológicos), su conocimiento permite asegurar que la interpretación de los resultados se sustente en los mecanismos del desarrollo dentario, lo cual es esencial en el contexto de la identificación humana en odontología forense.

El foramen apical constituye un punto anatómico clave en la raíz dental, definido como la apertura principal del conducto radicular en el tercio apical de la misma, por donde penetran los vasos sanguíneos y fibras nerviosas, permitiendo la nutrición de la pulpa dental y del ligamento periodontal.[86,87] Aunque

frecuentemente se confunde con el ápice anatómico de la raíz, su ubicación no siempre coincide con este punto; estudios anatómicos han demostrado que en un alto porcentaje de dientes el foramen apical se sitúa lateralmente respecto al ápice, desplazándose típicamente hasta aproximadamente 0.5 mm de distancia y rara vez a más de 1mm.[88,89]

Durante el desarrollo radicular, la vaina epitelial de Hertwig se extiende apicalmente hasta alcanzar la longitud predeterminada de la raíz, encerrando progresivamente a la papila dental hasta que solo permanece una abertura apical a través de la cual se establece la comunicación neurovascular esencial para la vitalidad pulpar. En dientes completamente formados, esta abertura se reduce de tamaño y queda situada ligeramente coronal al extremo anatómico de la raíz, debido a la formación de cemento apical posterior al cierre de la raíz.[90]

El foramen puede presentarse como una única apertura o como múltiples orificios, especialmente en dientes multirradiculares. En estos casos, el orificio de mayor tamaño se reconoce como el foramen apical principal, y los orificios secundarios se denominan conductos accesorios, y que en su conjunto constituyen el delta apical. El diámetro del foramen apical en dientes maduros suele oscilar entre 0.3mm y 0.6 mm, observándose los mayores valores en el canal distal de los molares mandibulares y en la raíz palatina de los molares maxilares;[90] en contraste, la evidencia obtenida mediante estudios imagenológicos indica que, en dientes inmaduros, el diámetro del foramen apical es considerablemente mayor, con valores que pueden variar aproximadamente entre 1.5mm y más de 3mm, dependiendo del estadio de maduración radicular.[91] Estas variaciones anatómicas reflejan no solo diferencias individuales, sino también cambios funcionales asociados a la deposición de cemento y al crecimiento radicular, aspectos que resultan relevantes para la evaluación morfológica y funcional en odontología forense. [90]

2.2.4 Odontología legal y forense

- El presente fundamento teórico se desarrolla debido a que la odontología legal y forense constituye el marco disciplinar en el cual se aplican los métodos de estimación de la edad a partir de estructuras dentarias. En este sentido,

comprender las generalidades, principios, alcances y funciones de esta disciplina resulta indispensable para interpretar correctamente los resultados obtenidos, establecer su valor probatorio y garantizar que su aplicación se ajuste a criterios técnicos, éticos y jurídicos en los procesos de identificación humana y administración de justicia.

La odontología legal y forense es una ciencia que tiene sus inicios a fines del siglo XIX,[92] aunque su aplicación con fines jurídicos puede rastrearse desde la antigüedad.[93] A lo largo de su evolución se ha consolidado como un componente indispensable del ámbito médico-legal, particularmente en la identificación humana y en la resolución de casos judiciales que involucran estructuras dentarias.[94] Esta disciplina surge de la interacción entre la odontología y el derecho, relación que se expresa tanto en la aplicación de normas jurídicas al ejercicio profesional odontológico como en el uso del conocimiento dental para responder a interrogantes planteadas por el sistema de justicia.[92]

Los antecedentes históricos muestran el valor temprano de la evidencia dental en contextos legales y forenses. Entre los primeros registros se encuentra el relato de Cassius Dio sobre la identificación de Lollia Paulina en el año 49 AD., basada en características dentarias distintivas. De igual modo, la identificación del general Warren J. por parte de Revere P., mediante una prótesis dental, y la identificación de John Wilkes Booth a partir de registros odontológicos, evidencian el uso progresivo de la dentición como medio fiable de reconocimiento personal.[93,95] Sin embargo, el punto de inflexión científico de la disciplina se produjo tras el incendio del Bazar de la Charité en París, el 4 de mayo de 1897, cuando Oscar Amoedo sistematizó el uso de registros dentales para la identificación de víctimas, lo que dio origen a la odontología forense moderna.[96,97] En 1946, durante la realización del primer Congreso de Medicina Legal, Odontología Legal y Criminología en La Habana, la odontología forense obtuvo reconocimiento como disciplina independiente.[98] En el Perú, esta disciplina cuenta con reconocimiento oficial como especialidad odontológica conforme al Reglamento de la Ley N.° 27878 – Ley de Trabajo del Cirujano Dentista, Decreto Supremo N°032-2016-SA.[99]

Desde el punto de vista conceptual, la odontología legal y forense se define como una rama de la medicina forense dedicada a la correcta recopilación, gestión, análisis, interpretación y presentación de la evidencia dental con fines judiciales, tanto en el ámbito penal como civil. Su objeto es aportar información científicamente válida que contribuya a la administración de justicia, integrando conocimientos odontológicos, científicos y jurídicos.[100,101]

El ejercicio de esta disciplina se rige por principios fundamentales, entre los que destaca la unicidad de la dentición humana, que reconoce que cada individuo posee una combinación irrepetible de características dentarias. A ello se suma el principio de sistematicidad en el uso de registros antemortem y postmortem, los cuales deben ser completos, precisos y adecuadamente documentados para permitir comparaciones fiables. Asimismo, el principio de exclusión posibilita determinar con certeza si una estructura dental pertenece o no a un individuo determinado, garantizando objetividad y rigor científico en los procesos de identificación y peritaje.[102]

En cuanto a su alcance, la odontología legal y forense se extiende a múltiples ámbitos del sistema de justicia y de la investigación científica. Comprende la identificación de restos humanos desconocidos, especialmente en situaciones en las que otros métodos resultan limitados, como en cuerpos carbonizados, esqueletizados o severamente descompuestos, así como en desastres masivos. Incluye también la estimación de la edad en vivos y muertos.[100,103]

Las funciones del odontólogo forense se articulan con estos principios y alcances. Entre las principales se encuentran la determinación de la identidad mediante la comparación de registros dentales, la estimación de la edad a partir de estructuras dentarias, el análisis de lesiones y marcas de mordida en contextos de violencia o abuso, y la elaboración de informes periciales con sustento científico. Además, el odontólogo forense actúa como perito experto ante los tribunales, explicando de manera técnica y objetiva el significado de los hallazgos odontológicos.[96,100,102]

2.2.5 Identificación odontológica

- El presente fundamento teórico se incluye debido a que la identificación odontológica es el escenario o marco pericial en el que se aplican los métodos de estimación de la edad a partir de estructuras dentarias. Su análisis permite comprender cómo los datos obtenidos de la edad dental se integran dentro del proceso de identificación humana, adquiriendo significado técnico y valor probatorio, lo cual resulta esencial para su correcta interpretación en el ámbito de la odontología forense.

En odontología forense, la identificación odontológica se reconoce como uno de los procedimientos más fiables para determinar la identidad de los individuos, especialmente en contextos donde los métodos convencionales, como el reconocimiento visual o la dactiloscopía, no son aplicables.[104,105] Su relevancia se hace particularmente evidente en escenarios de desastres masivos (naturales o provocados por el ser humano), así como en casos de cuerpos esqueletizados, carbonizados, fragmentados o en avanzado estado de descomposición, donde las estructuras dentarias y maxilofaciales suelen conservarse mejor que otros tejidos y permiten una identificación objetiva.[106,107]

Desde el punto de vista conceptual, la identificación odontológica es el procedimiento de la especialidad (odontología forense) mediante el cual se establece la identidad de una persona a través del análisis, registro y comparación de las características del complejo craneofacial, la cavidad oral y las piezas dentarias.[92] Este proceso se fundamenta en el principio de que no existen dos individuos con una dentición idéntica, dado que la morfología, su resistencia a factores ambientales, la posición dental, la presencia o ausencia de piezas, los tratamientos restauradores, las patologías bucales y otras particularidades anatómicas generan combinaciones únicas que pueden ser utilizadas para la individualización.[108]

La importancia de este método radica en que los dientes y los tejidos duros asociados poseen una elevada resistencia a la degradación postmortem, pudiendo soportar condiciones extremas como altas temperaturas (1600°C), inmersión prolongada, traumatismos severos y procesos avanzados de descomposición.

Además, una gran proporción de la población cuenta con registros odontológicos y radiográficos generados durante la atención clínica, lo que posibilita la comparación entre información antemortem y postmortem de manera rápida, objetiva y costo-efectiva, otorgando a la identificación odontológica un alto valor probatorio en el ámbito judicial.[108]

En este contexto, la estimación de la edad dental se integra como un componente fundamental dentro del proceso de identificación odontológica, ya que permite aportar un dato biológico objetivo que contribuye a la delimitación del perfil del individuo.[109] El cálculo de la edad mediante el análisis de los elementos dentarios no tiene un valor aislado, sino que adquiere significado forense cuando se incorpora al análisis comparativo y reconstructivo propio de la identificación odontológica, ayudando a reducir el universo de posibles identidades, orientar la búsqueda en bases de datos y fortalecer la interpretación pericial de los hallazgos odontológicos.[110]

2.2.6 Edad dentaria y su estimación, en el contexto legal y forense

- El presente fundamento teórico resulta indispensable porque establece el marco conceptual y pericial de la variable edad dentaria que el método Cameriere busca estimar, permitiendo comprender su fundamento biológico, su comportamiento como indicador del desarrollo humano y su valor jurídico dentro del proceso de identificación humana. De este modo, la edad dentaria no se aborda únicamente como un dato odontológico, sino como un elemento técnico-científico con implicancia probatoria en el ámbito forense.

La edad es un concepto lineal, que comprende cambios continuos en los individuos.[111] Su evaluación constituye una variable fundamental en el ámbito jurídico, ya que de ella dependen la imputabilidad penal, la capacidad civil y el reconocimiento de derechos y obligaciones. En contextos médico-legales y forenses, la determinación de la edad resulta especialmente relevante cuando la edad cronológica es desconocida, dudosa o inexistente, como ocurre en procesos de identificación humana, migración irregular, adopciones, víctimas de delitos o restos humanos sin identidad. Sin embargo, la edad no es únicamente una medida

del tiempo transcurrido desde el nacimiento, sino también una expresión del grado de desarrollo y maduración biológica del individuo.[112,113]

En este sentido, la edad biológica refleja el estado de crecimiento, maduración o envejecimiento del organismo y puede diferir significativamente de la edad cronológica debido a la influencia de factores genéticos, sexuales, étnicos y ambientales. Para su evaluación se han propuesto distintos indicadores biológicos, entre los cuales destacan la edad ósea, la edad dental, la edad sexual, la estatura y la edad proporcional.[114] Dentro de estos, la edad dentaria ocupa un lugar privilegiado por su estabilidad (en el desarrollo, con un patrón de evolución claramente definido), su menor susceptibilidad a factores externos y su fuerte control genético, lo que la convierte en un marcador particularmente confiable del desarrollo humano.[114,115]

Los dientes presentan características que los hacen especialmente útiles para la estimación de la edad: son estructuras altamente duraderas, presentan una remodelación mínima a lo largo de la vida y siguen un patrón de formación, mineralización y maduración relativamente constante y predecible desde la etapa prenatal hasta la adultez. Además, el desarrollo dentario mantiene una correlación estrecha con la edad cronológica durante la infancia y la adolescencia, período en el que los cambios morfológicos y estructurales de los dientes pueden ser evaluados con alta precisión.[116,117] Por estas razones, la edad dentaria es considerada uno de los indicadores más fiables de la madurez biológica y una de las técnicas más empleadas para la valoración de la edad cronológica con fines forenses, antropológicos y legales.[118,119]

En el contexto pericial, la determinación de la edad a través de los dientes representa un instrumento fundamental para establecer la identidad biológica de un individuo y para resolver situaciones legales en las que la edad tiene consecuencias jurídicas directas, como la determinación de mayoría de edad, la imputabilidad penal o la clasificación de restos humanos. La validez de este indicador se sustenta en su alta reproducibilidad, su bajo coeficiente de variación y su relativa independencia frente a condiciones ambientales adversas.[119,120]

Para estimar la edad dentaria se han desarrollado múltiples métodos que pueden agruparse, de manera general, en visuales, morfológicos, bioquímicos, histológicos y radiológicos,[12] que a continuación se detallan:

- Los procedimientos visuales se apoyan esencialmente en la inspección de la erupción de los dientes y de los cambios morfológicos asociados al envejecimiento, como el desgaste o las alteraciones periodontales, aunque su precisión es limitada, especialmente en adultos.[116,119]

- Los métodos morfológicos se fundamentan en el estudio directo de dientes extraídos, principalmente en adultos, mediante la observación macroscópica y microscópica de cambios estructurales asociados al envejecimiento. Estas técnicas pueden aplicarse sobre dientes seccionados o no seccionados y, aunque ofrecen buena precisión, su uso puede verse limitado por consideraciones éticas, culturales o legales.[119] Entre los métodos más representativos se encuentra el de Gustafson, que evalúa seis indicadores relacionados con la edad (como el desgaste, la fijación periodontal, la dentina secundaria, aposición del cemento, la reabsorción radicular y la translucidez radicular) y presenta un error promedio cercano a 3.6 años.[121] Otro método ampliamente utilizado es el de Lamendin, aplicable a dientes unirradiculares, que combina la medición de la periodontosis y la translucidez de la raíz, variables poco influenciadas por factores externos y altamente correlacionadas con la edad, lo que lo convierte en una de las técnicas más exactas en adultos.[122,123] Finalmente, el método de Bang y Ramm se basa exclusivamente en la longitud de la translucidez radicular de la dentina, aplicable tanto en dientes seccionados como no seccionados, utilizando fórmulas específicas según la extensión de dicha translucidez.[124,125]

- Los métodos bioquímicos se utilizan principalmente cuando las técnicas radiológicas no son fiables. En la etapa prenatal y durante los primeros meses de vida, puede emplearse el método de Stack, que estima la edad a partir del peso seco de las cúspides dentarias mineralizadas mediante procedimientos gravimétricos.[119] En adultos, una vez finalizado el crecimiento, los métodos bioquímicos se basan en cambios químicos acumulativos en los tejidos

dentarios, siendo el más representativo la racemización del ácido aspártico. Este proceso consiste en la conversión progresiva del ácido L-aspártico en su forma D dentro de la dentina, un tejido de bajo recambio metabólico, lo que permite establecer una asociación directa entre la proporción D/L y la EC.[126,127,128] A pesar de ser un método altamente preciso para determinar la edad en adultos, su uso implica procedimientos invasivos, elevados costos y la necesidad de contar con equipos y personal capacitado.[119]

- Los métodos histológicos se fundamentan en la evaluación microscópica de los tejidos dentales previamente preparados, por lo que se aplican principalmente en contextos post-mortem.[116,119] En las etapas prenatal y neonatal temprana, permiten identificar los inicios de la mineralización del órgano dentario mediante técnicas de tinción, como la alizarina. Asimismo, la observación de la línea neonatal y de las anulaciones del cemento constituye marcadores biológicos confiables que posibilitan estimar con precisión la edad y los eventos tempranos del desarrollo dental.[119]

- Los métodos radiológicos constituyen la principal herramienta en niños y adolescentes, ya que permiten evaluar de manera no invasiva el grado de mineralización, el desarrollo radicular, el cierre apical y otros indicadores internos del diente que no son visibles clínicamente. Son métodos, en su mayoría, simples, no invasivos y reproducibles, aplicables tanto en personas vivas como en restos humanos, y valiosa para evaluar la edad a lo largo de amplios periodos del desarrollo.[116,119] Estos métodos pueden basarse en diversos indicadores del desarrollo y maduración dental, entre ellos la aparición de los gérmenes dentarios, el grado de formación y mineralización de la corona, desarrollo radicular, la reabsorción de dientes erupcionados o no erupcionados y de la dentición decidua, la medición de los ápices abiertos, el tamaño de la cámara pulpar y de los conductos radiculares relacionado con la formación de dentina secundaria, la proporción entre pulpa y diente, y el nivel de desarrollo del 3er molar.[119]

  Dentro de los métodos radiográficos, en individuos infantes y adolescentes, destacan los enfoques basados en atlas y en sistemas de puntuación. Los atlas

dentales, como los de Kraus y Jordan (10 etapas),[129] Schour y Massler (21 etapas),[130] Moorrees, Fanning y Hunt,[131,132] Anderson, Thompson y Popovich (14 etapas),[14] Ubelaker (gráfico comprendido desde los cinco meses VIU hasta los 35 años),[133] y el London Atlas (conformado por 31 gráficos que incluyen desde la semana 28 VIU hasta los 23 años), proporcionan representaciones estandarizadas del desarrollo dentario a distintas edades, lo que permite comparar el estado de un individuo con patrones poblacionales.[134] Por su parte, los métodos de puntuación, como los de Nolla (11 etapas),[135] Demirjian (8 etapas),[136] Willems,[137] Haavikko (12 etapas),[119,138] y Cameriere, Cingolani y Ferrante, asignan valores cuantitativos a las distintas etapas de formación dental, que luego se convierten en una estimación de edad mediante tablas o ecuaciones matemáticas.[135,139]

En el caso de individuos adultos (con dentición permanente), destacan métodos radiográficos, como el de relación pulpa-diente de Kvaal y Cols. [119,140] y el índice de cavidad pulpar coronal.[141]

Desde el punto de vista práctico, la elección del método de estimación de la edad dentaria depende del estado de desarrollo de la dentición, de la disponibilidad del individuo (vivo o fallecido) y de los requerimientos éticos, legales y técnicos del caso. En fetos y neonatos predominan métodos que evalúan el desarrollo temprano de las estructuras dentarias, en niños y adolescentes se emplean principalmente técnicas radiográficas basadas en la maduración dental, y en adultos se utilizan enfoques que analizan cambios regresivos en los tejidos dentales y otras variables relacionadas con la edad cronológica.[142]

En consecuencia, la edad dentaria constituye una variable biológica con alto valor pericial en odontología forense, ya que proporciona un indicador objetivo y científicamente sustentado para aproximar la edad cronológica dentro del proceso de identificación humana y otros contextos médico-legales. En este marco, la presente investigación evalúa el método Cameriere, el cual se posiciona como una herramienta específica orientada a cuantificar el desarrollo dentario mediante parámetros radiográficos, lo que justifica su análisis crítico dentro del contexto legal y forense.[142,143]

2.2.7 Método Cameriere para la estimación de la edad dentaria

Cameriere R., Cingolani M. y Ferrante L. en 2006 propusieron un método para estimar la edad en el ámbito odontológico, basado en la medición de los ápices radiculares abiertos. Para su desarrollo se emplearon ortopantomografías digitalizadas mediante escáner, cuyas imágenes fueron registradas y procesadas en el software Adobe Photoshop 7. Se efectuó en una muestra de 455 individuos subadultos de procedencia italiana (242 mujeres y 213 varones), de edades entre los 5 - 15 años, evaluándose los siete dientes permanentes mandibulares izquierdos.[19]

El método se estructura en los siguientes pasos:[19]

- En primer lugar, se determinó cuántos dientes habían alcanzado un desarrollo radicular completo, es decir, aquellos con los ápices totalmente cerrados, asignándoles el valor de "N_0".
- Se reconocieron los dientes que presentaban desarrollo radicular incompleto; es decir, con ápices abiertos. Posteriormente, se calculó la distancia entre las superficies internas de cada ápice, denominada "Ai". Además, se determinó la longitud completa de las siete piezas dentarias inferiores izquierdas, asignando a cada uno el valor "Li" (i=1,...,7).

  En los dientes unirradiculares, se registra una sola apertura apical (Ai, i=1,...,5), como se observa en la Figura 1.

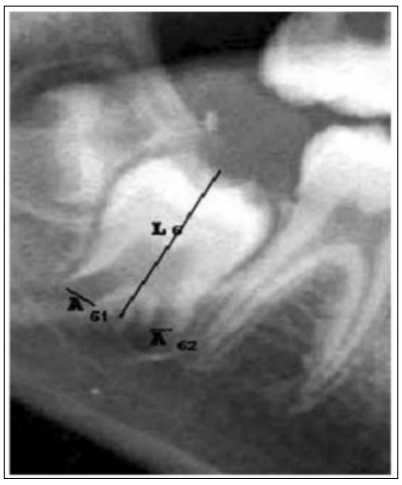


Figura 1

Medición en dientes unirradiculares del Método Cameriere.[19]

Mientras que en dientes multirradiculares / birradiculares (Ai, i=6,7) se registró la suma de las medidas entre las caras internas de ambos ápices radiculares abiertos ($A_6 = A_{61} + A_{62}$), como se observa en la Figura 2, donde se expone la medición del segundo molar mandibular (A_6 y L_6).

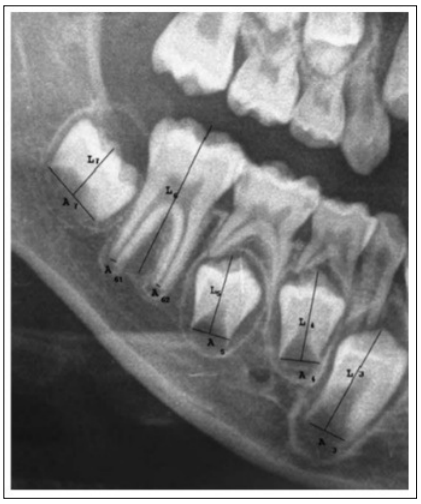


Figura 2

Medición en dientes multirradiculares del Método Cameriere.[19]

- Para tener en cuenta el efecto de las posibles diferencias de aumento y angulación entre las radiografías, se normalizaron las mediciones de los siete dientes evaluados, dividiendo la medida de la apertura radicular (A_i, i=1,…,7) sobre la longitud del diente (L_i, i=1,…,7); es decir, se representará mediante la expresión: $x_i=A_i/L_i$; i=1,…7.
- Por último, la madurez dental se evaluó mediante las variables predictoras, siendo: la suma de los índices apicales abiertos normalizados (s) y el número de dientes con raíces completamente desarrolladas o ápices cerrados (N_0) y el sexo del individuo evaluado (g). Para este último, se considera valor 0 para niñas y valor 1 para niños.
- Los valores obtenidos se sustituyeron en el modelo de regresión lineal propuesto (fórmula), donde la edad es la variable dependiente, mientras que N_0, s y g, actúan como variables predictoras del modelo.
- La fórmula propuesta para calcular la ED incluye:

$$\text{Edad} = 0.816 + 0.375(g) + 0.498(N_0) - 1.034(s)$$

En resumen, las abreviaturas para el desarrollo y ejecución de la ecuación incluyen:

- **A_i:** distancia de ápices abiertos en dientes unirradiculares y multirradiculares.
- **L_i:** longitud dentaria unirradicular y multirradicular.
- **X_i:** medidas normalizadas que resulta de la división de A_i/L_i.
- **g:** Valoriza al sexo del individuo evaluado, donde 0 es para niñas y 1 para niños.
- **No:** Cantidad de dientes que presentan raíces completamente desarrolladas o ápices totalmente cerrados.
- **s:** sumatoria de medidas normalizadas, correspondiendo a X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 y X_6.

El análisis estadístico del estudio demostró que estas variables morfológicas expresan el 83.6% de las variables en la edad cronológica calculada. La mediana de los residuos (edad observada menos edad predicha) presentó un valor de –0.035 años, con un intervalo intercuartil de 1.18 años.[19]

El método es equivalente a otras estrategias para estimar la edad en infantes y muestra un desempeño razonablemente preciso, confirmando su validez para evaluar la edad biológica en contextos de medicina forense.[19]

Posteriormente en el año 2007, Cameriere R., Ferrante L., De Angelis S., Cingolani M. y Scarpino F., realizaron un estudio con un mayor número de población, la cual estuvo conformada por 2652 niños caucásicos europeos (provenientes de Italia, Reino Unido, Croacia, Eslovenia, España, Kosovo y Alemania). Este estudio mostró que las variables usadas en el modelo de regresión fueron significativas y se planteó una nueva fórmula de regresión lineal: Edad = $8.387 + 0.282(g) - 1.692(X_5) + 0.835(N_0) - 0.116(s) - 0.139\ s(N_0)$. La ecuación representaba el 86.1 % de la dispersión total. La mediana de las diferencias entre la edad real y la predicha fue de –0.114 años, con un intervalo intercuartílico de 1.22 años.[21]

Luego se han desarrollado múltiples investigaciones que utilizan este método en distintas poblaciones, así como el reajuste de la fórmula inicial para cada muestra específica, que han sido expuestas en el ítem “2.1 Antecedentes”.

2.2.8 Base legal relacionada a la estimación de la edad

El conocimiento y reconocimiento de la edad de una persona constituye un derecho humano fundamental, estrechamente vinculado al derecho a la identidad.[77] La edad, debidamente documentada, permite situar jurídicamente al individuo dentro del ordenamiento legal y social, determinando el acceso a derechos, deberes y responsabilidades, tal como lo reconocen la Convención sobre los Derechos del Niño y la legislación constitucional y civil peruana. En este sentido, la ausencia de información confiable sobre la edad genera incertidumbre legal y puede afectar directamente el ejercicio de los derechos fundamentales.[144-149]

Desde el punto de vista forense, la estimación de la edad adquiere especial relevancia tanto en personas fallecidas como en individuos vivos. En el caso de restos humanos, la edad forma parte del perfil biológico del cadáver, junto con el sexo, la estatura y la ancestralidad, y constituye un elemento clave para el proceso de identificación humana, ya que permite reducir el universo de personas desaparecidas compatibles y, en determinados contextos, contribuir indirectamente a la estimación del intervalo post mortem. En personas vivas, en cambio, la estimación de la edad resulta esencial para establecer si un individuo es menor o mayor de edad, especialmente cuando no existen documentos de identidad válidos o cuando estos son dudosos o inexistentes. En tales situaciones, la determinación de la edad es necesaria para definir el estatus legal del individuo y los procedimientos que le corresponden, debiendo aplicarse siempre el principio del interés superior del niño cuando exista duda sobre su minoría de edad.[150]

Actualmente, creciente la determinación de la edad ha adquirido una importancia en el grupo de adolescentes y adultos jóvenes vivos debido al aumento de situaciones en las que la edad cronológica no puede ser verificada de manera directa. Estos escenarios incluyen procesos de asilo o refugio, procedimientos penales y civiles,[151] ingreso al sistema educativo, acceso al trabajo,

adopciones,[77,152] matrimonios precoces, procesos migratorios y la imputación o exclusión de responsabilidad penal.[153,154] En todos estos casos, la edad no solo tiene una dimensión biológica, sino también una consecuencia jurídica directa, por lo que su determinación objetiva resulta indispensable cuando no existen registros confiables.[77]

En este marco, el MC se orienta a la estimación de la edad en individuos subadultos, un grupo que comprende, según distintos autores, desde la etapa fetal hasta el final de la adolescencia o incluso la adultez temprana.[155] Baccino, Cunha y Cattaneo proponen una clasificación que abarca desde el feto y el recién nacido hasta los adolescentes de 13 a 20 años, lo que sitúa a este método dentro del rango etario de mayor relevancia legal, donde se definen derechos, responsabilidades y protección jurídica especial.[156]

Desde el punto de vista normativo, la base legal internacional de la estimación de la edad se sustenta principalmente en la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño (1989), que establece por primera vez una definición universal de niño como toda persona menor de 18 años.[144,151] Este instrumento internacional reforzó la centralidad de la edad cronológica en la protección jurídica de la infancia y la adolescencia, estableciendo obligaciones claras para los Estados en cuanto al reconocimiento y garantía de la identidad. En particular, el artículo 7 de la Convención dispone que todo niño debe ser inscrito inmediatamente después de su nacimiento y que los Estados deben garantizar este derecho conforme a su legislación nacional, lo que subraya la importancia legal de la determinación de la edad desde el inicio de la vida. Asimismo, la Convención reconoce la relación directa entre la edad y la responsabilidad penal, estableciendo que los Estados deben fijar una edad mínima por debajo de la cual se presuma que los niños no tienen capacidad para infringir la ley penal. Aunque dicha edad varía entre países según criterios históricos, culturales y sociales, el principio común es que la edad constituye un parámetro jurídico esencial para la imputabilidad penal y la protección del menor.[145,150]

En el contexto peruano, la relevancia legal de la edad se encuentra expresamente reconocida en la Constitución Política del Perú, cuyo artículo 30 establece que son

ciudadanos los peruanos mayores de 18 años, vinculando directamente la edad con el ejercicio de derechos políticos y civiles. Además, el derecho a la identidad, consagrado constitucionalmente, refuerza la necesidad de contar con información veraz y verificable sobre la edad de cada individuo.[146] Además, el Código de los Niños y Adolescentes (Ley N° 27337) define como niño a toda persona desde la concepción hasta los 12 años y como adolescente a quien tiene entre 12 y 18 años, estableciendo además que, ante la duda sobre la edad de una persona, debe presumirse su condición de niño o adolescente mientras no se demuestre lo contrario. Este principio tiene implicaciones directas para la práctica forense, ya que exige que toda evaluación de la edad se realice con criterios científicos y con un enfoque de protección.[147]

Por su parte, el Código Penal peruano señala que la edad menor de 18 años constituye una causal de inimputabilidad, y reconoce una responsabilidad penal restringida entre los 18 y 21 años.[148] De manera complementaria, el Código Civil establece distintos grados de incapacidad jurídica en función de la edad, diferenciando entre menores de 16 años y personas entre 16 y 18 años, lo que demuestra que la edad es un eje estructurante de la capacidad civil y penal.[149]

En conjunto, este marco normativo internacional y nacional otorga a la estimación de la edad un valor jurídico trascendental. En ausencia de documentos o cuando existe controversia sobre la edad cronológica, los métodos científicos de estimación (como el método de Cameriere basado en el desarrollo dentario) se convierten en herramientas indispensables para garantizar el respeto de los derechos fundamentales, la correcta administración de justicia y la adecuada protección de los menores en el ámbito legal y forense.

2.2 Definiciones conceptuales

- **Subadultos**

  Se refiere a un individuo en la etapa de crecimiento y desarrollo previa a la adultes, caracterizada típicamente por indicadores específicos como la erupción dental, la unión epifisaria y el desarrollo esquelético.[157] Tradicionalmente, se considera como subadultos a individuos de 0 a 20 años

de edad, pudiéndose categorizarse en feto, recién nacido, infante (0-6 años), niño (7 a 12 años) y adolescentes (13 a 20 años).[158]

- **Exactitud (respecto al ámbito de la estimación de la edad dental)**

  Se entiende como el grado de proximidad entre el valor obtenido en una medición independiente y el valor real; por ello, la exactitud es mayor cuanto más cercano se encuentre el resultado al valor verdadero. En la estimación de la edad, esta se valora a partir de las diferencias entre la edad cronológica y la edad estimada por cada método: los valores positivos indican subestimación y los negativos, sobrestimación.[159] Asimismo, la exactitud predictiva suele evaluarse mediante cinco indicadores: coeficiente de determinación (R^2), error medio (ME), error cuadrático medio (MSE), raíz del error cuadrático medio (RMSE) y error absoluto medio (MAE). Por ello, un procedimiento para estimar la ED resultará más exacto o válido cuando sus predicciones se aproximen de manera constante a la edad cronológica real, presentando un sesgo mínimo y errores reducidos; por ejemplo, cuanto menores sean los valores de RMSE, MSE y MAE, mayor será su exactitud.[159,160]

- **Precisión (respecto al ámbito de la estimación de la edad dental)**

  Es aquel grado de proximidad de los resultados de diferentes mediciones entre sí, mientras más concentrados estén, el grado de precisión de un instrumento será mayor. Es decir, un método será preciso cuando produce estimaciones consistentes y reproducibles, evidenciadas por errores estándar pequeños, baja variabilidad y altos coeficientes de confiabilidad.[159]

- **Error medio (ME)**

  Medida estadística que estima la dirección del sesgo en las predicciones de edad;[160] es decir, es un valor del sesgo del método.[161] Se calcula como la media de las diferencias entre las edades (EC y ED). Y, donde un ME positivo indica que el método tiende a subestimar la EC, mientras que un ME negativo indica sobrestimación. En este contexto, un ME menor (cerca a cero) se considera deseable, porque implica poco sesgo sistemático del método, siendo un indicativo de mayor exactitud del método.[160]

- **Error absoluto medio (MAE)**

  Medida estadística que representa la magnitud promedio de los errores cometidos por un método de estimación de la ED, sin tener en cuenta su dirección (es decir, si el método tiende a subestimar o sobrestimar). Se calcula sumando las diferencias absolutas entre la edad dental estimada y la edad real (cronológica) para cada individuo, y luego dividida por el número total de observaciones.[162] Por lo que, es una medida que permite cuantificar la precisión del método,[161] siendo considerada actualmente el mejor parámetro para expresar la precisión de cualquier método de estimación de la edad. Además, un MAE menor refleja que el método es más preciso, ofreciendo más ajustadas a la edad real en promedio.[162]

- **Error cuadrático medio (RMSE)**

  Métrica estadística que cuantifica la magnitud típica de los errores del método, dando mayor relevancia a los errores más grandes. Se calcula como la raíz cuadrada del promedio de las discrepancias al cuadrado entre las edades estimadas por un método (edad dental) y las edades reales (edad cronológica).[163] En este contexto de estimación de la edad dental, cuanto menor sea el RMSE, mayor será la exactitud de las predicciones;[160] por lo que, se la utiliza para cuantificar la precisión global del método.[163]

- **Coeficiente de determinación (R^2)**

  Medida estadística que cuantifica la proporción de varianza explicada por un modelo estadístico,[164] o citada como la proporción de variación en el resultado que explican las variables predictoras;[165] es decir, evalúa en qué medida la variable independiente explica la variable dependiente en los modelos de regresión;[166] por lo que, se considera una herramienta para valorar la exactitud del modelo de regresión.[167] Su valor está entre 0 y 1, donde valores más altos (cercanos a 1) indican mayor capacidad predictiva del modelo,[166,168] y en el contexto de los estudios de estimación de la edad dental, el valor R^2 indica qué porcentaje de la variable dependiente (edad cronológica) puede explicarse por la variable independiente (edad estimada utilizando un método).[169]

Se considera que valores más bajos de MAE y RMSE y valores más altos de R^2 indican un mejor rendimiento del modelo, expresando que las predicciones forenses del rango de edad son razonablemente exactas.[170,171]

- **Coeficiente de correlación intraclase (CCI)**

  Es un índice de fiabilidad (grado de replicabilidad de las mediciones) ampliamente utilizado en los análisis de fiabilidad test-retest, intra-evaluador e inter-evaluador. Se calcula mediante la media cuadrática (es decir, estimaciones de las varianzas poblacionales basadas en la variabilidad entre un conjunto dado de medidas) obtenida mediante análisis de varianza.[172] Su valor oscila entre 0 y 1, donde un valor de 0 significa independencia entre las medidas del mismo conglomerado (sin efecto de conglomerado), mientras que un valor de 1 implica una concordancia perfecta; es decir, todos los datos del mismo sujeto son iguales.[173] Asimismo, valores más cercanos a 1 representan una fiabilidad más alta.[172]

- **Sensibilidad / Especificidad**

  Corresponde a la proporción de resultados verdaderamente positivos entre todas las personas que presentan una afección; es decir, refleja la habilidad de la prueba para reconocer correctamente a los individuos que presentan la enfermedad. Por su parte, la especificidad representa el porcentaje de verdaderos negativos entre los sujetos que no padecen dicha afección; es decir, refleja la capacidad del instrumento para reconocer correctamente a quienes no presentan la enfermedad.[174]

  Existe una relación opuesta entre sensibilidad y especificidad, de modo que un incremento en la sensibilidad generalmente provoca una disminución en la especificidad, y viceversa.[174]

  En el contexto de estudios forenses sobre la estimación de la edad dental, la sensibilidad se define como la proporción de muestras que alcanzaron la edad de 18 años y se estimaron como mayores o iguales a esa edad. Mientras que, la especificidad es la proporción de muestras que son menores de 18 años y se estimaron como menores de 18 años.[175]

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Estudio

Fue de tipo descriptivo, de diseño transversal y de enfoque cuantitativo. Efectuándose una búsqueda estructurada y una revisión sistemática de la literatura, tanto física como virtual, con el propósito de analizar investigaciones relacionadas a la validez del método Cameriere en el proceso de estimación de la edad dentaria.

3.2 Método del Estudio

Primero, se realizó una búsqueda sistematizada de investigaciones relacionadas con el propósito del estudio, con el fin de respaldar y optimizar la localización de información pertinente. Se emplearon descriptores académicos estandarizados, como los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y los Medical Subject Headings (MeSH). Para ello, se seleccionaron palabras clave vinculadas a la temática entre ellas “estimación de la edad dental” y “forensic dentistry”, entre otras.

La estrategia de búsqueda incluyó el uso de operadores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”), operadores de proximidad (“NEAR”, “SAME”, “WITH”) y el uso de comillas para la recuperación de términos compuestos o frases exactas, lo cual permitió obtener las investigaciones más adecuadas para los objetivos planteados. Se excluyeron todas aquellas publicaciones que no guardaban pertinencia directa con la temática del estudio.

Los conectores y descriptores fueron aplicados en diversos buscadores y bases de datos académicos para maximizar la recuperación de literatura relevante. La búsqueda se realizó en los idiomas inglés, portugués, español u otro idioma.

La información recopilada fue organizada de manera sistemática, extrayéndose los datos pertinentes para sustentar el marco teórico del presente trabajo académico. Además, se seleccionaron y organizaron los antecedentes que presentaban una relación explícita con la finalidad planteada, siendo en número 50. Posteriormente, las investigaciones incluidas fueron sometidas a una

evaluación crítica basada en los objetivos del estudio, lo que permitió estructurar el análisis y la síntesis requeridos para la obtención de los resultados.

3.3 Criterios de Selección

Los criterios de elegibilidad planteados fueron:

- **Criterios de inclusión**
  - ✓ Investigaciones primarias que evaluaron la validez, precisión o exactitud del método de estudio (MC).
  - ✓ Investigaciones con indicadores estadísticos de validez del método de estudio (MC), como MAE, RMSE, R^2, correlaciones, ICC, nivel de significancia.
  - ✓ Investigaciones independientemente de su año de publicación.
  - ✓ Investigaciones en inglés, español, portugués u otro idioma.

- **Criterios de exclusión**
  - ✓ Publicaciones que no guarden relación con la validez del método de estudio (MC) para la estimación de la edad dental.
  - ✓ Publicaciones de tipo monografías, revisiones sistemáticas y/o que emitan opiniones y/o no muestren indicadores o métricas de validez o exactitud del método.
  - ✓ Publicaciones con información no fiable o sin valor científico apreciable.

3.4 Buscadores Académicos

Para la identificación de la literatura pertinente, se llevó a cabo una búsqueda sistematizada en diversos buscadores y bases de datos académicas, los cuales ofrecieron acceso a publicaciones indexadas y estudios especializados en odontología forense y estimación de la edad dental.

Entre los principales recursos consultados se incluyeron:

- Google Scholar
- Microsoft Academic
- BASE (Bielefeld Academic Search Engine)
- PubMed / MEDLINE

- SciELO
- Buscadores de artículos de libre acceso

3.5 Procesamiento de datos

Una vez sistematizada la información, esta fue trasladada al software Microsoft Excel 2016 para su procesamiento. Esta herramienta permitió realizar los cálculos estadísticos necesarios y elaborar las tablas y gráficos correspondientes, facilitando así la síntesis y presentación clara de los resultados.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Tras analizar la evidencia científica sobre la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana; a continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico de las investigaciones recopiladas, organizados en tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

Tabla 1

Análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana

	Frecuencia	Porcentaje
Válido	27	54%
No precisa	15	30%
No válido	8	16%
Total	50	100%

Nota: Criterios de categorización de la validez del método Cameriere, siendo: a) Válido, cuando el estudio presentó indicadores estadísticos de exactitud, precisión, ajuste del modelo y/o concordancia compatible con una estimación confiable de la edad dental; b) No precisa, cuando el estudio no reportó de forma suficiente o completa los indicadores estadísticos necesarios para evaluar la validez del método, c) No válido, cuando los indicadores evidenciaron errores elevados, baja precisión, ajuste deficiente del modelo o ausencia de correlación o concordancia estadísticamente significativa.

En la tabla 1 se apreció que la mayor parte de los estudios indicaron el método fue válido en un 54% (n=27), seguido de aquellos que no precisaron su validez en un 30% (n=15), y finalmente, las investigaciones que concluyeron que el método fue no válido representaron un 16% (n=8).

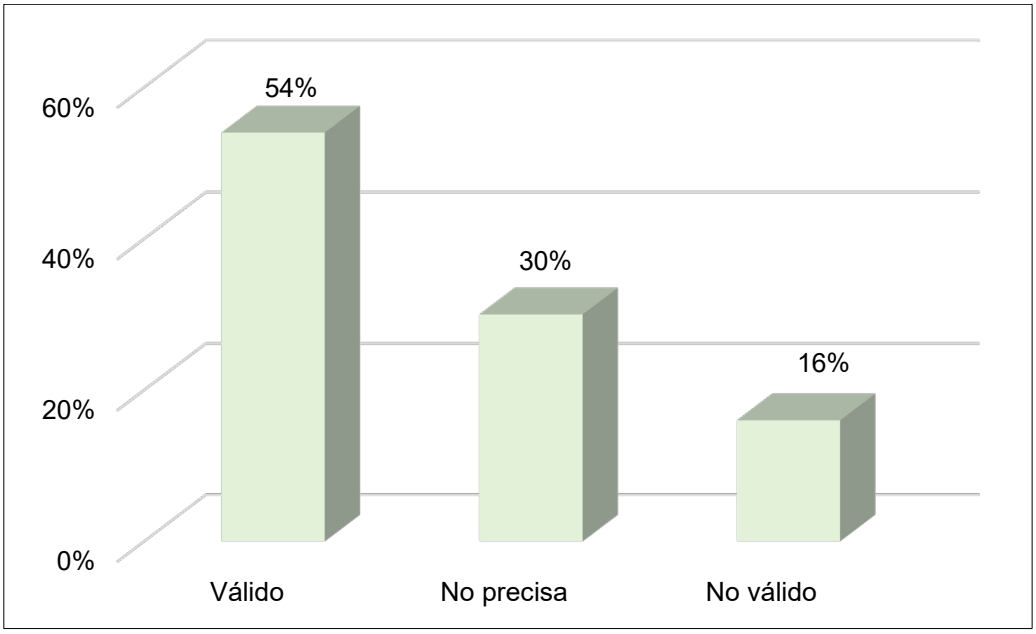


Gráfico 1

Análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana

Tabla 2

Validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica

	Frecuencia	**Porcentaje**
Con diferencia significativa	26	52%
Sin diferencia significativa	9	18%
No reportado	15	30%
Total	50	100%

Nota: Criterios de categorización de la validez del método Cameriere, según el reporte de diferencias significativas entre las edades (dental y cronológica) siendo: a) Con diferencia significativa, cuando los estudios aplicaron pruebas estadísticas para comparar ambas edades (como prueba t, ANOVA, Wilcoxon, u otras) y obtuvieron un valor de $p<0.05$, lo que indica la existencia de una diferencia estadísticamente significativa; b) Sin diferencia significativa, cuando los estudios aplicaron pruebas estadísticas y obtuvieron un valor $p\geq0.05$, indicando que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las edades; c) No reportado, cuando los estudios no informaron el valor de *p* ni el resultado de una prueba estadística que evaluara la diferencia entre las edades, aún cuando hayan presentado otros indicadores descriptivos o de error.

En la tabla 2 se observó que en el 52% (n=26) de los estudios se reportaron diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica. Sólo el 18% (n=9) de las investigaciones no encontraron diferencias significativas. Además, un 30% (n=15) de las investigaciones no reportaron este dato.

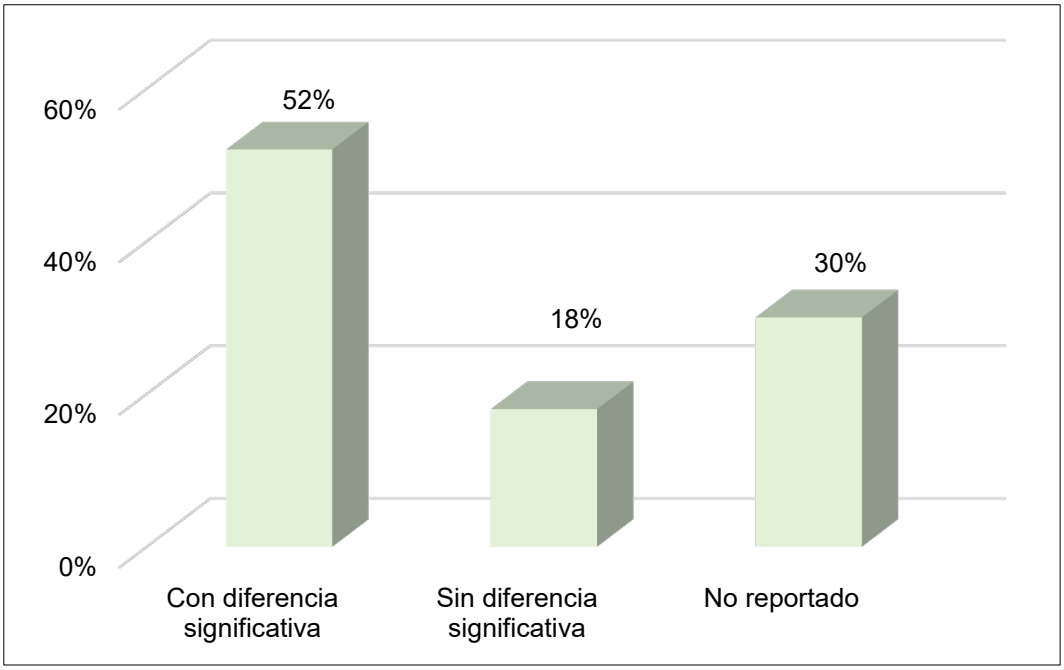


Gráfico 2

Validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica

Tabla 3

Frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio

	Frecuencia	Porcentaje
Fórmula original (2006)	21	42%
Fórmula europea (2007)	12	24%
Fórmulas específicas de la muestra	7	14%
Comparación de fórmulas (original / específica / europea)	10	20%
Total	50	100%

En la tabla 3 se apreció que la fórmula original fue la más utilizada, representando el 42% (n=21) de los estudios, seguido por la fórmula europea, con una representación del 24% (n=12) de los estudios. Además, el 20% (n=10) de los estudios aplicaron diferentes fórmulas (original, específica o europea). Finalmente, el 14% (n=7) de las investigaciones optó por fórmulas específicas adaptadas a la muestra.

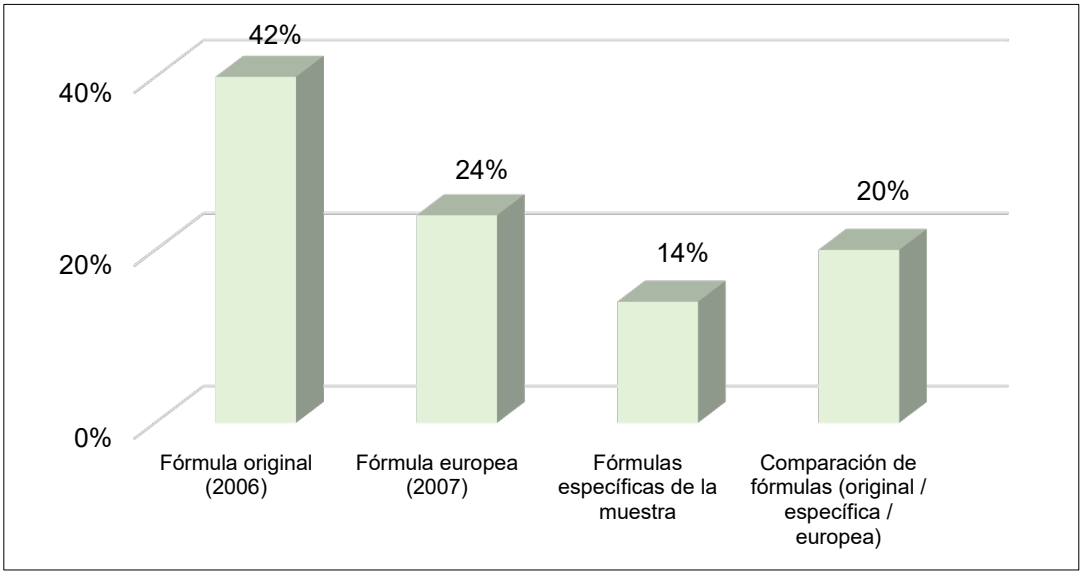


Gráfico 3

Frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio

Tabla 4

Distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación

	Frecuencia	Porcentaje
Del año 2006 al 2010	10	20%
Del año 2011 al 2015	11	22%
Del año 2016 al 2020	25	50%
Del año 2021 al 2025	4	8%
Total	50	100%

Nota: Criterios de categorización del período de publicación de las investigaciones. Los estudios fueron agrupados en intervalos regulares de cinco años, establecidos a criterio metodológico de la investigadora, con el propósito de estructurar la información, permitir la comparación entre etapas de producción científica y analizar la progresión histórica de la evidencia disponible sobre el método Cameriere.

En la tabla 4 se observó que el mayor número de estudios se publicó entre 2016 al 2020, concentrando el 50% del total (n=25). En los períodos anteriores, las publicaciones fueron menores, con una representación del 20% (n=10) entre 2006 al 2010 y 22% (n=11) entre 2011 al 2015. En contraste, el período más reciente (2021 al 2025) tuvo una representación del 8% (n=4).

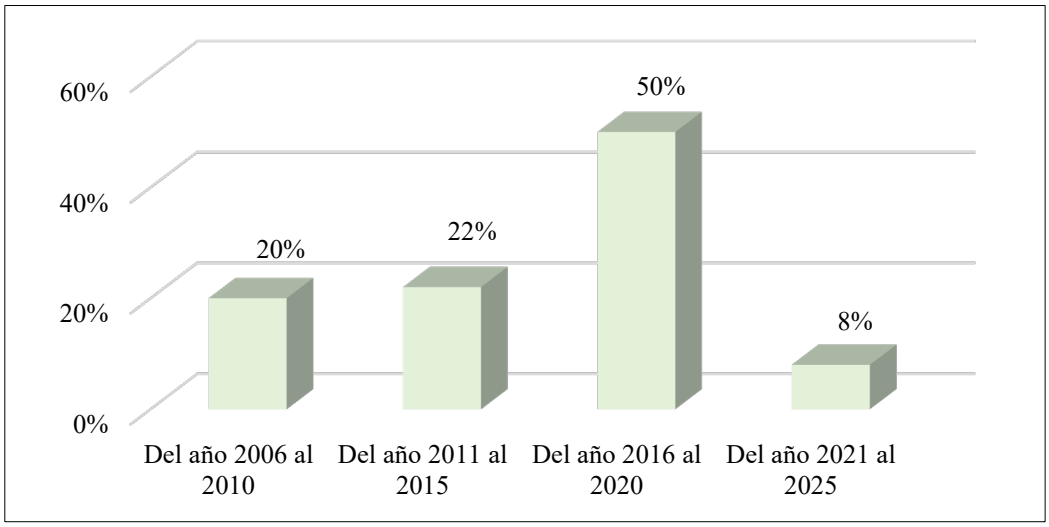


Gráfico 4

Distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación

Tabla 5

Distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación

	Frecuencia	Porcentaje
Polaco	1	2%
Portugués	1	2%
Ucraniano	1	2%
Español	2	4%
Inglés	45	90%
Total	50	100%

En la tabla 5 se evidenció que la gran mayoría de los estudios seleccionados fueron publicados en inglés, con una representación del 90% (n=45). En contraste, los demás idiomas representaron menores proporciones, como investigaciones en español, con un aporte del 4% (n=2), mientras que los estudios en polaco, portugués y ucraniano, contribuyeron cada uno con el 2% (n=1).

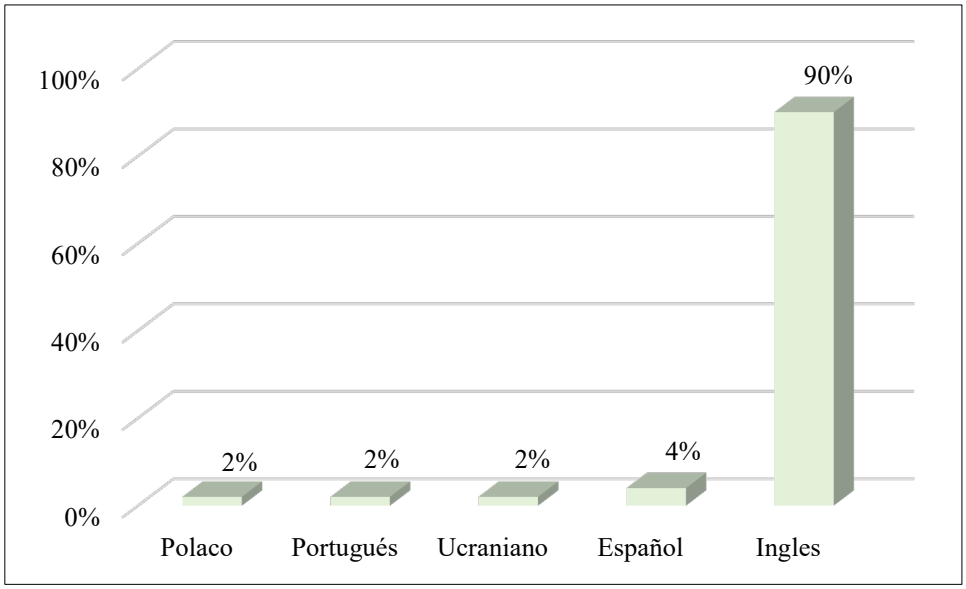


Gráfico 5

Distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación

Tabla 6

Distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación

	Frecuencia	**Porcentaje**
Tesis	3	6%
Artículos de investigación	47	94%
Total	50	100%

En la tabla 6 se observó que la gran mayoría de los estudios incluidos en el análisis corresponden a artículos de investigación, los cuales representaron el 94% del total (n=47). En contraparte, sólo un 6% (n=3) correspondió a tesis.

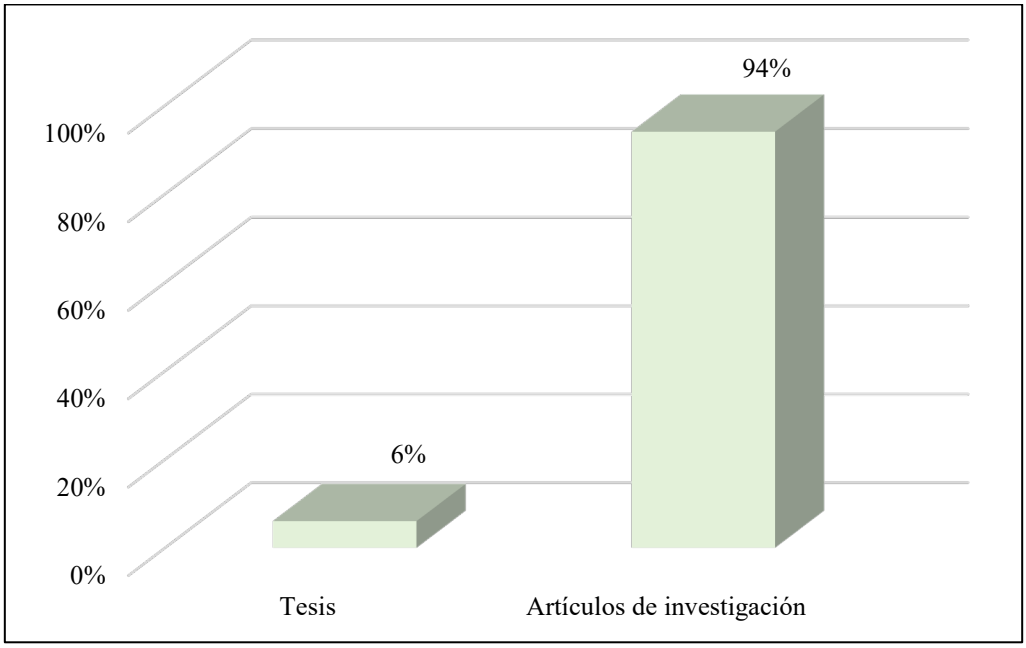


Gráfico 6

Distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación

Tabla 7

Buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados

	Frecuencia	**Porcentaje**
Google Scholar	22	44%
Pubmed / MEDLINE	28	56%
Total	50	100%

En la tabla 7 se observó que los estudios seleccionados fueron localizados principalmente mediante PubMed/MEDLINE, con una representación del 56% (n=28). Por su parte, Google Scholar constituyó el 44% (n=22) de las fuentes consultadas.

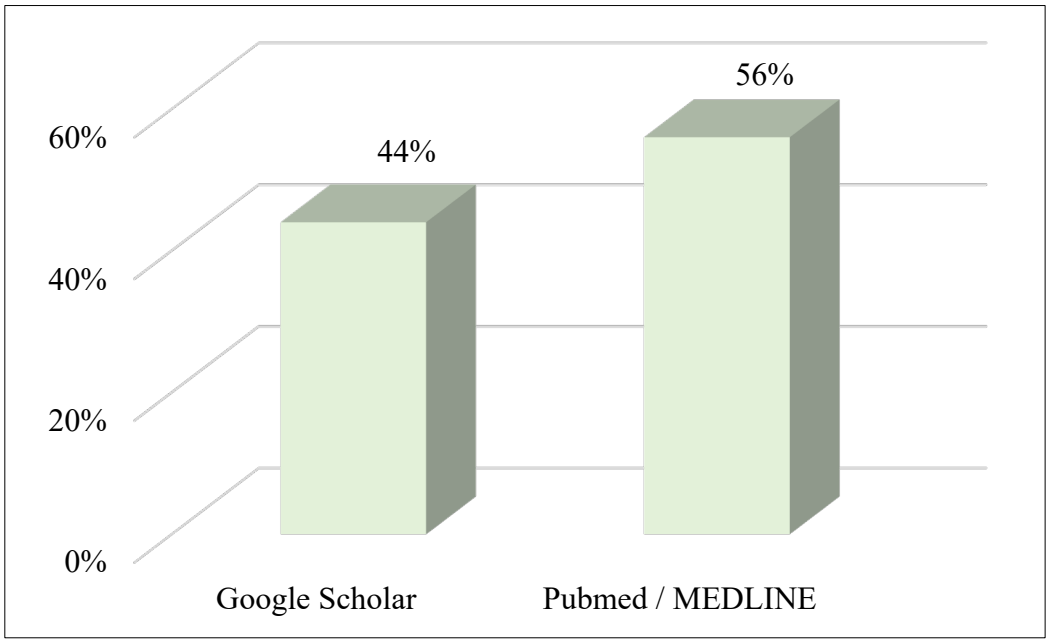


Gráfico 7

Buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados

Tabla 8

Metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas

	Frecuencia	Porcentaje
Observacional, retrospectiva y/o transversal	40	80%
Comparativo	10	20%
Total	50	100%

Nota: La categorización del diseño metodológico fue realizada por la investigadora mediante deducción analítica, debido a que muchas investigaciones no consignaron explícitamente su tipo de diseño o lo reportaron de forma heterogénea. Por ello, se procedió a reclasificar los estudios en categorías operativas homogéneas según sus características metodológicas (temporalidad, dirección, tipo de análisis y forma de comparación).

En la tabla 8 se observa que la mayoría de los estudios presentan un diseño metodológico observacional, retrospectiva y/o transversal, representando el 80% (n=40) del total; mientras que el 20% (n=10) corresponde a investigaciones con un diseño comparativo.

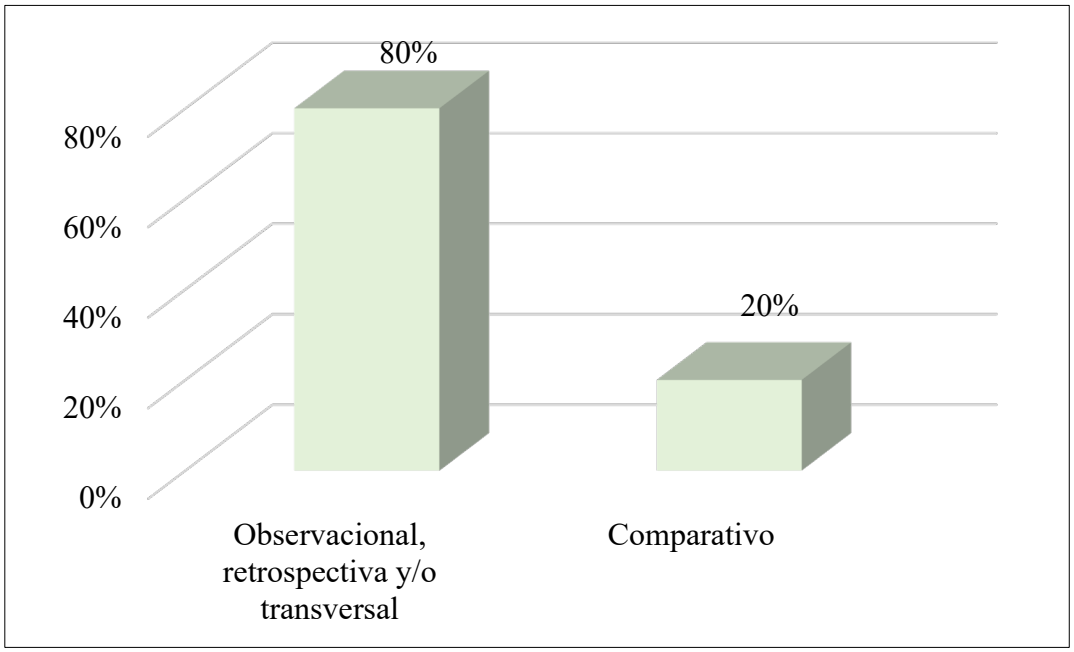


Gráfico 8

Metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas

Tabla 9

Distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados

	Frecuencia	Porcentaje
No específico sexo	4	8%
Distribución equilibrada (hombres=mujeres)	7	14%
Predominio de participantes hombres	16	32%
Predominio de participantes mujeres	23	46%
Total	50	100%

En la tabla 9 se observó que en mayoría, las investigaciones presentaron un mayor número de participantes mujeres (46%), seguido de los estudios con predominio de participantes hombres (32%). Un menor porcentaje de investigaciones (14%) reporta una distribución equilibrada entre hombres y mujeres, mientras que el 8% de los estudios no especificó el sexo de los participantes.

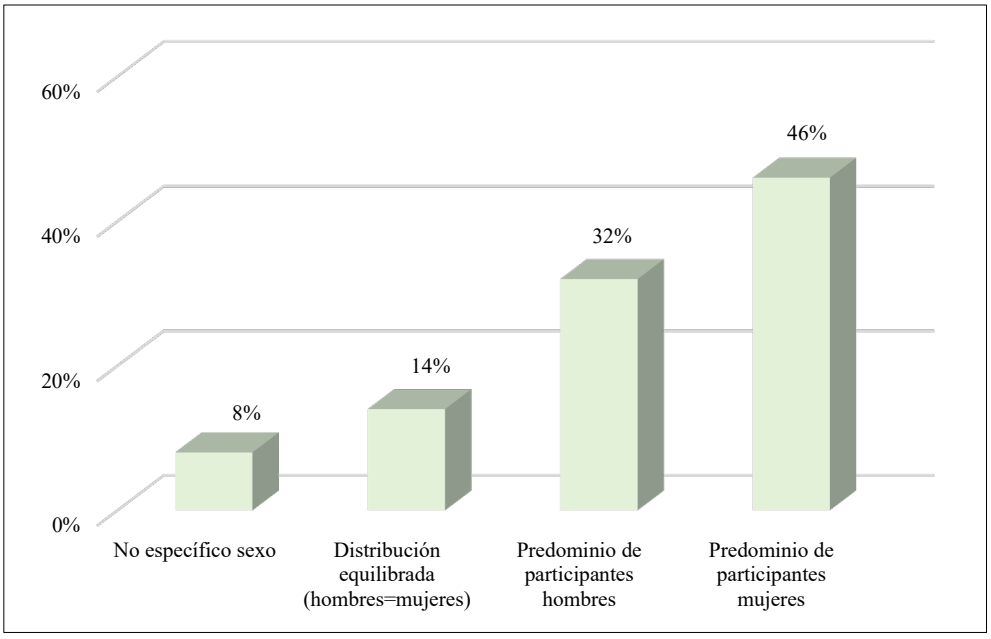


Gráfico 9

Distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados

Tabla 10

Rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas

	Frecuencia	Porcentaje
3 a 15 años	2	4%
4 a 16 años	2	4%
4 a 23 años	1	2%
5 a 15 años	1	2%
5 a 16 años	21	42%
6 a 14 años	1	2%
6 a 17 años	8	16%
7 a 16 años	4	8%
8 a 16 años	5	10%
9 a 16 años	2	4%
10 a 15 años	2	4%
11 a 15 años	1	2%
Total	50	100%

En la tabla 10 se muestra que el 42% (n=21) de las investigaciones revisados incluyó sujetos con edades entre 5 y 16 años. Otros rangos relevantes fueron de 6 a 17 años (16%) y 8 a 16 años (10%). Por otra parte, los demás rangos de edad fueron menos frecuentes, con representaciones que oscilaron entre 2% y 8%.

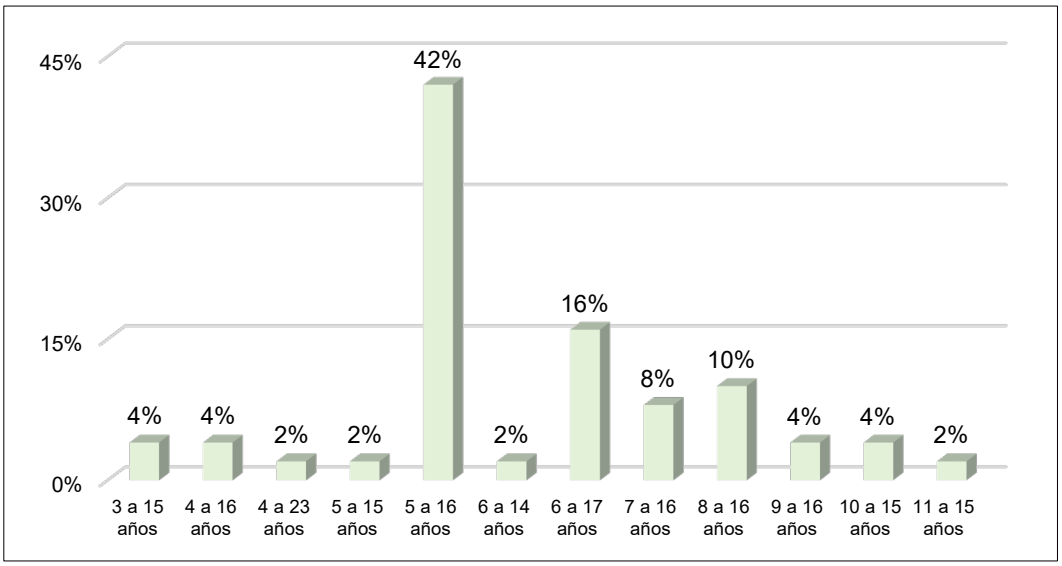


Gráfico 10

Rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas

Tabla 11

Distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas

	Frecuencia	Porcentaje
Colombia	1	2%
EE. UU	1	2%
México	1	2%
Polonia	1	2%
Serbia	1	2%
Sudán	1	2%
Ucrania	1	2%
Alemania	2	4%
Bosnia - Herzegovina	2	4%
Brasil	2	4%
China	3	6%
Egipto	2	4%
Irán	2	4%
Malasia	2	4%
Perú	3	6%
Turquía	4	8%
Italia	5	10%
India	15	30%
Turquía y Finlandia	1	2%
Total	50	100%

En la tabla 11 se observó que hubo una mayor realización de estudios en los siguientes países: India (30%), seguido de Italia (10%) y Turquía (8%). Otros países como Perú y China (6% cada uno), y varios países de Europa, Asia, África y América (4% cada uno) contribuyeron con una proporción menor de estudios. Un menor número de investigaciones incluyó muestras combinadas de Turquía y Finlandia (2%), mientras que países como Colombia, EE. UU., México, Polonia, Serbia, Sudán y Ucrania participaron con un solo estudio cada uno (2%).

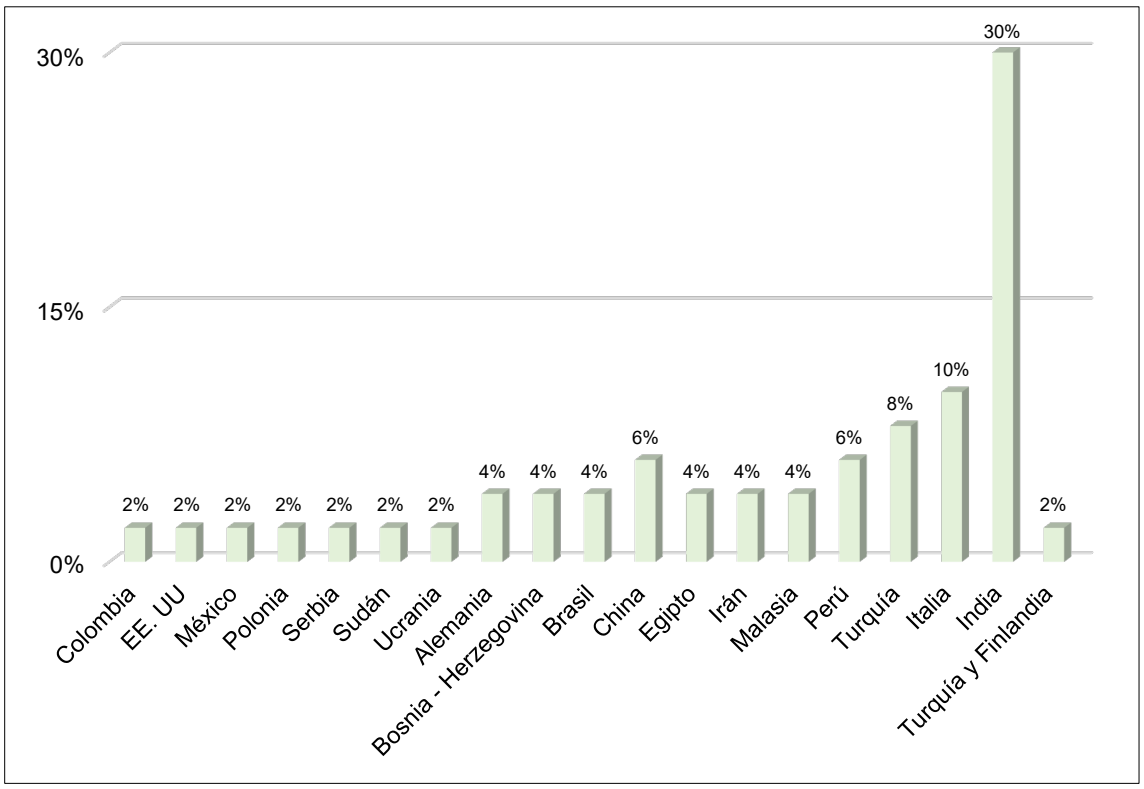


Gráfico 11

Distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas

Tabla 12

Unidad de análisis utilizada en las investigaciones examinadas

	Frecuencia	Porcentaje
Ortopantomografía convencional	2	4%
Ortopantomografía digitalizada	11	22%
Ortopantomografía digital	24	48%
Ortopantomografía convencional y digital	1	2%
Ortopantomografía digitalizada y digital	3	6%
Tomografía panorámica dental	1	2%
No precisa	8	16%
Total	50	100%

Nota: La categorización de unidad de análisis radiográfica se realizó considerando el tipo de adquisición y procesamiento de la imagen panorámica en cada estudio. Para este fin, se establecieron las siguientes definiciones operativas: a) Ortopantomografía convencional, corresponde a radiografías panorámicas obtenidas en película analógica, reveladas por métodos fotoquímicos y luego observadas en formato físico; b) Ortopantomografías digitalizada, se refiere a radiografías obtenidas inicialmente en formato convencional (película) y posteriormente convertidas a formato digital mediante escáner o sistemas de digitalización; c) Ortopantomografía digital, corresponde a imágenes adquiridas directamente mediante equipos radiográficos digitales, sin uso de película, almacenadas y procesadas en forma digital; d) Tomografía panorámica digital, corresponde a imágenes obtenidas mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBTC) o sistemas tomográficos panorámicos, que generan reconstrucciones digitales con mayor resolución espacial y mejor control geométrico de las estructuras dentarias.

En la tabla 12 se observó que en su mayoría, las investigaciones se empleó ortopantomografía digital (48%), seguida de la ortopantomografía digitalizada (22%). En menor proporción, algunos estudios combinaron ortopantomografía digital y digitalizada (6%) o convencional y digital (2%), mientras que la ortopantomografía convencional representó sólo el 4%. Además, un reducido porcentaje de estudios utilizó tomografía panorámica dental (2%), mientras que el 16% de las investigaciones no precisó la unidad de análisis.

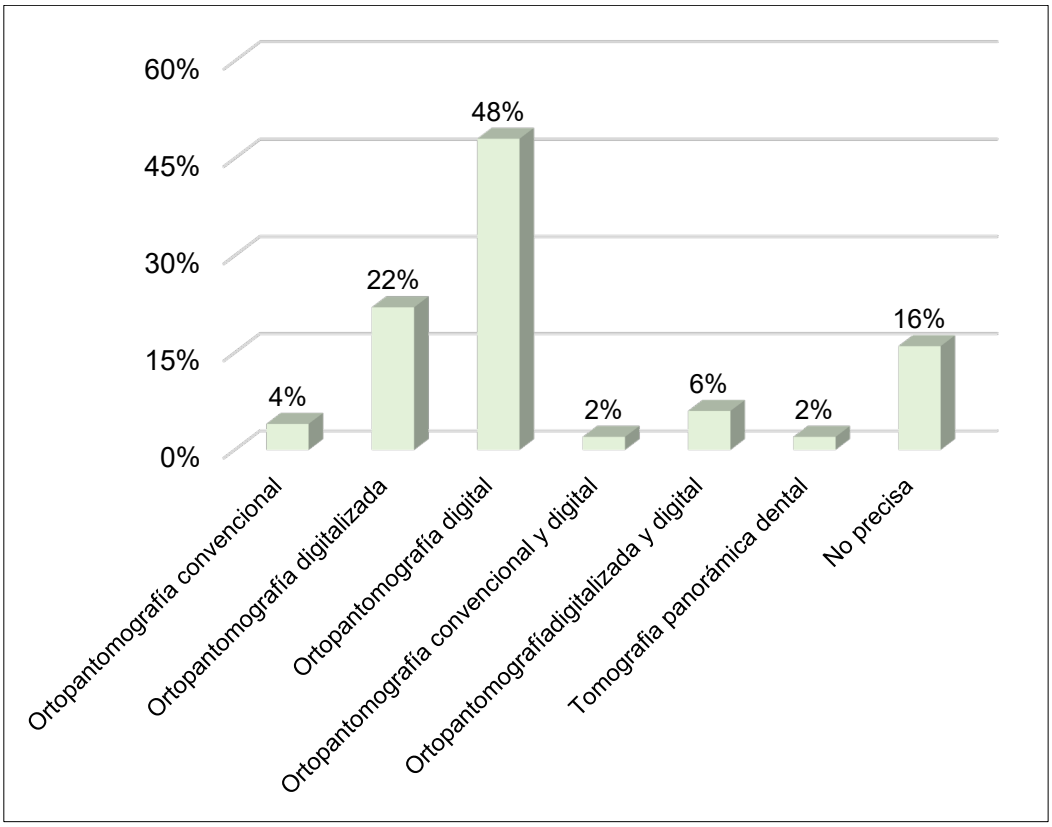


Gráfico 12

Unidad de análisis utilizada en las investigaciones examinadas

Tabla 13

Programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados

	Frecuencia	Porcentaje
Agfa nx software	1	2%
Corel Draw software	1	2%
Image Tool program	1	2%
Mediadent V4	1	2%
Medición directa en ortopantomografía	1	2%
Romexis Viewer	2	4%
SIDEXIS	2	4%
Image J program	6	12%
Adobe Photoshop	16	32%
No refiere	18	36%
Corel Draw Graphic Suite y Sante DICOM Viewer	1	2%
Total	50	100%

En la tabla 13 se observó que los softwares más utilizados para la evaluación del método fueron Adobe Photoshop (32%) e Image J (12%); mientras que, otros programas como Romexis Viewer y SIDEXIS (4% cada uno), así como Agfa NX, Corel Draw, Image Tool y Mediadent V4 (2% cada uno) fueron empleados de manera mucho más limitada. Un porcentaje similar (2%) empleó combinaciones de softwares como Corel Draw Graphic Suite y Sante DICOM Viewer, y en 2% de los estudios se realizó la medición directamente sobre las ortopantomografías. Por otro lado, el 36% de los estudios no se especificó el programa utilizado.

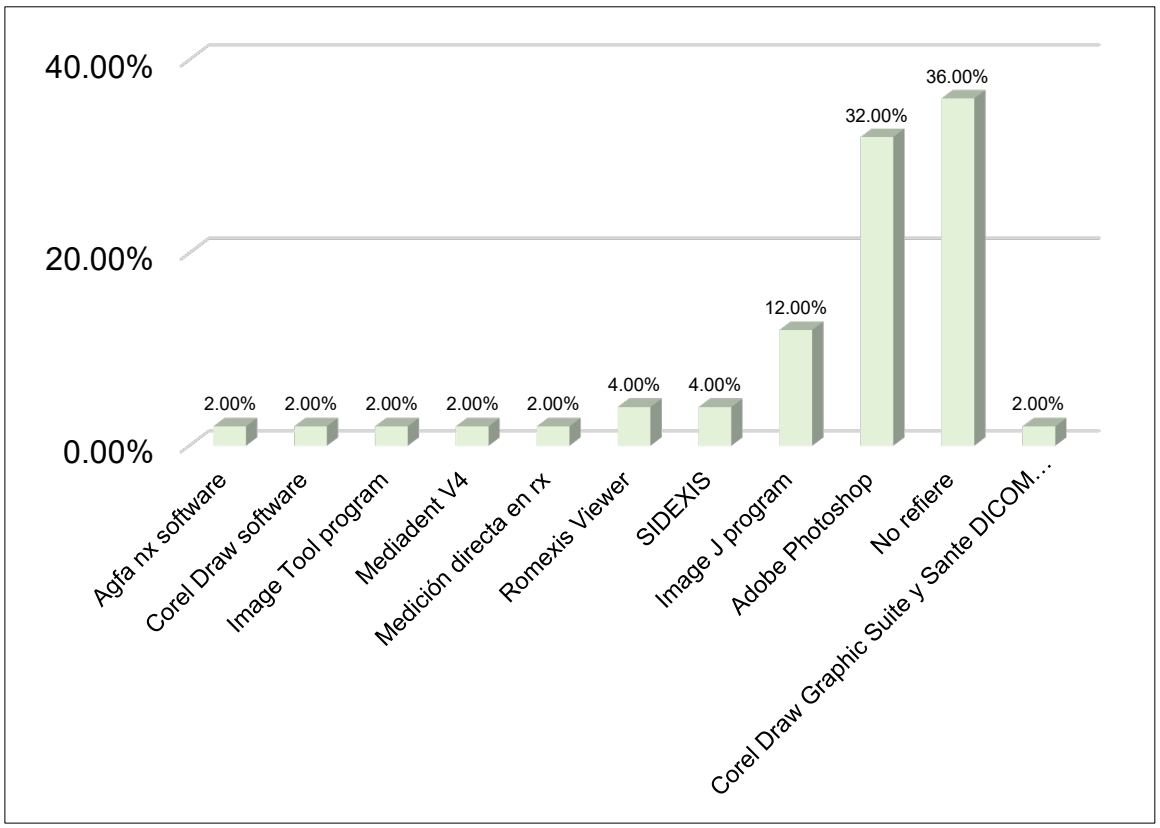


Gráfico 13

Programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Respecto al análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la ED en la identificación de personas, los resultados mostraron que la mayoría de estudios (54%) reportaron que el método fue válido, mientras que el 16% de los estudios apreciaron como no válido al método; por otra parte, el 30% de los estudios no proporcionaron información suficiente o conclusiones claras, por lo que fueron categorizadas como no precisan la validez del método. Entendiéndose que para establecer la validez del método se consideraron diversos indicadores de exactitud, tales como el coeficiente de determinación (R^2), el error medio (ME), la raíz del error cuadrático medio (RMSE), el error cuadrático medio (MSE) y el error absoluto medio (MAE). Cabe destacar que en el análisis de la validación de las investigaciones (n=50), se observó que el valor ME (el cual identifica la dirección del sesgo en las predicciones de edad) en el 52% de los casos (n=26) se determinó que el método Cameriere tiene a subestimar la edad cronológica, lo que evidencia un patrón consistente de sesgo hacia la subestimación en determinados contextos poblacionales. No obstante, no todos los estudios utilizaron los mismos indicadores, lo que generó una falta de uniformidad en los criterios de evaluación. Esta heterogeneidad metodológica limita la comparabilidad directa entre resultados y resalta la necesidad de estandarizar los parámetros de análisis en futuras investigaciones, con el objetivo de obtener conclusiones más robustas y consistentes sobre la validez del método Cameriere, así como para identificar y corregir posibles sesgos en la estimación de la ED.

En cuanto identificar la validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica, los resultados mostraron que el 52% de los estudios examinados reportó diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) entre ambas edades (dental estimada y cronológica), este hallazgo indica que, en más de la mitad de los estudios, la estimación generada por el método presentó un grado de discrepancia con la edad cronológica, y que esta discrepancia no se debe al azar, lo que sugiere que el método podría presentar limitaciones de exactitud en determinadas muestras o poblaciones, lo que debe considerarse al momento de aplicarlo en contextos forenses. Por otro lado, en el 18% de la muestra analizada no encontró diferencias significativas, lo que sugiere que en estos casos la edad dental estimada fue consistentemente comparable con la edad cronológica,

respaldando la fiabilidad del método bajo las condiciones evaluadas por esos autores. Finalmente, el 30% de investigaciones no reportó el nivel de significancia, lo que constituye una limitación metodológica relevante. La ausencia de este dato impide interpretar con precisión la magnitud de las diferencias encontradas y reduce la capacidad de establecer comparaciones entre estudios. Asimismo, refleja una falta de uniformidad en el uso y reporte de pruebas estadísticas, aspecto que afecta la consistencia de la evidencia científica disponible. Es así que, los resultados sugieren que, si bien existe un porcentaje importante de estudios que respaldan la coherencia entre la ED estimada y la EC, la presencia de diferencias significativas en más de la mitad de los estudios, junto con la falta de reporte estadístico en una proporción considerable, evidencia la necesidad de estandarizar los criterios analíticos y fortalecer la calidad metodológica en futuras investigaciones sobre el método Cameriere.

En consideración a describir la frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio, los resultados mostraron que la fórmula original (2006) fue la más empleada en las investigaciones examinadas (42%), seguida de la fórmula europea (2007), con una representación del 24%. Un 14% de los estudios desarrolló fórmulas específicas para la muestra analizada, mientras que el 20% comparó diferentes fórmulas (original, específica o europea). Esta distribución sugiere que, aunque la fórmula original continúa siendo la más utilizada, existe un interés creciente en adaptar o comparar fórmulas según las características poblacionales, lo que refleja la necesidad de ajustar el método a contextos locales para mejorar su precisión. Asimismo, la presencia de estudios que aplican fórmulas específicas o realizan comparaciones indica que los investigadores reconocen que la exactitud del método puede variar según la población, y que la selección de la fórmula adecuada es clave para obtener estimaciones confiables de la edad dental. En conjunto, estos resultados ponen de relieve la importancia de considerar la población de estudio al aplicar el método Cameriere, así como la conveniencia de continuar evaluando y adaptando las fórmulas existentes para optimizar la validez y reproducibilidad de los estudios.

Referente a precisar la distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación se evidenció que la mayor proporción de estudios se concentró entre los años 2016 a 2020 (50%), mientras que los períodos 2006 a 2010 y 2011 a 2015 representaron el 20% y 22%, respectivamente, y el período más reciente, 2021–2025, sólo

alcanzó el 8%. Estos resultados sugieren que el interés en investigar la validez del método Cameriere creció progresivamente hasta el período 2016–2020, indicando un pico de producción científica en esos años. Sin embargo, la disminución observada en el período 2021–2025 podría deberse a factores como retraso en la publicación de estudios recientes, cambios en las prioridades de investigación o limitaciones en el acceso a recursos. En conjunto, esta tendencia resalta la necesidad de incentivar nuevas investigaciones, especialmente en la actualidad, para actualizar y fortalecer la evidencia científica disponible sobre la aplicación del MC.

Respecto a la distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación se observó que la gran mayoría de las investigaciones (90%) se publicaron en inglés, mientras que un pequeño porcentaje se publicó en español (4%) y en otros idiomas, como polaco, portugués y ucraniano (2% cada uno). Esta predominancia del inglés refleja que la literatura científica internacional sobre el método Cameriere está ampliamente concentrada en este idioma, lo que facilita la difusión global de los hallazgos y permite la comparación entre estudios de diferentes países. Sin embargo, también indica que el acceso a esta información puede estar limitado para investigadores que no dominan el inglés, y que las publicaciones en otros idiomas son escasas, lo que podría restringir la visibilidad de estudios locales. En consecuencia, estos resultados sugieren la importancia de promover la publicación en inglés para futuras investigaciones, garantizando una mayor accesibilidad y relevancia internacional, sin descuidar la producción científica en idiomas locales para adaptaciones poblacionales y contextos nacionales.

Considerando la distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación se mostró que la gran mayoría corresponde a artículos de investigación (94%), mientras que sólo un 6% fueron tesis. Esto indica que la evidencia científica disponible sobre el método Cameriere se encuentra principalmente en revistas científicas, lo que sugiere un alto nivel de difusión y revisión por pares, lo que contribuye a la credibilidad y calidad de los hallazgos. Por otro lado, la baja proporción de tesis refleja que existe un menor aporte de investigaciones académicas no publicadas en revistas, lo que podría limitar la visibilidad de estudios preliminares o exploratorios sobre el tema. En conjunto, estos resultados resaltan la importancia de continuar fomentando la publicación de investigaciones en revistas científicas, asegurando tanto la difusión internacional como la calidad metodológica de los estudios sobre el método Cameriere.

En cuanto a señalar los buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados se halló que PubMed / MEDLINE fue el más empleado (56%), seguido de Google Scholar (44%). Estos resultados reflejan que los investigadores suelen recurrir a bases de datos especializadas y de reconocimiento internacional para acceder a literatura científica confiable y actualizada sobre el método Cameriere. La utilización significativa de Google Scholar también indica la importancia de herramientas de búsqueda más generales y accesibles, que permiten ampliar el alcance de la revisión bibliográfica. Finalmente, estos hallazgos sugieren que futuras investigaciones deberían considerar ambos buscadores, combinando la precisión y calidad de PubMed / MEDLINE con la amplitud de Google Scholar, para garantizar una revisión bibliográfica completa y eficiente sobre el tema.

Referente a las metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas se mostró una marcada heterogeneidad entre los diseños metodológicos, debido a que muchos estudios no consignaron explícitamente su tipo de diseño. Por ello, se realizó una deducción analística a partir de las características metodológicas reportadas, observándose que el 80% de los estudios correspondieron a diseños observacionales, retrospectivos y/o transversales, mientras que el 20% se clasificaron como estudios comparativos. Esta situación evidencia una deficiencia relevante en el reporte del diseño metodológico en una proporción considerable de las investigaciones analizadas. Esta falta de uniformidad y de detalle en la descripción de la metodología limita la comparabilidad entre estudios, dificulta la evaluación crítica de la validez de los resultados y resalta la necesidad de que futuras investigaciones documenten de manera clara y precisa el diseño metodológico adoptado, garantizando así la transparencia, reproducibilidad y calidad científica de los estudios sobre el método Cameriere.

Respecto a la distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados se demostró que un 46% de las investigaciones presentó un predominio de participantes mujeres, mientras que un 32% tuvo predominio de hombres, y sólo el 14% de los estudios contó con una distribución equitativa. Además, un 8% de los estudios no especificó el sexo de los participantes. Estos resultados evidencian que la representación por sexo no ha sido uniforme en la mayoría de las investigaciones sobre el método Cameriere. La falta de equilibrio y la omisión en la especificación del sexo pueden afectar la generalización de los hallazgos, ya que el desarrollo dental puede presentar diferencias según el sexo.

Por ello, se sugiere que futuras investigaciones consideren una distribución equilibrada de participantes o, al menos, reporten claramente el sexo, para fortalecer la validez y aplicabilidad de los resultados en ambos sexos.

Con referencia a, precisar los rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas se mostró que la mayoría de los estudios se concentró en el rango de 5 a 16 años (42%), seguido de 6 a 17 años (16%), 8 a 16 años (10%) y 7 a 16 años (8%). Los demás rangos fueron menos frecuentes, representando cada uno entre 2% y 4% de los estudios. Estos resultados evidencian que los investigadores tienden a centrarse en la población infantil y adolescente, lo cual es coherente con la relevancia de este grupo etario para la estimación de la edad dental. Esto se debe a que el desarrollo dentario es más activo y predecible en estas edades, lo que permite aplicar el método Cameriere con mayor exactitud. Por el contrario, los rangos de edad más amplios o más avanzados presentan mayor variabilidad en la maduración dental, lo que puede disminuir la precisión del método. Finalmente, estos hallazgos sugieren que futuras investigaciones deberían enfocarse preferentemente en los rangos de edad donde la dentición aún está en desarrollo activo, asegurando así estimaciones más precisas y confiables de la edad dental.

Respecto a la distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas se mostró una alta concentración de estudios en India (30%), seguida de Italia (10%) y Turquía (8%), mientras que Perú y China representan el 6%, y Alemania, Bosnia-Herzegovina, Brasil, Egipto, Irán y Malasia un 4% cada uno. Otros países, como Colombia, EE. UU., México, Polonia, Serbia, Sudán, Ucrania y la combinación Turquía-Finlandia, representaron sólo 2% cada uno. Estos resultados evidencian que la evidencia científica sobre el método Cameriere se ha generado principalmente en poblaciones asiáticas y europeas, mientras que la representación de América Latina y África es limitada. Esta distribución tiene implicaciones importantes, ya que las diferencias poblacionales pueden afectar el desarrollo dentario y, por ende, la exactitud del método. En consecuencia, los hallazgos sugieren la necesidad de fomentar investigaciones en países con menor representación, como Perú y otros de América Latina, con el fin de generar evidencia local que permita validar y adaptar el método Cameriere a diferentes contextos poblacionales.

En cuanto a determinar la unidad de análisis utilizada en los estudios seleccionados, se halló que la ortopantomografía digital fue la más empleada (48%), seguida de la ortopantomografía digitalizada (22%), combinaciones de técnicas digitales (6%) y la ortopantomografía convencional (4%). Menos frecuentes fueron la combinación de convencional y digital (2%) y la tomografía panorámica dental (2%). Además, un 16% de los estudios no precisó la unidad de análisis utilizada. Estos resultados evidencian que la mayoría de los investigadores prefieren unidades de análisis digitales, debido a su mayor precisión, accesibilidad y facilidad de medición de variables dentales. Sin embargo, la existencia de estudios que utilizan métodos convencionales o que no precisan la unidad de análisis indica una falta de uniformidad metodológica, lo que puede limitar la comparabilidad entre investigaciones. En consecuencia, se sugiere que futuras investigaciones prioricen el uso de ortopantomografías digitales o tomografías panorámicas, estandarizando la unidad de análisis para mejorar la calidad, reproducibilidad y confiabilidad de los resultados sobre la estimación de la ED mediante el MC.

Con respecto a determinar los programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados se mostró una gran diversidad de herramientas, siendo Adobe Photoshop (32%) e Image J (12%) las más empleadas. Otros programas, como Romexis Viewer y SIDEXIS, se utilizaron en un 4% cada uno, mientras que Agfa NX, Corel Draw, Image Tool, Mediadent V4, la medición directa en ortopantomografía y la combinación Corel Draw Graphic Suite con Sante DICOM Viewer se utilizaron en un 2% de los estudios cada uno. Cabe destacar que el 36% de los estudios no precisó el software utilizado. Estos resultados evidencian que no existe uniformidad en los programas informáticos empleados, lo que puede afectar la comparabilidad y reproducibilidad de los resultados. La preferencia por herramientas como Adobe Photoshop e Image J refleja su accesibilidad y funcionalidad para medición de variables dentales, mientras que la falta de reporte en más de un tercio de los estudios resalta la necesidad de documentar claramente las herramientas utilizadas. En consecuencia, se sugiere que futuras investigaciones estandaricen el uso de programas informáticos confiables y ampliamente accesibles, como Image J, para mejorar la precisión, reproducibilidad y transparencia en el análisis del método Cameriere.

En general, el presente Trabajo Académico, cuyo propósito fue analizar la evidencia científica disponible sobre la validez del MC para estimar la ED en el contexto de la identificación humana revela un panorama heterogéneo, tanto en el diseño metodológico de los estudios como en las características de sus muestras y procedimientos analíticos. La revisión demuestra variabilidad en aspectos clave, como la distribución por sexo, el tipo de imagen empleada como unidad de análisis y los programas informáticos utilizados para las mediciones, lo que evidencia la ausencia de una estandarización universal en la aplicación del método.

Los resultados muestran un predominio de investigaciones con mayor representación femenina, así como una tendencia marcada hacia el uso de ortopantomografías digitales, lo cual indica un proceso progresivo de modernización en los recursos diagnósticos empleados. Asimismo, la amplia diversidad de softwares utilizados, sumada a la proporción considerable de estudios que no declaran esta información, subraya la necesidad de mejorar la transparencia y la uniformidad en los procedimientos de medición. Estos elementos metodológicos, junto con las diferencias identificadas en la forma de reportar indicadores de validez (como niveles de significancia, errores de estimación o coeficientes de correlación), repercuten directamente en la comparabilidad de los hallazgos y en la solidez global de la evidencia. A pesar de estas variaciones, la literatura coincide en reconocer que el MC constituye una herramienta útil y potencialmente confiable para la estimación de la ED, especialmente cuando se aplica bajo condiciones controladas y con criterios técnicos claramente definidos. Sin embargo, para fortalecer su validez y su aplicabilidad en escenarios forenses e identificatorios, resulta imprescindible avanzar hacia protocolos más estandarizados, un reporte metodológico más riguroso y el uso consistente de herramientas digitales que optimicen la precisión de las mediciones.

En este sentido, los hallazgos del presente Trabajo Académico no sólo sintetizan el estado actual del conocimiento, sino que también resaltan áreas de mejora necesarias para robustecer la evidencia científica disponible. Futuros estudios deben orientarse hacia diseños más comparables, con muestras adecuadamente descritas y metodologías transparentes, de modo que permitan afianzar la posición del método Cameriere como un recurso técnico fundamental en la estimación de la edad dental dentro del proceso de identificación humana.

CONCLUSIONES

Conclusión General

- En cuanto al análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana, se concluyó que en la mayoría de los estudios revisados, el método resultó válido.

Conclusiones Específicas

- Respecto a determinar la validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica, se concluyó que en la mayoría de los estudios existieron diferencias significativas entre ambas edades.

- Referente a la frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio, se concluyó que la fórmula original fue la más utilizada.

- En cuanto a la distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación, se concluyó que la mayoría de los estudios fueron publicados entre los años 2016 a 2020.

- Concerniente a la distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación, se concluyó que el idioma más utilizado fue el inglés.

- Con referencia a la distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación, se concluyó que la mayoría correspondió a artículos de investigación.

- En relación a los buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados, se concluyó que Pubmed / MEDLINE fue el más utilizado.

- Respecto a detallar las metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas, se concluyó que, en su mayoría fueron de diseño observacional, retrospectivo y/o transversal.

- Referente a determinar la distribución de las muestras según el sexo en los estudios analizados, se concluyó que existe un predominio de mujeres sobre hombres.

- En cuanto a identificar los rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones analizadas, se concluyó que en su mayoría, las muestras correspondían al rango de edad de 5 a 16 años.

- Tomando en cuenta la distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas, se concluyó que India fue el país con mayor número de estudios.

- Concerniente a la unidad de análisis utilizada en las investigaciones examinadas, se concluyó que en su mayoría emplearon ortopantomografías digitales.

- Respecto a los programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados, se concluyó que en su mayoría no se especificó el programa; no obstante, el programa más utilizado fue Adobe Photoshop.

RECOMENDACIONES

Recomendación General

Referente al análisis de la evidencia científica de investigaciones referentes a la validez del método Cameriere para la estimación de la edad dental en el proceso de identificación humana, se sugiere considerar los resultados obtenidos, de manera que este método pueda ser incorporado en la labor de identificación por el Ministerio Público, el Poder Judicial y la Policía Nacional del Perú, contribuyendo así a ampliar el repertorio de métodos disponibles en el proceso de identificación humana.

Recomendaciones Específicas

- Respecto a determinar la validez del método Cameriere en las investigaciones examinadas, según el reporte de diferencias significativas entre la edad dental estimada y la edad cronológica, se sugiere considerar los resultados que no muestran diferencias significativas, dado que respaldan la validez y confiabilidad del método, se lograría valorarlo como una herramienta complementaria para las instituciones involucradas en el proceso de estimación de la edad dental.

- Referente a describir la frecuencia de las investigaciones seleccionadas sobre el método Cameriere según la fórmula aplicada en cada estudio, se sugiere considerar los resultados, para que se pueda identificar las fórmulas con mayor evidencia de validez y precisión, facilitando su aplicación de manera más confiable, se lograría orientar a los profesionales forenses en la selección de enfoque más adecuado, optimizando el proceso de estimación de la edad y fortaleciendo la confiabilidad de los hallazgos periciales.

- Referente a precisar la distribución de las investigaciones seleccionadas según el período de publicación, se sugiere considerar los resultados, para incentivar la realización de más estudios nacionales sobre el tema, se lograría fortalecer la evidencia científica local y adaptar el método Cameriere a la población nacional.

- Tomando en cuenta la distribución de los estudios seleccionados según el idioma de publicación, se recomienda tomar en cuenta los resultados, para promover que

en futuras investigaciones se priorice la publicación en inglés, dado que este idioma permite un mayor acceso a la literatura científica internacional y facilita la comparación de resultados con estudios previos, se lograría optimizar la búsqueda de información y la integración de nuevos hallazgos sobre el método.

- En cuanto a especificar la distribución de los estudios examinados de acuerdo con su tipo de publicación, se sugiere considerar los resultados, para priorizar la difusión de investigaciones tipo artículos científicos, lo que permitiría mejorar la visibilidad y el acceso a la información científica sobre el método Cameriere, logrando así fortalecer la evidencia disponible sobre su aplicación en el ámbito forense.

- Referente a precisar los buscadores bibliográficos virtuales utilizados en los estudios seleccionados, se sugiere tener presente los resultados, para que sean utilizados los buscadores PubMed y Google Scholar en futuros estudios, lo que permitiría agilizar y facilitar la búsqueda de información científica sobre el método Cameriere.

- Respecto a describir las metodologías utilizadas en las investigaciones revisadas, se sugiere considerar los resultados, dado que muchos de los estudios no detallan claramente su metodología, por lo que es recomendable documentar de manera precisa este apartado, se lograría garantizar la formalidad, la uniformidad y la reproducibilidad de los estudios.

- En cuanto a la distribución de las muestras según el sexo, en los estudios analizados, se sugiere tener presente los resultados, para orientar la selección equilibrada de participantes (hombres y mujeres) en futuras investigaciones, se lograría garantizar la representatividad de ambos sexos y fortalecer la validez y generalización de los hallazgos sobre el método Cameriere.

- Con referencia a la distribución de los rangos de edad incluidos en las muestras de las investigaciones enfocar es analizadas, se sugiere considerar los resultados, para enfocar futuras investigaciones en el rango de 5 a 16 años, ya que es el más apropiado para la estimación de la edad dental mediante el método Cameriere, se

lograría obtener resultados más precisos y representativos, fortaleciendo la validez y aplicabilidad de los estudios.

- Con respecto a precisar la distribución de las muestras por países en las investigaciones analizadas, se sugiere considerar los resultados para incentivar la realización de estudios sobre el método a nivel nacional, esto sería útil para generar evidencia científica local, adaptada a nuestra población y fortalecer la aplicación del método en contextos forenses nacionales, logrando consolidar el liderazgo del país en el desarrollo científico relacionado con la estimación de la edad dental.

- Tomando en cuenta determinar la unidad de análisis utilizada en las investigaciones, se sugiere considerar los resultados, para promover el uso de herramientas de mayor precisión, como las ortopantomografías digitales o las tomografías panorámicas, con ello se lograría mejorar la calidad y el detalle de las imágenes empleadas, optimizar la exactitud en la estimación de la edad dental y fortalecer la reproductibilidad de las investigaciones.

- En cuanto a los programas informáticos utilizados para el análisis del método Cameriere en los estudios examinados, se sugiere considerar los resultados para fomentar el uso de estos softwares en futuras investigaciones, dado que facilitan la medición precisa del método, con ello se lograría fortalecer las competencias informáticas de los investigadores y establecer protocolos de medición más estandarizados, mejorando la calidad y la confiabilidad del proceso de estimación de la edad dental.

Como corolario del estudio realizado sobre el análisis del método Cameriere para la estimación de la edad dentaria en el proceso de identificación humana, se señala que los resultados obtenidos pueden contribuir significativamente al trabajo del perito odontólogo forense, al ofrecer una herramienta adicional que podría ser considerada en procedimientos civiles, legales y penales. Este aporte permitiría ampliar las técnicas disponibles para la estimación de la edad dentaria. Asimismo, su aplicación sería de gran utilidad para los organismos relacionados con el proceso de identificación, como el Ministerio Público del Estado Peruano, la Policía Nacional del Perú y otras entidades

afines. Del mismo modo, los hallazgos pueden resultar beneficiosos para diversas disciplinas odontológicas, como la odontología forense, la odontopediatría y la ortodoncia y ortopedia maxilar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Herrera K. Eficacia del método Cameriere para la estimación de la edad dental en población peruana [tesis de titulación] Lima (PE): Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2016.

2. Velayudhan V., Thomas S., Thomas J., Fathima S., Thomas D. y Thomas T. Comparison of Cameriere's and Demirjian methods of age estimation among children in Kerala: a pilot study. Clin Pract 2018; 8(1):991.

3. Bagh T., Chatra L., Shenai P., Kumar P., Prabhu R., Kushraj T. y Cols. Age estimation using Cameriere's seven teeth method with Indian specific formula in South Indian children. Intenational Jorunal of Advanced Health Sciences 2014; 1(2):1-10.

4. Hanafi M., Soedarsono N. y Auerkari E. B Biological age estimation using dna methylation analysis a systematic review. Scientific Dental Journal 2021; 5(1):1-11.

5. Marconi V., Iommi M., Monachesi C., Faragalli A., Skrami E. Gesuita R. y Cols. Validity of age estimation methods and reproducibility of bone/dental maturity indices for chronological age estimation: a systematic review and meta-analysis of validation studies. Scientific Reports 2022; 12(15607).

6. Marcante B., Marino L., Cattaneo N., Delicati A., Tozzo P. y Caenazzo L. Advancing forensic human chronological age estimation: biochemical, genetic, and epigenetic approaches from the last 15 years: a systematic review. Int J Mol Sci 2025; 26(7):3158.

7. Pratyusha K., Ghanashyam M., Naga A., Saujanya K., Krishna N. y Chandrasekhar S. Applicability of Demirjian's method and modified Cameriere's methods for dental age assessment in children. Journal of clinical and diagnostic research 2017; 11(2);ZC40-ZC43.

8. Namadchian N., Khafri S., Sheikhzadeh S., Ghasempour M., Moudi E. y Seyedmajidi S. A Comparison of Demirjian and Cameriere methods in estimating age and development of a modified Cameriere method. Schiraz E-Medical Journal 2021; 23(4):117342.

9. Javadinejad S., Sekhavati H. y Ghafari R. A comparacion of the accuracy of four ages estimation methods based on panoramic radiography of developing teeth. Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects 2015; 9(2): 72-78.

10. Adserias J. y Zapico S. Age Assessment in forensic cases: anthropological, odontological and biochemical methods for age estimation in the dead. Mathews Journal of Forensic Research 2018; 1(1):001.

11. Lewis A., Sreekumar C., Srikant N., Boaz K., Nandita KP., Manaktala N. y Cols. Estimation of age by evaluating the occlusal tooth wear in molars: a study on Dakshina Kannada population. Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry 2021; 13:429-440.

12. Bérgamo A., De Queiroz C., Sakamoto H. y Alves R. Dental age estimation methods in forensic dentistry: literature review. Forensic Sci Today 2016; 2(1):4-9.

13. Giannitto N., Militi A., Sapienza D., Scurria S., Gualniera P., Modello C. y Cols. Application of Third Molar Maturity Index (I3M) for assessing adult age of 18 years in a southern italian population sample. Eur J Dent 2023; 17:200-209.

14. Chaundhary R. y Doggalli N. Commonly used different dental age estimation methods in children and adolescents. Int J Forensic Odontol 2018; 3:50-4.

15. Skelton H. Dental age estimation of a southern nevada hispanic non-adult population employing the london atlas to evaluate archival orthodontic cone beam computed tomography (CBCT) images [tesis de maestría]. Las Vegas (US): University of Nevada; 2019.

16. Sethuraman R. Age estimation using Demirjian's method and Foti's method: A comparative study. RGUHS Journal of Medical Sciences 2020; 10(2):108-113.

17. Manjrekar S., Deshpande S., Katge F., Jain R. y Ghorpade T. Age estimation in children by the measurement of open apices in teeth: a study in the Western Indian population. Int J Dent 2022.

18. Hostiuc S., Diaconescu I., Constantin M. y Negoi I. Age estimation using the Cameriere methods of open apices: a meta-analysis. Healthcare (Basel) 2021; 9(2):237.

19. Cameriere R., Ferrante L., Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. Int J Legal Med 2006; 120(1):49-52.

20. Balwant R. y Anand S. Tooth developments: an accuracy of age estimation of radiographic methods. World Journal of Medical Sciences 2006; 1(2):130-132.

21. Cameriere R., De Angelis D., Ferrante L., Scarpino F. y Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a european formula. Int J Legal Med 2007; 121:449-453.

22. Cameriere R., Flores C., Mauricio F. y Ferrante L. Effects of nutrition on timing of mineralization in teeth in a peruvian sample by the Cameriere and Demirjian methods. Annals of Human Biology 2007; 34(5):547-556.

23. Cameriere R., Ferrante L., Liversidge H., Prieto J. y Brikic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. Forensic Science International 2008; 176:173-177.

24. Balwant R., Cameriere R. y Ferrante L. Accuracy of Cameriere et al regression equation in Haryana population. Rom J Leg Med 2009; 17(2):147-150.

25. El-Baakary A., Hammad S. e Ibrahim F. Comparison beteen two methods of dental age estimation among Egyptian children. Mansoura J. Forensic Med. Clin. Toxicol. 2009; XVII (1):75-87.

26. Balwant R., Kaur J., Jain R., Cameriere R. y Ferrante L. Determination of Cameriere regression equation accuracy in Haryana population. Indian Journal of Forensic Odontology 2009; 2(1):5-7.

27. Galic I., Vodanovic M., Cameriere R., Nakas E., Galic E., Selimovic E. y Cols. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian – Herzegovian children age groups 6-13. Int J Legal Med 2011; 125:315-321.

28. Rai B., Kaur J., Cingolani M., Ferrante L., Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: an Indian formula. Int J Legal Med 2010; 124:237-241.

29. Marques M., Ribeiro R., Pereira D., Rabelo S., Francesquini L. y Daruge E. Age estimation by measurements of developing teeth: accuracy of Cameriere's method on a Brazilian sample. J Forensic Sci 2011; 56(6).

30. De Luca S., De Giorgio S., Butti AC. Cingolani M. y Cameriere R. Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: study of a Mexican sample. Forensic Sci 2012; 221(1-3): 155.e1-e7.

31. Javadinejad S., Mehdizadeh M y Torabi B. Accuracy of Cameriere method in chronological ages estimation. Journal of Isfahan Dental School 2012; 8(4):314-321.

32. Pinchi V., Aristide G., Pradella F., Vitale G., Rugo D. y Nieri M. Comparison of the applicability of four odontological methods for ages estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. J Odontostomatol 2'12; 30(2):17-25.

33. Cameriere E., De Luca S., Biagu R., Cingolani M., Farronato G. y Ferrante L. Accuracy of three age estimation methods in children by measurements of developing teeth and carpals and epiphyses of the ulna and radius. J Forensic Sci 2012; 57(5):1263-1270.

34. Vargas C. Eficacia del método de Cameriere para estimar la edad dental en pacientes de la Clinica Especializada en Odontología de la Universidad de San Martin de Porres, periodo 2006 al 2013 [tesis para optar el título profesional]. Lima (PE): Universidad de San Martin de Porres; 2014.

35. Guo Y., Yan C., Lin X., Zhou H., Li J., Pan F. y Cols. Age estimation in northem chinese children by measurement of open apices in tooth roots. Int J Legal Med 2014; 129(1):179-186.

36. Shrestha A., Yadav R., Shrtestha S., Majarjan I. y Camelio S. Measurement of open apices in teeth for estimation of age in children. Health Renaissance 2014; 12(1):33-37.

37. Cugati N., Kumaresan R., Srinivasan B. y Karthikeyan P. Dental age estimation of growing children by measurement of open apices: A Malaysian formula. J Foresic Dent Sci 2015; 7(3):227-231.

38. Gulsahi A., Ebru R., Burcak S., De Luca S., Ferrante L. y Cameriere R. The realiability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary reort. Forensic Sci Int 2015; 249:319.e1-e5.

39. Attiguppe PR., Yavagal C., Maganti R., Mythri P. Age assessment in children: a novel Cameriere's stratagem. Int J Clin Pediatr Dent 2016; 9(4):330-334.

40. Gerhard T., Briseño B., Callaway A., Patyna M., Muller V., Willershausen I. y Cols. Dental age assessment in 6 to 14 year old german children: comparison of Cameriere and Demirjian methods. BMC Oral 2016; 16(1):120.

41. Alghali R., Kamaruddin A. y Mokhtar N. Dental age estimation: comparison of reliability between malay formula of Demirjian method and malay formula of Cameriere method. AIP Conference Proceedings 2016; 1791:1-8.

42. Balla S., Baghirath PV., Vinay BH., Kumar JV. y Babu DG. Accuracy of methods of age estimation in predicting dental age of preadolescents in South Indian children. Journal of Forensic and Legal Medicine 2016; 43:21-25.

43. Fernandes P., Reis L., Devito K., Leite I., Paula M. Aplicacao e ajuste da formula proposta por Cameriere para uma amostra brasileira: estudo piloto. Rev Bras Odontol Leg RBOL 2018; 5(2):20-27.

44. Rivera M., De Luca S., Aguilar L., Velandia L., Galic I. y Cameriere R. Measurement of open ápices in tooth roots in Colombian children as a tool for human identification in asylum and criminal proceedings. Journal of Forensic and Legal Medicine 2017; 48:9-14.

45. Latic M., Nakas E. Jleskovic A., Cavric J. y Galic I. Cameriere's european formula for age estimation: a study on the children in Bosnia and Herzegovina. South Eur J Orthod Dentofac Res 2017; 4(2):26-30.

46. Begum C., Prabhu R., Chatra L., Sheani P., Veena K. y Kumar V. Dental age estimation by using Cameriere's method in mangalorean children: a pilot study. Paripex Indian Journal of Research 2017; 6(4):620-623.

47. Santana S., Bethard J. y Moore T. Accuracy of dental age in nonadults: a comparison of two methods for age estimation using radiographs of developing teeth. J Forensic Sci 2017; 62(5):1320-1325.

48. Ibrahim, Randa Mohamed Fath Elrahman. Dental age estimation of Sudanese children using orthopantomograms: application of Demirjian, Moorrees and Cameriere methods [tesis doctoral]. Sudán (SD): University of Khartoum; 2017.

49. Różyło K., Gruszka K. y Rozylo-Kalinowska I. Comparison of radiological dental age estimation by means of the method by Cameriere and the modified European formula. Borgis - Nowa Stomatologia 2018; 2:66-71.

50. Apaydin BK. y Yasar F. Accuracy of the Demirjian, Willems and Cameriere methods of estimationg dental age on turkish children. Niger J Clin Pract 2018; 21:257-263.

51. Vivek N., Sunila J., Jincy T., Shabna S., Deena T. y Tomson T. Comparison of Cameriere's and Demirjian's methods of age estimation among children in Kerala: a pilot study, Clinics and Practive 2018; 8(991):28-30.

52. Kalilah T., Khdairi N., Jost P. y Bartzela T. Age estimation in 5-16 year old children by measurement of open apices: north german formula. Forensic Science International 2018; 293:103.e1-e8.

53. Marinkovic N., Milovanovic P., Duric M., Nedeljkovic N. y Zelic K. Dental maturity assessment in Serbian population: a comparison of Cameriere European formula and Willems's method. Forensic Science International 2018; 331:1-5.

54. El Bayoumi M. Accuracy of Cameriere method for age estimation of obese children. Biomed Res 2018; 29.

55. Gannepalli A., Balla S., Bghirath V., Gandhi D., Vinay B. y Perkari S. Applicability of Cameriere european formula for age estimation of 10-15 years legal threshold in south indian popilation. J Forensic Dent Sci 2019; 11(2):78-83.

56. Ozveren N., Serindere G., Meric P. y Cameriere R. A comparison of the accuracy of Willems' and Cameriere's methods based on panoramic radiography. Forensic Science International 2019; 302.

57. Lan L., Yang Z., Sun S., Wen D., Kureshi A., Zeye M. y Cols. Application of Demirjian's and Cameriere's Method in dental age estimation of 8-16 year old

adolescents from hunan han nationality. Fa Yi Xue Za Zhi Journal of Forensic Medicine 2019; 35(4):406-410.

58. Makieyec V. y Isakova O. Determination of dental age of 10-13 year old children of the Carpathian region of Ukraine by the Cameriere method in comparison with their chronological age, Ukrainian Dental Almanac 2019; 3:63-70.

59. Cansu H., Görürgözb C., Başolc M., Murat E. y Oztas B. Evaluation of the Willems and Cameriere's dental age estimation methods in turkish children – a modified version of Cameriere's method. Forensic Science International: Reports 2020;2.

60. Vadla P., Surekha R., Venkateswara G., Deepthi G., Naveen S. y Kumar A. Assessing the accuracy of Cameriere's Indian specific formula for age estimation on right and left sides of orthopantomogram. Egyptian Journal of Forensic Sciences;10(9).

61. Ranjan V., Priya P., Shankar N. y Bikash S. Comparative study of Demirjian and Cameriere methods for dental age estimation of children aged 5-13 year in Delhi – NCR region. Int J Adv Res 8(01):722-730.

62. Yang Z., Xiao J., Liu Q., Sun S., Kureshi A., Chang Y. y Cols. Application of Cameriere's Method for Dental Age Estimation in Children in South China. Forensic Sciences Research 2022; 7(2):106-114.

63. Shalini G., Anoop V., Ranjit P., Uma S., Navneet K. y Sandeep B. Comparison of Demirjian and Cameriere methods and development of modified Cameriere and Demirjian formula more efficient for North Indian population. Journal of Oral and Maxillofacial Pathology 2023; 27(1):138-147.

64. Darici A., Seval M., Cem H., Rajavaara P., Sipola A., Anttonen V. y Cols. Comparison of accuracy of different dental age estimation methods in Finnish and Turkish populations. Acta Odontologica Scandinavica 2024; 83:643-652.

65. Kar M., Sharma A., Dutta K., Puttanavar R., Sanguida A. y Govindasamy E. Comparative evaluation of Willems and Cameriere methods of dental age estimation among 6–14 year old Bengali children. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research 2025; 15(2):433-439.

66. Cech D. y Martin T. Vital functions. En: Saunders, editor. Funcional movement development across the life span. 3 ed. United States: Elvieser; 2012. p.239-262.

67. Parada C., Chai Y. y Sharpe P. Functional significance of cranial neural crest cells during tooth development and regeneration evolution, development and disease. En: Trainor P., editor. Neural crest cells. 1 ed. United Kingdom: Elvieser; 2014. p.423-439.

68. Know E. y Jiang R. Development of the Teeth. En: Mc Queen C., Boron W., Boulpaep E., Bylund D. et al., editores. Reference Module in Biomedical Sciences. United States: Elvieser; 2018. p.1-6.

69. Kliegman R., Geme J., Schor N. y Stanton B. Nelson Tratado de pediatria. 20 ed. España (ES): Elvieser; 2016.

70. Bloch A., Sedano H. y Scully C. Odontogenesis, anomalies and genetics. En: Elvieser, editor. Dento/Oro/Craniofacial anomalies and genetics. United States: Elvieser Science; 2012. p.1-8.

71. Gulabivala K. y Ng YL. Tooth organogenesis, morphology and physiology. Endodontics. En: Gulabivala K. y Ng YL., editores. Endodontics. United Kingdom: Elvieser; 2014. p. 2–32.

72. Adserias J. y Visnapuu V. The neonatal line as evidence of live birth. En: Adserias J., editor. Age estimation a multidisciplinary approach. United State: Elvieser; 2019. p.161-168.

73. Al Shami A., Al Harthi S., Binshabaib M. y Wahi M. Tooth morphology overview. En: Akarslan Z. y Bourzgui F., editores. Human teeth - key skills and clinical illustrations. Arabia Saudita: IntechOpen; 2019. p. 119-138.

74. Turner E. y Dean J. Desarrollo y morfología de los dientes temporales. En: Jones J. y Walker L., editores. MCDonald y Avery Odontología pediátrica y del adolescente. Barcelona: Elvieser; 2018. p. 80-87.

75. Li J., Cai Y. y Parada C. Cellular and molecular mechanisms of tooth root development. Development 2017; 144(3):374-384.

76. Huang X. y Chai Y. Molecular regulatory mechanism of tooth root development. Int J Oral Sci 2012; 4(4):177-181.

77. AlWahtani S. Dental age estimation in fetal and children. En: Adserias J., editor. Age estimation. Saudi Arabia: Academic Press; 2019. p.89-106.

78. Chu TM., Babler W. y Yao Liu S. Craniofacial biology, orthodontics, and implants. En: Burr D. y Allen M., editores. Basic and applied bone biology. Indiana: Elvieser; 2014.p.225-242.

79. Kreiborg S. y Jensen B. Tooth formation and eruption – lessons learn from cleidocranial dysplasia. European Journal of Oral Sciences 2018; 126(S1):72-80.

80. Dhamo B. Dental development Normal variations and disturbances of the developing dentition [tesis doctoral]. Países Bajos (NL): Erasmus University Rotterdam; 2017.

81. Wu H., Chen T., Chen Y., Xu X., Xie K. y Ma Q. Associations of maternal, perinatal and postnatal factores with the eruption timing of the first primary tooth. Scientific Reports 2019; 9(2645).

82. Rhrich F. y Aghoutan H. Embryological development of human molars. En: Akarslan Z. y Bourzgui F., editores. Human Teeth – key skills and clinical illustrations. Marruecos: IntechOpen; 2019. p.1-10.

83. Ceballos D., Jones M. y Espinal G. Anomalías en el desarrollo y formación dental: odontodisplasia. Int J Odontostomat 2015; 9(1).

84. Asha S. Primary tooth eruption – an ayurdevic overview. International Ayurvedic Medical Journal 2019; 7(1):126-132.

85. Lailasari D., Wahyuni I., Zenab Y. y Herawati E. Correlation between permanent teeth eruption and nutrition status of 6-7 years old children. Padjadjaram J Dent 2018; 30(2):116-123.

86. Jain P., Natanasabapathy V., Sundaramurthy J. y Balasubramanian S. Position of apical foramina in permanente maxillary anterior teeth representive of an Indian population: an in vitro study. J Int Oral Health 2017; 9:279-283.

87. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms [internet]. 2019 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: https://www.aae.org/specialty/clinical-resources/glossary-endodontic-terms/

88. Estrela C., Porto O., Bueno K., Couto G., Bueno M., Estrela L. y Cols. Apical formane position in relation to proximal root surfaces of human permanent teeth determined by using a new cone-beam computed tomographic software. Journal of Endodontics 2018; 44(11):1741-1748.

89. Walton R. y Herbranson E. Internal anatomy En: Torabinejad M, Fouad A., Walton R., editores. Endodontics principles and practice China: Saunders Elvieser; 2015. p.230-243.

90. Rex G. y Torabinejad M. The dental Pulp and periradicular. En: Torabinejad M., y Walton R., editores. Endodontics: principles and practice. China: Saunders Elvieser; 2009.p.1-20.

91. Wang L., Qin X., Pang Y., Ma Y., Fan M. y Tian H. Measurement of the apical anatomy of immature maxillary central incisors using cone-beam computed tomography. BMC Oral Health 2023; 23:835.

92. Caballero H. Odontologia Legal y Forense. 1 ed. Perú(PE): Centro de Producción Editorial e Imprenta UNMSM; 2010.

93. Balachander N., Priyadharsini C., Jimson S., Masthan K. y Babu N. Evolution of forensic odontology: an overview. J Pharms Biosllied Sci 2015; 7(Suppl1): S176-2180.

94. Jeddy N., Ravi S. y Radhika T. Current trends in forensic odontology. J Forensic Dent Sci 2017;9(3):115-119.

95. Taylor J. A brief history of forensic odontology and disaster victim identification practice in Aaustralia. J Forensic Odontostomatol 2009; 27(2):64-74.

96. Lake A. History of forensic odontology in Australia [internet]. 2015 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: http://www.ausfo.org.au/wpcontent/uploads/Australian_Forensic_Odontology_History.pdf

97. Heit O., Arcushin A. y Gonzalez C. La catástrofe del Bazar de la Caridad de Paris, nacimiento de la Odontologia Legal. Rev Col Odont Entre Ríos 2016; 149:12-17.

98. Peñón P., Prieto E. y Ortega L. Antecedentes de la Estomatologia Legal y su Desarrollo en Cuba. Revista Cientifico Estudiantil de las Ciencias Médicas en Cuba 2008.

99. Decreto Supremo N°032.2016-SA Decreto Supremo que modifica el artículo 26 del Decreto Supremo N°016-2005-SA, Reglamento de la Ley N°27878, Ley del Trabajo del Cirujano Dentista. Diario oficial del estado El Peruano, N°13751 (27-07- 2016).

100. Houck M., Crispino F. y McAdam T. The foresuc team: officers, scientists and specialists. En: Academic Press, editor. The science of crime scenes. USA: Elvieser; 2018.p.71-83.

101. Rai B. y Kaur J. Evidence – based forensic dentistry. 1 ed, Berlin (GE): Springer – Verlag Berlin Heidelberg; 2013.

102. Mohammed F., Fairozekhan A., Bhat S. y Menezes R. Forensic odontology. 1 ed. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.

103. Prasad S., Sujatha G., Sivakumar G. y Muruganadhan J. Forensic dentistry – what a dentist should know. Indian Journal of Multidisciplinaary dentistry 2012; 2(2):443-447.

104. Indian Journal of Comprehensive Dental Care. Role of forensic odontology in mass disasters: fact files [internet]. 2018 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: http://ijcdc.com/role-of-forensic-odontology-in-mass-disasters-fact-files/

105. Divakar K. Forensic Odontology: the new dimension in dental analysis. Int J Biomed Sci 2017; 13(1):1-5.

106. Utsuno H. Victim in large – scale disasters using dental findings. IATSS Researchh 2019; 43(2):90-96.

107. Prajapati G., Sarode S., Sarode G., Shelke P., Awan K. y Patil S. Role of forensic odontology in the identification of victims of major mass disasters across the word: a systemactic review. PLoS ONE 2018; 13(6):1-12.

108. Loomis P., Reid J., Tabor M. y Weems R. Dental identification & radiographuc pitfalls. En: David T. y Lewis J., editores. Forensic Odontology. ES: Elvieser; 2018.p.25–46.

109. Adserias J. Age-at-death estimation by dental means as a part of the skeletal analysis. Forensic Sci 2023; 3(2):357-367

110. Ubelaker D. A history of forensic anthropology. American Jornal Physical Antropology 2018; 165(4):915-923.

111. Rodríguez N. Envejecimiento: edad, salud y sociedad. Horiz Sanitario 2018; 17(2):97-88.

112. Mamjunatha B. y Soni N. Estimation of age from development and eruption of teeth. J Forensic Dent Sci 2014; 6(2):73-76.

113. Refn MR., Kampmann ML., Morling N., Tfelt-Hansen J., Borsting C. y Pereira V. Prediction of chronological age and its applications in forensic casework: methods, current practices, and future perspectives. Forensic Sciences Research 2023; 8(2):85-97.

114. Kopecky M., Matejovicova B., Cymek L., Roznowski J. y Svaec M. Manual of physical antropology. 1 ed. Republica Checa (CZ): Palacky University Olomouc; 2019.

115. Segury I. Courgeau D., Caussinus H. y Buchet L. Chronological age, socil ageand biological age. Institut National D'Études Démographiques 2018.

116. Kotecha SD. Dental age estimation in children: a review. Forensic Res Crimol Int J 2016; 3(1):264-267.

117. Adams D., Ralston C., Sussman R., Bethard J. y Heim K. Impact of population – specific dental development on age estimation using dental atlases. AM J Phys Anthropol 2019; 168:190–199.

118. Alassiry A., Alshromrani K., AlHasi S., Albasri A., Alkhathami S. y Althobaiti M. Dental age assessment of 3-15 year old Saudi children and adolescents using Demirjia's method – a radiographic study. Clin Exp Dent Res 2019; 5(4):336.342.

119. Uzuner F., Kaygisiz E. y Darendeliler N. Defining dental age for chronological age determination. En: Gogan K., editor. Post mortem examination and autopsy – current issues from death to laboratory analysis. 1 ed. Turquía: Intech Open science 2018. p.77-103.

120. Ali A., Kahattab N. y Ahmed W. Applicability of Demirjian's method for dental age estimation in a group of Egyptian children. BDJ Open 2019; 5(2).

121. Chandler S. y Phillips VM. Testing Gustafson's dental age estimation method on a sampleof Western Cape adults. SADJ 2018; 73(9):554-558.

122. Garizoain G., Petrone S., Pñoschuck M., Garcia M. e India AM. Evaluation of Lamendin's age at death estimation method in a documented osteological collection (La Plata, Argentina). Forensic Science International: Reports 2020; 2.

123. Ribeiro J., Bragas S., Nogueira R., Saavedra L. y Marques M. Age estimation by teeth peridontosis and transparency: accuracy of Lamendin's method on a brazilian sample. Braz J Oral Sci 2014; 13(1):17-21.

124. Zukie S., Zukanovie A., Vukovie A. y Bajsman A. Comparison of five dentalage estimation methods study on independent bosnian simples. Journal Indo – Pacofic Academy of Forensic Oodntology 2014; 5(2):22-30.

125. Verma M., Sharma A., Sharma R. y Verma N. Dental age estimation methods in adult dentitions: an overview. Journal of Forensic Dental Sciences 2019; 11(2):57-63.

126. Wochna K., Smigielski J., Bonikowski R. y Berent J. Aspartic acid racemization of rooth dentin used for dental age estimation in a polish population sample. Forensic Sci Med Pathol 2018; 14(3):285-294.

127. Rastogi M., Logani A., Shah N. Arora S. y Kumar A. Age estimation of livinf indian individuals based on aspartic acid racemization from tooth biopsy specimen. Journal of ForensicDnetal Sciences 2017; 9(2):83.90.

128. Hassan Q., Bashir M. y Rakha A. Aspartic acid racemization with correlation to age: a forensic perspective. Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan 2017; 27(5):283-287.

129. Singh A., Babu B., Krishnaveni B., Devi M. y Gayitri H. Age estimation: current state and research challenges. J med Sci 2016; 36(6):209-216.

130. George J., Chatra L., Shenoy P., Veena KM., Kumar LS. Y Prabhu R. Age determination by Schour and Massler method: a forensic study. Ont J Forensic Odontol 2018; 3(1): 36-39.

131. Phillips V. y Kotze TJ. Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three south African children samples. J Forensic Odontostomatol 2009; 27(2):20-28.

132. Medina A. Comparción de cinco métodos de estimacion de maduración dental en un grupo de niños venezolanos [tesis para optar título profesional]. Caracas (VZ): Universidad Central de Venezuela; 2011.

133. Brandon A. Estimating subadult age at dealth from skeletal remains: dentition analysis traditional biological profile reconstruction in forensic archaeology and anthropology. The Human Vayoge 2018; 2:1-8.

134. AlQahtani S., Hector M. y Liversidge H. Brief communication: the London atlas of human tooth development and eruption. AMerical Journal of Physical Anthropology 2010; 142(3):481-490.

135. Martínez V. y Ortega AI. Comparison of Nolla, Demirjian and Moorrees methods for dental age calculaton for forensic purposes. Revista Odontológica Mexicana 2017; 21(3):151.159.

136. Alghali R., Mokhtar N. y Kamaruddin A. Dental age estimation: comparison of reliability between malay formula of Demirjian method and malay formula of Cameriere method. AIP Conference Proceedings 2016; 1791(1).

137. Ayodeji T., Yengopal V. y Schepartz L. The Demirjian versus the Willems method for dental age estimation in different popularions: a meta analysis of published studies. PLoS One 2017; 12(11).

138. Singh M., Sehrawai J. y Sharma V. Accuracy level of Haavikko's dental age estimation method in children: a systematic review and meta – analysis. Rom J Leg Med 2018; 26:397-402.

139. Palacio L., Cameriere R., Mazzilli L., Melani y Lascala CA. Age estimation: Cameriere's open apices methodology accuracy on a southeast Brazilian sample. Journal of Forensic and Legal Medicine 2018; 58:164-168.

140. Chaudhary S., Sharma M., Mittal S., Dhillon M. Nagendrareddy S. y Agnihotri P. Ages estimation based on Kvaal's technique using digital panoramic radiographs. J Forensic Dent Sci 2016; 8(2):115.

141. Priyadarshini C., Uma S. y Puranik M. Dental age estimation methods: a review. International Journal of Advanced Health Sciences 2015; 1(2):19-25.

142. Padmakumar S. y Sruthi S. Age Estimation Methods in Forensic Dentistry. J Oral Biomed Sci 2022; 1:114-117.

143. Youhana D., Eka G. y Sisila G. Dental age estimation using the Cameriere method in different countries: a review. Journal of Forensic Science and Research 2024; 8(1):35-39.

144. United Nations Status of Treaties. Convention on the rights of the child [internet]. 1989. [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=IV-11&chapter=4&clang=_en

145. United Nations Human Rights. Convention on the rights of the child [internet]. 1990 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: https://www.ohchr.org/en/professionalinterest/pages/crc.aspx

146. Congreso de la República. Constitución Política de Perú [internet]. 29 diciembre 1993 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: http://www4.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Constitu/Cons1993.pdf

147. Ministerio de Mujer y Poblaciones Vulnerables. Ley N°27337 "Ley que aprueba el Nuevo Código de los Niños y Adolescentes" [internet]. 21 julio 2000 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: https://www.mimp.gob.pe/files/direcciones/dgfc/diff/normatividad_nacional_general/4_Codigo_de_los_Ni%C3%B1osyAdolescentes.pdf

148. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Decreto Legislativo N°635 Código Penal, décimo segunda edición oficial [internet]. 2016 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: http://spij.minjus.gob.pe/content/publicaciones_oficiales/img/CODIGOPENAL.pdf

149. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Decreto Legislativo N°295 Código Civil décima sexta edición oficial [internet]. Marzo 2015 [citado el 29 de febrero de 2020]. Disponible en: URL: http://spij.minjus.gob.pe/notificacion/guias/CODIGO-CIVIL.pdf

150. Nuzzolese E. y Di Vella G. Legal background of age estimation for the dead and the living. En: Adserias J., editor. Age estimation a multidisciplinary approach Italia: Academic Press; 2019.p.17–25.

151. Fan F., Zhang K., Peng Z., Cui J., Hu N. y Deng Z. Forensic age estimation of livng persons from the knee: comparison of MRI with radiographs. Forensic Science International 2016; 268:145-150.

152. Sykes L., Bhayat A. y Bernitz H. The effects of the refugee crisis on age estimation analysis over the past 10 years: a 16-country survey. Int J Environ Res Public Heath 2017; 14(6):630.

153. Smith T. y Brownless L. Age assessment practices: a literature review & annotated bibliography [discussion paper]. New York (USA): United Natons Children's Fund (UNICEF); 2011.

154. Santoro V., De Donno A., Marrone M., Campobasso C. y Introna F. Forensic age estimation of living individuals: a retrospective analysis. Forensic Science International 2009:1-4.

155. Primeau C. Estimating Subadult Age: Diaphyseal Length. En: López S, editor. The Encyclopedia of Archaeological Sciences. United Kingdom: John Wiley & Sons, Inc.; 2018.p.1–2.

156. Baccino E., Cunha E. y Cattaneo C. Aging the dead and the living. En: Siegel J., Saukko P. y Houck M., editors. Encyclopedia of forensic sciences. U.S.A: Acedemic Press; 2013.p.42-48.

157. Christensen A., Passalacqua N. y Bartelink E. Introduction to forensic anthropoly. En: Academic Press, editores. Forensic Anthropology 2 ed. USA: Academic Press; 2019. p.1–31.

158. Picarona Cunha E., Baccino E., Martrille L., Ramsthaler F., Prieto J., Schuliar Y.y Cols. The problem of aging human remains and living individuals: A review. Forensic Science International 2009; 193(1-3):1-13.

159. Dayito Peralta L., Alvarado E. y Aguirre E. Exatidão e precisão dos métodos odontológicos para estimar a idade com base na transparência da dentina radicular. Revista Ciencias de la Salud 2023; 20(2).

160. Bolero Chimuela Shen S., Liu Z., Wang J., Fan L., Ji F. y Tao J. Machine learning assisted Cameriere method for dental age estimation.BMC Oral Health 2021; 21:641.

161. Chexpier Tyagi A., Srivastava N., Rana V., Kaushik N., Goel S. y Khera A. Accuracy of different dental age estimation methods using cone beam computed tomography: a comparative study. Int J Clin Pediatr Dent 2024; 17(5):558-564.

162. Maquiavélica Periyakaruppan S., Anand M. y Manoranjini C. Accuracy of age estimation in 6-21 year old South Indian population – A comparative analysis of clinical and radiographic methods. J Forensic Odontostomatol 2018; 36(2):10-19.

163. Faragalli A., Ferrante L., Angelakopoulos N., Cameriere R. y Skrami E. Do machine learning methods solve the main pitfall of linear regression in dental age estimation?. Forensic Science International 2025; 367.

164. Nakagawa S., Johnson P. y Schielzeth H. The coefficient of determination R2 and intra-class correlation coefficient from generalized linear mixed-effects models revisited and expanded. Journal of the Royal Society, Interface 2017; 14(134).

165. Lee Y-H. y An J-S. Age Estimation with panoramic radiomorphometric parameters using generalized linear models. J Oral Med Pain 2021; 46:21-32.

166. Gupta A., Stead T. y Ganti L. Determining a Meaningful R-squared Value in Clinical Medicine. Academic Medicine &Surgery 2024.

167. Kodera S., Yokoi O., Kaneko M., Sato Y., Ito S. y Cols. Age estimation from blood test results using a random forest model. Journal of Clinical Laboratory Analysis 204.

168. Bae C., Im Y., Lee J., Park C-S., Kim M., Kwon H. y Cols. Comparison of Biological Age Prediction Models Using Clinical Biomarkers Commonly Measured in Clinical Practice Settings: AI Techniques Vs. Traditional Statistical Methods. Front Anal (Sec Biomedical Analysis and Diagnostics) 2021; 1.

169. Singh C., Singal K. y Kapoor P. Age Estimation Using Comprehensive Chart for Dental Age Estimation in Haryana Population: A Pilot Study. J Indian Acad Oral Med Radiol 2018; 30:281-285.

170. Li Z., Xiao N., Nan X., Chen K., Zhao Y., Wang S. y Cols. Automatic dental age estimation in adolescents via oral panoramic imaging. Front Dent Med 2025; 6.

171. Atas I., Ozdemir C., Atas M. y Dogan Y. Mouse Forensic Dental Age Estimation Using Modified Deep Learning Neural Network. Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering 2023; 11(4):298-305.

172. Koo T. y Li M. A Guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. Journal of Chiropractic Medicine 2015.

173. Carrasco J. iccCounts: An R Package to Estimate the Intraclass Correlation Coefficient for Assessing Agreement with Count Data. The R Journal 2022; 14(2):229-243.

174. Shreffler J. y Huecker M. Diagnostic testing accuracy: sensitivity, specificity, predictive values and likelihood ratios. 1 ed. Treasure Island (FL): Treasure Island; 2025.

175. Kumagai A., Jeong S., Kim D., Kong H-J., Oh S. y Lee S-S. Validation of data mining models by comparing with conventional methods for dental age estimation in Korean juveniles and young adults. Scientific Reports 2023; 13(726).